

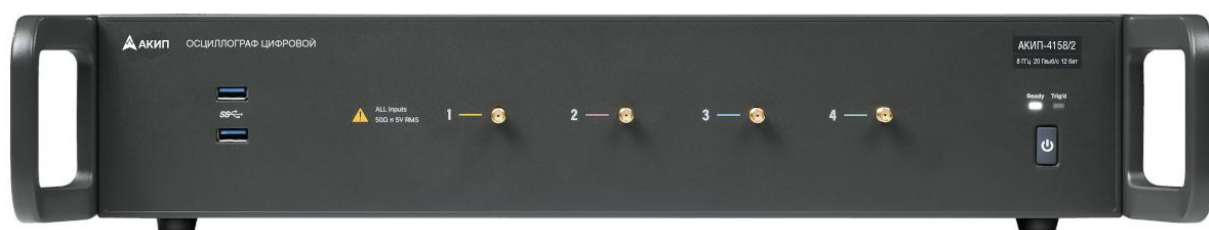


Осциллографы цифровые

АКИП-4158/1

АКИП-4158/2

Руководство по эксплуатации



МОСКВА

1	ВВЕДЕНИЕ	5
1.1	Информация об утверждении типа СИ:	6
1.2	Информация о версии программного обеспечения прибора	6
2	НАЗНАЧЕНИЕ и описание средства измерения.....	7
3	ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	8
3.1	Тракт вертикального отклонения	8
3.2	Тракт горизонтального отклонения	9
3.3	Синхронизация.....	9
3.4	Аналогово-цифровое преобразование сбор информации	10
3.5	Автоматические и курсорные измерения	11
3.6	Дополнительные возможности	12
3.7	Измерение амплитудно-частотной характеристики.....	13
3.8	Опции.....	13
3.9	Входы/выходы	14
3.10	Общие параметры	14
4	СОСТАВ КОМПЛЕКТА.....	15
5	УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ	16
5.1	Термины и определения.....	16
5.2	Символы и предупреждения безопасности	16
5.3	Общие требования по технике безопасности	16
5.4	Знаки на корпусе прибора	16
6	УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ В ДОКУМЕНТЕ	17
7	ПОДГОТОВКА ОСЦИЛЛОГРАФА К РАБОТЕ	18
7.1	Общие указания по эксплуатации.....	18
7.2	Распаковка осциллографа	18
7.3	Установка прибора на рабочем месте	18
7.4	Подключение к питающей сети.....	18
7.5	Условия эксплуатации	18
7.6	Предельные входные напряжения	18
7.7	Включение прибора	19
7.8	Выключение прибора.....	19
7.9	Статус системы.....	19
7.10	Активация программных опций.....	19
8	РАБОТА С ОСЦИЛЛОГРАФОМ.....	20
8.1	Габаритные размеры	20
8.2	Передняя панель	21
8.3	Задняя панель.....	21
8.4	Подключение к внешним устройствам или системам	22
9	ОПИСАНИЕ ЭКРАНА.	23
9.1	Обзор.	23
9.2	Панель главного меню	24
9.3	Область сетки	24
9.4	Дескриптор канала	25
9.5	Развертка и синхронизация.....	26
9.6	Диалоговое окно	27
9.7	Управление с помощью мыши.....	29
10	ВАРИАНТЫ АКТИВАЦИИ ФУНКЦИЙ ОСЦИЛЛОГРАФА	31
10.1	Панель меню.....	31
10.2	Дескриптор	31
11	БЫСТРЫЙ ЗАХВАТ СИГНАЛА	32
12	ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛА ВЕРТИКАЛЬНОГО ОТКЛОНЕНИЯ	33
12.1	Включение канала.....	33
12.2	Настройка канала.....	34
13	ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОТКЛОНЕНИЯ	38
13.1	Выборка	38
13.2	Меню сбора информации	41
14	ИСТОРИЯ.....	48
15	УВЕЛИЧЕНИЕ (растяжка) СИГНАЛА (ZOOM)	50

16 СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ (Trigger).....	52
16.1 Источник синхронизации	52
16.2 Настройка синхронизации	53
16.3 Уровень запуска	54
16.4 Виды синхронизации	54
16.5 Удержание запуска	65
16.6 Установка вида связи схемы синхронизации	66
16.7 Фильтр шума	67
16.8 Область синхронизации	67
17 СИНХРОНИЗАЦИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРОТОКОЛОВ	72
17.1 Копирование настроек	73
17.2 Протокол I2C.....	73
17.3 Протокол SPI.....	77
17.4 Протокол UART	79
17.5 Протокол CAN	81
17.6 Протокол LIN.....	82
18 ИЗМЕРЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КУРСОРОВ	83
18.1 Режим курсоров	83
18.2 Типы курсоров	84
18.3 Отображения курсоров	85
18.4 Опорная точка	86
18.5 Выбор и перемещение курсоров	87
19 АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ	89
19.1 Настройка параметров	90
19.2 Тип измерения	93
19.3 Тренд	98
19.4 Отслеживание	98
19.5 Выбор режима отображения измерений	99
19.6 Статистика измерений	100
19.7 Гистограмма статистики	100
19.8 "Простой" режим измерений	101
19.9 Диапазон автоматических измерений	101
19.10 Вычисление амплитуды.....	101
19.11 Порог измерений	102
20 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ И БПФ	103
20.1 Единицы измерений математических функций	103
20.2 Арифметические функции	104
20.3 Алгебраические функции	106
20.4 Интерполяция	110
20.5 Фильтры	110
20.6 Частотный анализ (БПФ)	112
20.7 Редактор формул	121
21 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПОРНЫХ ОСЦИЛЛОГРАММ.....	122
22 ПОИСК.....	124
23 НАВИГАЦИЯ	126
23.1 По времени	126
23.2 По Кадру Истории.....	126
23.3 По Событию	126
24 ПОИСК АНОМАЛИЙ И АНАЛИЗ СИГНАЛА - SignalScan	127
24.1 Настройка поиска	128
24.2 Инструменты поиска	129
25 ДОПУСКОВОЙ КОНТРОЛЬ	131
25.1 Настройки маски	133
25.2 Создание маски	133
25.3 Редактирование маски	134
25.4 Выбор правила.....	135
25.5 Запуск / остановка теста.....	135
26 МУЛЬТИМЕТР	136
26.1 Виды измерений.....	137

26.2	Диаграммы.....	138
27	ЧАСТОТОМЕР	140
27.1	Описание и общие настройки	140
27.2	Режимы измерений	141
28	НАСТРОЙКИ ЭКРАНА	142
28.1	Тип отображения	143
28.2	Настройка типа интенсивности осциллограммы	144
28.3	Функция послесвечения.....	144
28.4	Выбор типа сетки	145
28.5	Очистка экрана	145
28.6	Настройка уровня интенсивности	145
28.7	Настройка цвета.....	145
29	ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ (ОПЦИЯ).....	147
29.1	Включение генератора и управление выходом	147
29.2	Формы сигнала.....	149
30	ЗАПИСЬ / ВЫЗОВ ОСЦИЛЛОГРАММ И ПРОФИЛЕЙ.....	150
30.1	Типы сохраняемых файлов.....	150
30.2	Использование внутренней памяти	151
30.3	Использование внешней памяти	151
31	СИСТЕМНЫЕ НАСТРОЙКИ	154
31.1	Информация о статусе системы	154
31.2	Системные настройки	154
31.3	Настройка интерфейсов	156
31.4	Установка опций.....	157
31.5	Меню " Maintenance/Обслуживание"	157
31.6	Сервисные настройки	159
32	ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ	161
32.1	Управление через WEB интерфейс.....	161
32.2	Управление через USB	162
33	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	163
34	ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА.....	164

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для лиц, работающих с прибором, а также для обслуживающего и ремонтного персонала.

РЭ включает в себя все данные о приборе, указания по работе.

РЭ содержит сведения об осциллографах серии **АКИП-4158**.

Прибор представляет собой низкопрофильный осциллограф в корпусе высотой 2U, 4 аналоговых канала (коннектор SMA), с полосами пропускания: 6 ГГц и 8 ГГц соответственно. Для работы с прибором необходимо использовать внешний монитор (не поставляется в комплекте) подключенный к осциллографу через видео выход (HDMI), а так же USB мышь из комплекта поставки. Так же имеется возможность дистанционного управления прибором по средствам LAN интерфейса через встроенный web server.

Разрядность АЦП осциллографов составляет 12 бит, максимальная частота дискретизации 20 ГГц на канал. Максимальная длина памяти в режиме объединения каналов 1 ГБ, 500 МБ на канал. Имеется опциональная возможность увеличения максимального объема памяти до 2 ГБ при одном активном канале. В режимах усреднения и ERES максимальная длина памяти составляет 25 МБ.

Осциллографы серии АКИП-4158 имеют возможность установки следующих программно-аппаратных опций:

- Опция 10M-ОСХО-L - аппаратная опция термостатированного опорного генератора, стабильность $<1 \times 10^{-7}$.
- Программная опция увеличения длины записи до 2 ГБ при объединении каналов.
- Программные опции декодирования сигналов: I2S, MIL-STD-1553B, FlexRay, CAN FD, SENT, MANCHESTER, USB 2.0;
- Программные опции тестирования на соответствие стандартам USB 2.0, 100M или 1000M Ethernet;
- Программную опцию построения глазковых диаграмм и анализ джиттера;
- Программная опция функционального генератора до 50 МГц.

Осциллографы серии АКИП-4158 имеют аксессуары, поставляемые по отдельному заказу:

- FX-USB2 - тестовая площадка для анализа на соответствие стандартам USB 2.0;
- FX-ETH - тестовая площадка для анализа на соответствие стандартам 100M Ethernet.
- FX-AMETH - тестовая площадка для автоматического анализа на соответствие стандартам 100M Ethernet.
- Адаптер GPIB – USB - кабель-адаптер для перехода с USB интерфейса на GPIB.

Осциллографы серии АКИП-4158 могут быть объединены в единую многоканальную систему сбора данных, максимум можно объединить до 64-х приборов для получения 512 канальной системы. Для этого необходимо приобрести аппаратную опцию **SYN64** (64-канальный распределитель синхронизации каналов).

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия или его программного обеспечения, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.

1.1 Информация об утверждении типа СИ:

Осциллографы цифровые серии АКИП-4158:
ФИФ ОЕИ: 98656-26.

1.2 Информация о версии программного обеспечения прибора

Порядок действий для проверки версии программного обеспечения прибора: Для проверки версии прошивки:

1. В главном меню выбрать пункт *Utility/Утилиты*, в открывшемся меню выбрать пункт *Menu/Меню*.
2. Коснитесь кнопки управления меню *System info/О приборе* для отображения информации о статусе системы.
3. На экране осциллограф отобразится окно с основной системно информацией о приборе.
4. Версия ПО состоит из комбинации указанных в строках *Uboot-OS Version* и *Software Version*.

Например:

Uboot-OS Version – 04.16.05

Software Version. – 1.1.7.7

В данном случае версия программного обеспечения прибора будет следующая:
04.16.05. 1.1.7.7.

2 НАЗНАЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

Цифровые осциллографы серии **АКИП-4158** предназначены для исследования и измерения параметров однократных сигналов и периодических сигналов в полосе частот 0 ... 8 ГГц (в зависимости выбранной модели). Осциллографы серии АКИП-4158 обеспечивают цифровое запоминание, цифровое измерение в диапазоне установки коэффициента отклонения от 1 мВ/дел до 1 В/дел, входной импеданс 50 Ом и временных интервалов от 50 пс/дел до 1000 с/дел, автоматическую установку размеров изображения, автоматическое измерение амплитудно-временных параметров входного сигнала с выводом результата измерения на внешний подключаемый экран.

Осциллографы обеспечивают возможность подключения к персональному компьютеру через интерфейсы USB (USB-TMC), LAN (VXI-11/Socket/Telnet, встроенный web server).

Принцип действия осциллографов основан на высокоскоростном аналого-цифровом преобразовании входного сигнала, цифровой обработке его с помощью микропроцессора и записи в память. В результате обработки сигнала выделяется его часть, отображаемая на экране.

Конструктивно осциллографы представляют собой компактные моноблочные переносные радиоизмерительные приборы с питанием от сети переменного тока, выполненные в настольном исполнении. Основные узлы осциллографов: аттенюатор, блок нормализации сигналов, АЦП, ЦАП, микропроцессор, устройство управления, запоминающее устройство, усилитель, схема синхронизации, генератор развертки, блок питания, клавиатура, цветной дисплей.

Различия в возможностях осциллографов приведены в таблице ниже:

Модель	АЦП	Полоса пропускания	Максимальная частота дискретизации	Длина записи на канал
АКИП-4158/1	12 бит	6 ГГц	20 ГГц на канал	500 МБ на канал (1 ГБ при объединении каналов) опция: 2 ГБ при одном активном канале
АКИП-4158/2		8 ГГц		

Настоящее краткое руководство включает необходимые сведения по технике безопасности и установке осциллографов серии АКИП-4158, а также основы эксплуатации, что позволяет пользователю приступить к работе с прибором.

3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1 Тракт вертикального отклонения

3.1.1 Число каналов вертикального отклонения: 4.

3.1.2 Входное сопротивление: 50 Ом ($\pm 2\%$)

3.1.3 Диапазон установки коэффициента отклонения (K_o): от 1 мВ/дел до 1 В/дел (с шагом 1-2-5).

3.1.4 Коэффициенты отклонения каждого из каналов вертикального отклонения имеют плавную установку значений.

3.1.5 Пределы допускаемой относительной погрешности установки коэффициентов отклонения: $\pm 1,5\%$.

3.1.6 Максимальное входное напряжение: среднеквадратическое значение переменного напряжения 5 В или ± 10 В пикового значения.

3.1.7 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения и импульсного напряжения частотой до 100 кГц, при нулевом смещении, мВ:

$$\pm(0,015 \cdot 8[\text{дел}] \cdot K_o[\text{мВ/дел}] + 1)$$

K_o – значение коэффициента отклонения, мВ/дел;

3.1.8 Диапазон установки уровня постоянного смещения ($U_{см}$):

от 1 мВ/дел до 5 мВ/дел: $\pm 1,6$ В;

от 5,1 мВ/дел до 10 мВ/дел: ± 4 В;

от 10,2 мВ/дел до 20 мВ/дел: ± 8 В;

от 20,5 мВ/дел до 100 мВ/дел: ± 10 В

3.1.9 Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня постоянного смещения, мВ:

$$\pm(0,01 \cdot |U_{см}| + 0,0002 \cdot |U_{пр}| + 0,005 \cdot 8[\text{дел}] \cdot K_o[\text{мВ/дел}] + 1)$$

где

K_o – значение коэффициента отклонения, мВ/дел;

$U_{см}$ – установленное значение напряжения смещения, мВ;

$U_{пр}$ – конечное значение диапазона установки напряжения смещения, мВ;

3.1.10 Полоса пропускания по уровню -3 дБ, не менее:

АКИП-4158/1 – 6 ГГц;

АКИП-4158/2 – 8 ГГц

3.1.11 Время нарастания переходной характеристики, не более:

АКИП-4158/1 – 75 пс;

АКИП-4158/2 – 65 пс;

3.1.12 Осциллограф обеспечивает следующие режимы связи входного усилителя:

- Закрытый вход (АС) – обеспечивает прохождение сигналов на вход усилителя вертикального отклонения с частотой более 15 Гц.
- Открытый вход (DC) обеспечивает прохождение сигналов на вход усилителя вертикального отклонения во всей полосе частот, включая постоянную составляющую.
- Вход усилителя закорочен на корпус (GND/Земля), входной сигнал не поступает на вход усилителя и физически отключен от входа усилителя.

3.1.13 Осциллограф обеспечивает следующие режимы каналов вертикального отклонения:

- Наблюдение сигналов по каналам
- Математические действия с сигналами всех входных каналов:

Стандартные математические функции:

1. Суммирование каналов;
2. Разность каналов;
3. Умножение каналов;
4. Деление каналов;
5. Инвертирование сигнала;
6. Интегрирование каналов;
7. Дифференцирование каналов;
8. Извлечение квадратного корня;
9. Создание собственных математических формул
10. БПФ (с применением прямоугольного окна, окна Блэкмена, Ханнинга и Хэмминга)

- Автоматическую установку размеров изображения и автоматическую синхронизацию исследуемого сигнала.

3.2 Тракт горизонтального отклонения

3.2.1 Диапазон установки коэффициентов развертки: от 50 пс до 1000 с (с шагом 1-2-5).

3.2.2 Пределы допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора (δ_F):

стандартная конфигурация: $\pm 2 \cdot 10^{-6}$

опция 10M_OCXO_L: $\pm 1 \cdot 10^{-7}$, где

δ_F – относительная погрешность частоты внутреннего опорного генератора

3.2.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения временных интервалов: $\pm(\delta_F \cdot T_{\text{изм}} + 1/F_d)$, где

δ_F – относительная погрешность частоты внутреннего опорного генератора;

$T_{\text{изм}}$ – измеренный временной интервал, с;

F_d – частота дискретизации, Гц.

3.2.4 Осциллограф обеспечивает следующие режимы работы тракта горизонтального отклонения:

- Работа на основной развертке (Y-T);
- Работа в режиме X-Y;
- Возможность растяжки и увеличение выделенного.
- Цифровой самописец, при развертке 50 мс и более.

3.3 Синхронизация

3.3.1 Осциллограф обеспечивает следующие режимы запуска развертки:

- Автоматический, с ручной или автоматической установкой уровня синхронизации, для сигналов с частотой не менее 40 Гц;
- Ждущий;
- Однократный

3.3.2 Осциллограф обеспечивает следующие режимы синхронизации:

- По положительному фронту, по отрицательному фронту, или по положительному и отрицательному фронту;
- По скорости изменения сигнала (нарастание/спад): больше, меньше, равно, в пределах или вне пределов, условия для крутизны устанавливаются в пределах от 2 нс до 20 с;
- По условиям длительности импульса (больше, меньше, равно, в пределах или вне пределов), условия для длительности импульса устанавливаются в пределах от 2 нс до 20 с;
- ТВ синхронизация (PAL/SECAM, NTSC, HDTV 720p/50, 720p/60, 1080p/50, 1080p/60, 1080i/50; выбор полярности синхронизации, номера строки и поля;
- По условиям установленного «окна». Запуск, когда уровень сигнала выходит за пределы установленного «окна» (пересекает верхнюю или нижнюю границы);
- По второму положительному или отрицательному фронту, когда промежуток времени (от 2 нс до 20 с) между фронтами больше, меньше, находится в пределах или вне пределов установленного временного интервала;
- По условию пропадания сигнала на время (от 2 нс до 20 с) больше заданного по фронту или состоянию;
- По ранту, когда положительный или отрицательный импульс пересечет 1-й пороговый уровень и, не пересекая 2-й, повторно пересечет 1-й в течение времени, которое больше, меньше, находится в пределах или вне пределов установленного временного интервала, от 2 нс до 20 с;
- По шаблону, синхронизация развертки комбинацией сигналов от различных источников (каналов);
- Синхронизация по последовательным протоколам:
 - Стандартно: I2C, SPI, UART, CAN, LIN
 - Опционально: CAN FD, FlexRay, I2S, MIL-STD-1553, SENT, ARINC429

3.3.3 Осциллограф обеспечивает следующие источники синхронизации:

- Синхронизацию сигналом в канале (**по любому каналу**)
- **Примечание:** для выбора источника синхронизации не обязательно присутствие линии развертки этого канала на экране.
- Синхронизацию от внешнего источника в положениях внутреннего делителя EXT\5 и EXT\1.
- Синхронизацию от сети питания.

3.3.4 Внутренняя синхронизация обеспечивается при уровне входного сигнала не менее:

- 0,63 делений шкалы экрана для коэффициента отклонения менее 2 мВ/дел с выключенным ВЧ фильтром;
- 0,5 делений шкалы экрана для коэффициента отклонения от 2 мВ/дел до 10 мВ/дел с выключенным ВЧ фильтром;
- 0,63 делений шкалы экрана для коэффициента отклонения менее 2 мВ/дел с выключенным ВЧ фильтром;
- 0,63 делений шкалы экрана для коэффициента отклонения от 2 мВ/дел до 10 мВ/дел с включенным ВЧ фильтром.

3.3.5 Внешняя синхронизация обеспечивается:

- для внешнего вход в положении EXT: при уровне входного сигнала не менее 200 мВпп (DC ~ 10 МГц), 300 мВпп (10 МГц ~ 300 МГц);
- для внешнего вход в положении EXT\5: при уровне входного сигнала не менее 1 Впп (DC ~ 10 МГц), 1,5 Впп (10 МГц ~ 300 МГц).

3.3.7 Допускаемое суммарное значение постоянного и переменного напряжения на входе внешней синхронизации не более $\pm 0,61$ В, в режиме EXT/5 не более $\pm 3,05$ В.

3.3.8 Синхронизация в режиме ТВ обеспечивается при уровне входного сигнала не менее 0,5 деления.

3.3.9 Осциллограф обеспечивает применение в тракте синхронизации следующие виды связи:

- Фильтр переменной составляющей – обеспечивает прохождение в тракт синхронизации частот выше 15 Гц.
- Фильтр постоянной составляющей – обеспечивает прохождение в тракт синхронизации всех частот без дополнительной фильтрации.
- Фильтр ВЧ – обеспечивает прохождение в тракт синхронизации частот выше 1,3 МГц.
- Фильтр НЧ – обеспечивает прохождение в тракт синхронизации частот ниже 2,4 МГц.

3.3.10 Осциллограф обеспечивает блокировку запуска развертки, при наступлении условий синхронизации, на время в пределах от 8 нс до 30 с.

3.3.11 Джиттер:

КАН1 ~ КАН4 < 9 пс СКЗ, ≥ 300 МГц синусоидальная форма, ≥ 6 делений от пика до пика, 2,5 мВ/дел ~ 10 В/дел

КАН1 ~ КАН4 < 5 пс СКЗ, ≥ 500 МГц синусоидальная форма, ≥ 6 делений от пика до пика, 2,5 мВ/дел ~ 10 В/дел

Внешний запуск - < 200 пс.

3.3.12 Предзапуск: от 0 до 100% памяти. Послезапуск: от 0 до 10000 дел.

3.3.13 Осциллограф обеспечивает возможность установки области запуска: до двух областей, условия запуска – пересекает или не пересекает заданную область.

3.4 Аналогово-цифровое преобразование сбор информации

3.4.1 Осциллограф обеспечивает следующие значения максимальной частоты дискретизации: 20 ГГц на канал.

3.4.2 Число разрядов АЦП осциллографа: 12 бит

3.4.3 Осциллограф поддерживает программную математическую функцию увеличения вертикального разрешения (ERES)*: 0,5/ 1/ 1,5/ 2/ 2,5/ 3/ 3,5/ 4 бит

* В режиме усреднения и ERES максимальный объем памяти 25 МБ на канал. При активации цифровых каналов максимальный объем памяти составляет 50 МБ/канал

3.4.4 Максимальный объем памяти осциллографа составляет:

- 500 МБ на канал (1 ГБ в режиме объединения каналов)* – стандартная комплектация
- 500 МБ на канал (1 ГБ в режиме объединения каналов*, 2 ГБ при одном активном канале) – опционально.

* Режим объединения каналов доступен при следующих комбинациях активных каналов: КАН1+КАН3, КАН2+КАН3, КАН1+КАН4, КАН2+КАН4. При активации КАН1+КАН2 или КАН3+КАН4 режим объединения каналов недоступен.

3.4.5 Осциллограф обеспечивает усреднение 4, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192 разверток форм входного сигнала (в режиме математики).

3.4.6 Осциллограф обеспечивает выбор режима интерполяции сигнала: SinX/X, линейная.

3.4.7 В режиме пикового детектора осциллограф обеспечивает отображение сигналов длительностью более 100 пс.

3.5 Автоматические и курсорные измерения

3.5.1 Осциллограф обеспечивает следующие виды автоматических цифровых измерений:

1. Амплитудные измерения:

- Измерение максимального значения сигнала;
- Измерение минимального значения сигнала;
- Измерения сигнала от пик до пика;
- Измерение наиболее вероятного верхнего значения биполярного сигнала;
- Измерение наиболее вероятного нижнего значения биполярного сигнала;
- Измерение амплитудного значения сигнала;
- Измерение среднего значения сигнала;
- Измерение среднеквадратического значения сигнала;
- Измерение среднеквадратического значения за целый период сигнала;
- Измерение стандартного отклонения всех значений данных;
- Измерение стандартного отклонения всех значений данных за целый период сигнала;
- Положительный выброс на вершине импульса;
- Отрицательный выброс по окончании спада импульса;
- Отрицательный предвыброс перед началом нарастания импульса;
- Положительный предвыброс перед началом спада импульса;

2. Временные измерения:

- Измерение периода следования сигнала;
- Измерение частоты сигнала;
- Измерение длительности положительного импульса;
- Измерение длительности отрицательного импульса;
- Время нарастания импульса;
- Время спада импульса;
- Длительность пакета;
- Скважность положительного импульса;
- Скважность отрицательного импульса;
- Измерение времени от запуска до первого 50% пересечения;

3. Измерение временных интервалов между двумя сигналами:

- Измерение фазового сдвига;
- Измерение времени между 1-м нарастающим фронтом импульса канала 1 и 1-м нарастающим фронтом импульса канала 2;
- Измерение времени между 1-м нарастающим фронтом импульса канала 1 и 1-м спадающим фронтом импульса канала 2;
- Измерение времени между 1-м спадающим фронтом импульса канала 1 и 1-м нарастающим фронтом импульса канала 2;
- Измерение времени между 1-м спадающим фронтом импульса канала 1 и 1-м спадающим фронтом импульса канала 2;

- Измерение времени между 1-м нарастающим фронтом импульса канала 1 и последним нарастающим фронтом импульса канала 2;
- Измерение времени между 1-м спадающим фронтом импульса канала 1 и последним нарастающим фронтом импульса канала 2;
- Измерение времени между 1-м спадающим фронтом импульса канала 1 и последним нарастающим фронтом импульса канала 2;
- Измерение времени между 1-м спадающим фронтом импульса канала 1 и последним спадающим фронтом импульса канала 2

3.5.2 Одновременно на экране может быть отображено до 5 измеряемых параметров, без «затемнения» отображения осциллограмм или до 36 измеряемых параметра в табличном виде с «затемнением» отображения осциллограмм.

3.5.3 Осциллограф обеспечивает следующие виды курсорных измерений:

- Измерение напряжения между двумя курсорами, установленными оператором;
- Измерение временного интервала между двумя курсорами, установленными оператором;
- Абсолютные измерения амплитуды и времени в точке пересечения курсора и осциллограммы.

3.5.4 В осциллографе имеется встроенный частотомер, 7 разрядов с возможностью измерения частоты, периода или счета импульсов. Измерения в режиме частотомера не привязаны к схеме синхронизации прибора и могут выполнять для не синхронизированных сигналов и при отключенном отображении осциллограммы.

3.6 Дополнительные возможности

3.6.1 Осциллограф обеспечивает автоматический поиск сигнала, автоматическую установку коэффициента развертки, коэффициента вертикального отклонения и уровня запуска в полосе частот от 10 Гц до полной полосы пропускания осциллографа.

3.6.2 Осциллограф обеспечивает возможность записи во внутреннюю и внешнюю память и вызова установок положения органов управления осциллографа (профилей) при исследовании и измерении формы входного сигнала.

3.6.3 Осциллограф обеспечивает возможность записи во внутреннюю память и вызова 10 форм сигнала отображаемых на дисплее.

3.6.4 Осциллограф обеспечивает возможность записи на внешний USB носитель данных, полученных в процессе сбора информации в виде файлов в формате MatLab, MatCad, ACS II или двоичного кода. Объем файла зависит от длины используемой внутренней памяти.

3.7 Измерение амплитудно-частотной характеристики

3.7.1 Возможность амплитудно-частотного анализа имеется только при активации опции генератора сигналов, а так же при подключении генераторов серий АКИП-3408, АКИП-3409, АКИП-3409А, АКИП-3418, АКИП-3422 через интерфейсы USB или LAN.

3.7.2 Диапазон частот анализа: 10 Гц ... 120 МГц (в зависимости от полосы пропускания осциллографа и частота генераторы).

3.7.2 Минимальная полоса анализа: 750 Гц.

3.7.3 Число точек: до 751.

3.8 Опции

3.8.1 Генератор функциональный

- Программная опция SDS7000A-FG.
- Формы сигналов: синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, импульсная, шум, DC, СПФ (45 встроенных форм).
- Число каналов: 1.
- Частотный диапазон:
 - 1 мГц ... 50 МГц (синусоидальная форма)
 - 1 мГц ... 10 МГц (прямоугольная форма, импульс)
 - 1 мГц ... 300 кГц (пилообразная форма)
 - 1 мГц ... 5 МГц (сигналы произвольной формы)
 - 50 МГц (- 3 дБ) (шум)
- Частота дискретизации: 125 МГц.
- Разрешение по частоте: 1 мГц.
- Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала: $\pm 5 \cdot 10^{-5}$.
- Диапазон установки выходного напряжения (размах от пика до пика): от 2 мВ_{пп} до 3 В_{пп} (50 Ом), от 4 мВ_{пп} до 6 В_{пп} (1 МОм)
- Диапазон установки постоянного напряжения и напряжения смещения: $\pm 1,5$ В (50 Ом), ± 3 В (1 МОм).
Пределы установки смещения ограничены диапазоном установки выходного напряжения и определяются по формуле: $|U_{см.}| \leq U_{макс} - U_{уст}/2$, где $U_{макс}$ – верхний предел установки выходного напряжения, мВ; $U_{уст}$ – установленный уровень выходного напряжения (размах), мВ.
- Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки выходного синусоидального напряжения на частоте 10 кГц на нагрузке 50 Ом: $\pm (0,07 \cdot U_{уст} + 3)$ мВ,
где $U_{уст}$ – установленный уровень синусоидального напряжения (абсолютное значение), мВ.
- Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно уровня сигнала на частоте 10 кГц, дБ, не более (при выходном напряжении св. 2,5 В (размах): ± 2 .
- Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки постоянного напряжения и напряжения смещения на нагрузке 50 Ом: $\pm (0,07 \cdot U_{пост(см)} + 3)$ мВ, где $U_{см}$ – установленный уровень постоянного напряжения и напряжения смещения (абсолютное значение), мВ.
- Длина памяти СПФ сигнала: 16000 точек.
- Диапазон установки скважности сигнала прямоугольной формы: 1% ... 99%.
- Время нарастания/спада импульсного или сигнала прямоугольной формы: <24 нс (10% ... 90%).
- Длительность импульса: >50 нс.
- Диапазон установки симметрии сигнала пилообразной формы: 0% ... 100%.
- Выходное сопротивление: 50 Ом ± 2 %.

3.8.2 Измеритель электрической мощности

- Наименование опции: SDS7000A-PA.
- Модуль компенсационный DF2001A - для устранения временного сдвига между пробниками, измеряющими напряжение и ток. Данный модуль рекомендуется использовать совместно с опцией измерения электрической мощности для повышения точности измерений.
- Виды измерений: качество электроэнергии, гармоники тока, броски тока, потери при переключении, скорость нарастания напряжения, модуляция, пульсации на выходе, включение/выключение, переходная характеристика, коэффициент подавления источника питания (PSRR), эффективность (КПД).

3.8.3 Анализ джиттера и построение глазковых диаграмм

- Наименование опции: SDS7000A-EJ.
- Виды измерений: Период, Частота, Длительность (+/-), Скважность (+/-), Джиттер, Скорость передачи данных и др.
- Восстановление тактовой частоты: фиксированное значение, PLL.
- Разложение джиттера: TIE, RJ, DJ, DCD, DDJ, PJ, TJ@BER. Статистический анализ: Гистограмма, Слежение, Спектр.

3.9 Входы/выходы

3.9.1 Передняя панель: USB 3.0 Host (2)

3.9.2 Задняя панель:

- 4× USB Host 3.1 Gen 1
- 2× Сетевой порт LAN 1000 Мбит/с (поддержка протоколов: VXI-11+SCPI, Telnet (порт 5024)+SCPI, Socket (порт 5025)+SCPI, LXI, WebServer)
- 1× DVI-D: разрешение до 1920x1200 @ 60 Гц
- 1× DisplayPort 1.2: разрешение до 4096x2304 @ 60 Гц
- 1× HDMI 1.4: разрешение до 4096x2160 @ 60 Гц
- Вход микрофона
- Выход аудио
- USB 2.0 Device (поддержка USBTMC)
- Вход внешнего запуска: EXT (макс. 1,5 Вскз), EXT/5 (макс. 7,5 Вскз)
- Вспомогательный выход: включает TRIG OUT (3,3 В LVCMOS), PASS/FAIL OUT (3,3 В TTL)
- Вход 10 МГц
- Выход 10 МГц
- Выход генератора сигналов

3.10 Общие параметры

3.10.1 Прибор обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм после времени прогрева, равного 15 минутам.

3.10.2 Напряжение сети питания: от 100 до 240 В (при частоте питающей сети 50/60 Гц).

3.10.3 Потребляемая мощность, не более: 400 Вт.

3.10.4 Прибор допускает непрерывную работу в рабочих условиях эксплуатации в течение 8 часов.

3.10.5 Осциллограф обеспечивает метрологические характеристики при нормальных условиях $+(23\pm 1)^{\circ}\text{C}$, при относительной влажности: от 5 до 85%.

3.10.6 Рабочие условия эксплуатации от 0 до 40° С при относительной влажности: 85% (Макс).

3.10.7 Габариты: 445 (ширина) x 88,6 (высота) x 519,6 (глубина).

3.10.8 Масса: не более 11,1 кг.

4 СОСТАВ КОМПЛЕКТА

Прибор поставляется в составе, указанном в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Наименование	Количество	Примечание
Осциллограф серии АКИП-4158	1	
Сетевой шнур	1	
Руководство по эксплуатации	1	На CD диске
Мышь	1	
Кабель USB	1	
Программное обеспечение	1	По запросу
Упаковочная коробка	1	

Программные опции и опциональные принадлежности указаны в таблице 4.2

Таблица 4.2

Наименование	Описание
10M_OCXO_L	Аппаратная опция термостатированного опорного генератора, улучшенная стабильность ($1 \cdot 10^{-7}$)
SDS7000A-BW6T8	Программная опция увеличения полосы пропускания с 6 ГГц до 8 ГГц. Для модели АКИП-4158/1.
SDS7000A-2GPTS	Программная опция увеличения длины записи до 2 ГБ при объединении каналов.
SDS7000A-FG	Программная опция генератора сигналов (ФГ + СПФ), 50 МГц.
SDS7000A-I2S	Программная опция, синхронизация и декодирование I2S
SDS7000A-CANFD	Программная опция, синхронизация и декодирование CAN FD.
SDS7000A-SENT	Программная опция, синхронизация и декодирование SENT.
SDS7000A-FlexRay	Программная опция, синхронизация и декодирование FlexRay.
SDS7000A-1553B	Программная опция, синхронизация и декодирование MIL-STD-1553B.
SDS7000A-ARINC	Программная опция, синхронизация и декодирование ARINC429.
SDS7000A-Manch	Программная опция декодирования MANCHESTER.
SDS7000A-USB2	Программная опция декодирования USB 2.0.
SDS7000A-PA	Программная опция измерения мощности и показателей качества электроэнергии (ПКЭ).
SDS7000A-EJ	Программная опция построения глазковых диаграмм и анализ джиттера.
SDS7000A-CT-USB2	Программная опция тестирования на соответствие стандартам USB 2.0. Необходима тестовая площадка FX-USB2.
SDS7000A-CT-100BASE-T	Программная опция тестирования на соответствие стандартам 100Base-TX Ethernet. Необходима тестовая площадка FX-ETH.
SDS7000A-CT-1000BASE-T	Программная опция тестирования на соответствие стандартам 1000Base-TX Ethernet. Необходима тестовая площадка FX-ETH.
SDS7000A-CT-100BASE-T1	Программная опция тестирования на соответствие стандартам 100Base-T1 Ethernet. Необходима тестовая площадка FX-AMETH.
SDS7000A-CT-1000BASE-T1	Программная опция тестирования на соответствие стандартам 1000Base-T1 Ethernet. Необходима тестовая площадка FX-AMETH.
FX-USB2	Тестовая площадка для анализа на соответствие стандартам USB 2.0.
FX-ETH	Тестовая площадка для анализа на соответствие стандартам 100M Ethernet.
FX-AMETH	Тестовая площадка для автоматического анализа на соответствие стандартам 100M Ethernet.
SYN64	Внешний блок коммутации для синхронизации и объединения до 64-х осциллографов. Возможность получения единой системы на 512 аналоговых каналов.
Адаптер GPIB - USB	Кабель-адаптер для перехода с USB интерфейса на GPIB.

5 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

К работе с прибором допускаются лица, ознакомившиеся с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации прибора, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.

В приборе имеются напряжения, опасные для жизни.

5.1 Термины и определения

Данное руководство использует следующие термины:

Предупреждение. Указывает на то, что условия или операция могут стать причиной получения травмы, ущерба или угрозы жизни.

Внимание. Указывает на то, что условия или операция могут стать причиной повреждения прибора или нарушения его технического состояния.

Примечание. Привлечение внимание пользователя или акцент на особенности манипуляций, для предотвращения повреждения прибора или нарушений его технического состояния.

5.2 Символы и предупреждения безопасности

Danger: "Опасно" – подчеркивает риск немедленного получения травмы или непосредственной опасности для жизни.

Warning: "Внимание" – означает, что опасность не угрожает непосредственно, но необходимо соблюдать осторожность и быть предельно внимательным.

5.3 Общие требования по технике безопасности

Соблюдение следующих правил безопасности значительно уменьшит возможность поражения электрическим током.

Старайтесь не подвергать себя воздействию высокого напряжения - это опасно для жизни. Снимайте защитный кожух и экраны только по мере необходимости. Не касайтесь высоковольтных конденсаторов сразу, после выключения прибора.

Постарайтесь использовать только одну руку (правую), при регулировке цепей, находящихся под напряжением. Избегайте небрежного контакта с любыми частями оборудования, потому что эти касания могут привести к поражению высоким напряжением.

Работайте по возможности в сухих помещениях с изолирующим покрытием пола или используйте изолирующий материал под вашим стулом и ногами. Если оборудование переносное, поместите его при обслуживании на изолированную поверхность.

При использовании пробника, касайтесь только его изолированной части.

Постарайтесь изучить цепи, с которыми Вы работаете, для того, чтобы избегать участков с высокими напряжениями. Помните, что электрические цепи могут находиться под напряжением даже после выключения оборудования.

Металлические части оборудования с двухпроводными шнурами питания не имеют заземления. Это не только представляет опасность поражения электрическим током, но также может вызвать повреждение оборудования.

Старайтесь никогда не работать один. Необходимо, чтобы в пределах досягаемости находился персонал, который сможет оказать вам первую помощь.

5.4 Знаки на корпусе прибора



Опасно для жизни!
Высоковольтное напряжение



Клемма защитного заземления
(безопасности)



Внимание! Обратитесь к
Руководству



Клемма измерительного заземления



Клемма заземления корпуса прибора
(рабочее)

6 УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ В ДОКУМЕНТЕ

В данном руководстве по эксплуатации, для удобства работы с документом используются следующие варианты выделения текста:

- Обозначение кнопок на передней панели, текст выделяется рамкой, например, **Save**. Это значит, что необходимо нажать кнопку **Save** на передней панели прибора.
- Текст выделенный курсивом и затененный, используется для обозначения сенсорного или интерактивного меню/кнопки/области на сенсорном экране. Например, *Дисплей* представляет меню «Дисплей» на экране прибора.



Для операций, содержащих несколько шагов, описание имеет вид «Шаг 1 > Шаг 2 >...» и так далее. В качестве примера, выполните каждый шаг в последовательности, чтобы войти в меню обновления:

Utility/Утилиты > *Maintenance/Обслуживание* > *Maintenance/Обновление*

7 ПОДГОТОВКА ОСЦИЛЛОГРАФА К РАБОТЕ

7.1 Общие указания по эксплуатации

При небольших колебаниях температур в складских и рабочих помещениях, полученные со склада приборы необходимо выдержать не менее двух часов в нормальных условиях в упаковке.

При получении осциллографа проверьте комплектность прибора в соответствии с ТО.

Повторную упаковку производите при перевозке прибора в пределах предприятия и вне его.

Перед упаковкой в укладочную коробку проверьте комплектность в соответствии с ТО, прибор и ЗИП протрите от пыли, заверните во влагоустойчивую бумагу или пакет. После этого прибор упакуйте в укладочную коробку.

7.2 Распаковка осциллографа

Осциллограф отправляется потребителю заводом после того, как полностью осмотрен и проверен. После его получения немедленно распакуйте и осмотрите осциллограф на предмет повреждений, которые могли произойти во время транспортирования. Если обнаружена какая-либо неисправность, немедленно поставьте в известность дилера.

7.3 Установка прибора на рабочем месте

Протрите прибор чистой сухой салфеткой перед установкой его на рабочее место. Для удобства установки прибора на рабочем столе снизу, у задней стенки корпуса, имеются ножки, позволяющие поднимать прибор по высоте на два положения. Для установки корпуса прибора в нужное положение в сложенном положении ножек отогните их в сторону задней панели.

Прибор рассчитан на принудительное охлаждение вентилятором через вентиляционные отверстия. Необходимо обеспечить беспрепятственный приток воздуха через вентиляционные отверстия на задней и боковых панелях ЦЗО. Для этого зазор между стенкой и корпусом прибора по всему периметру должен быть не менее 10 см. Не заслоняйте вентиляционные отверстия по бокам и на задней панели ЦЗО.

Не допускайте попадания инородных предметов внутрь ЦЗО через вентиляционные отверстия и т.п.

7.4 Подключение к питающей сети

Прибор снабжен комплектом питающего кабеля, в который входит литой тройной штекер с фиксированным положением контактов и стандартный разъем IEC320 (тип C13) для подключения сетевого напряжения и защитного заземления. Входной разъем питания переменного тока размещен непосредственно на корпусе прибора. В целях защиты от поражения током, штекер питания должен быть подключен к розетке, имеющей заземляющий контакт.

Размещение ЦЗО должно обеспечивать беспрепятственный доступ к розетке питания. Для полного обесточивания ЦЗО необходимо вынуть штекер питания из розетки.

Внешние выводы разъемов передней панели контактируют с шасси прибора и, следовательно, являются заземленными.

7.5 Условия эксплуатации

Предельный диапазон рабочих температур для этого прибора – от +10° С до 40° С . Работа с прибором вне этих пределов может привести к выходу из строя. Не используйте прибор в местах, где существует сильное магнитное или электрическое поле. Такие поля могут нарушить достоверность измерений.

7.6 Предельные входные напряжения

При согласованном входном сопротивлении 50 Ом не подавать напряжение выше 5 Вскз.

7.7 Включение прибора

Включение прибора осуществляется путем нажатия соответствующей кнопки на передней панели.

Включите питание прибора и подождите появления на экране заставки, в течение нескольких секунд осциллограф автоматически перейдет в режим отображения осциллограмм.

7.8 Выключение прибора

В осциллографах серии АКИП-4158 предусмотрены два варианта выключения прибора.

1. Выключение прибора путем нажатия соответствующей кнопки на передней панели.
2. Коснитесь пункта главного меню **Utility/Утилиты** и в выпадающем списке выбрать пункт **Shutdown/Выключение**.

На экране прибора отобразится сообщение **Shutting down.../Выключение...**, через несколько секунд прибор выключится.



ПРИМЕЧАНИЕ. Кнопка питания не отключает осциллограф от источника питания переменного тока. Единственный способ полностью выключить прибор - это отключить шнур питания от розетки. Шнур питания должен быть отключен от розетки переменного тока, если осциллограф не будет использоваться в течение длительного периода времени.

7.9 Статус системы

Для проверки версии программно и аппаратного обеспечения осциллограф необходимо открыть окно "Статус".

В верхнем меню выбрать пункт **Utility/Утилиты** > **Menu/Меню** в открывшемся меню выбрать пункт **System Info/О приборе**. На экране осциллограф отобразится окно с основной системной информацией о приборе.

7.10 Активация программных опций

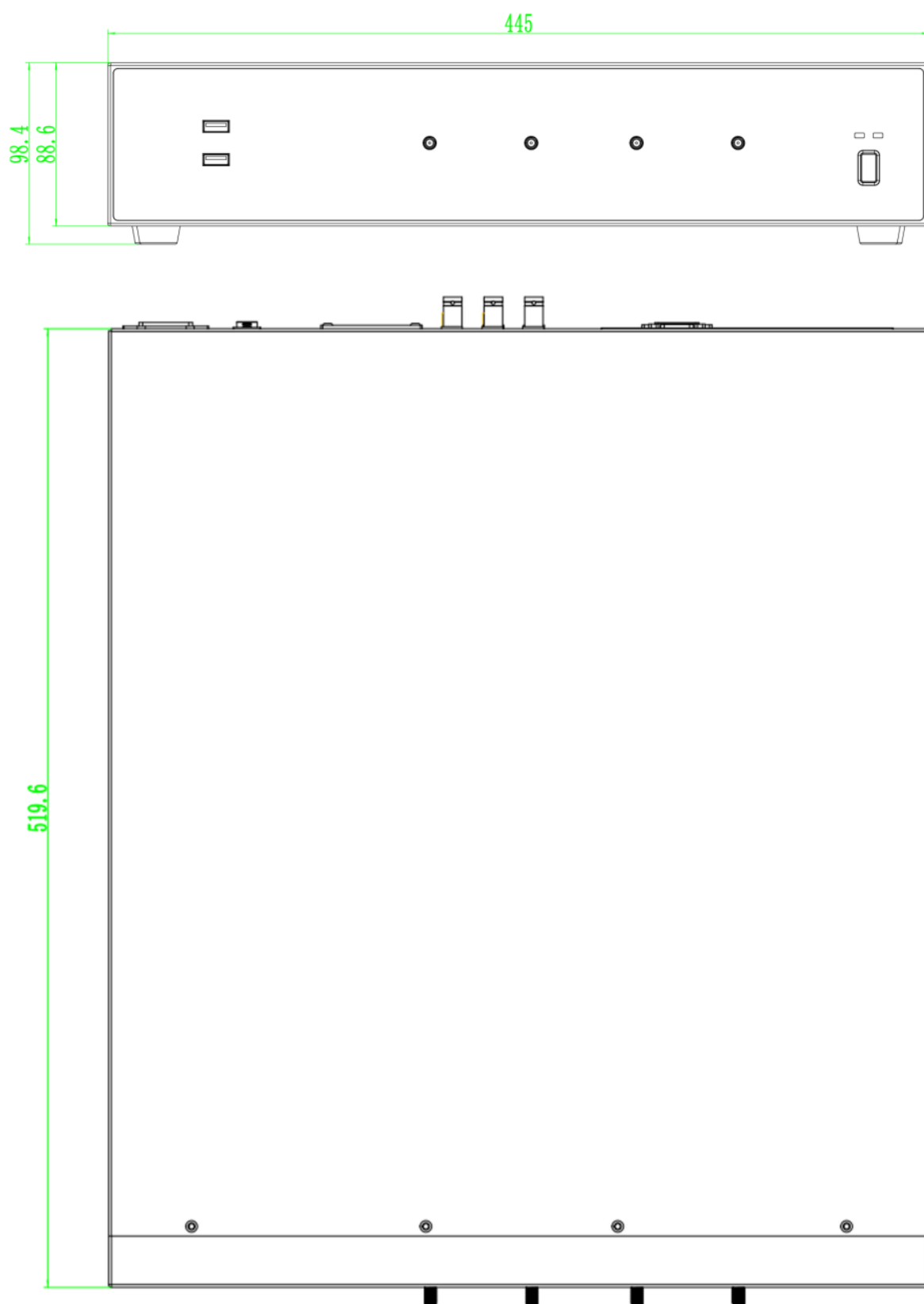
Осциллографы серии АКИП-4158 поддерживают различные программные опции, такие как: расширение полосы пропускания, генератора сигналов, декодирование, логический анализатор.

Для активации опции необходимо:

1. В верхнем меню выбрать пункт **Utility/Утилиты** > **Menu/Меню** в открывшемся меню выбрать **Options/Опции**.
2. Во всплывающем окне отображаются доступные опции, их состояние (опция активна, демо опция, не активна). А так же отображается поле для ввода лицензионного ключа активации опции.

8 РАБОТА С ОСЦИЛЛОГРАФОМ

8.1 Габаритные размеры



8.2 Передняя панель

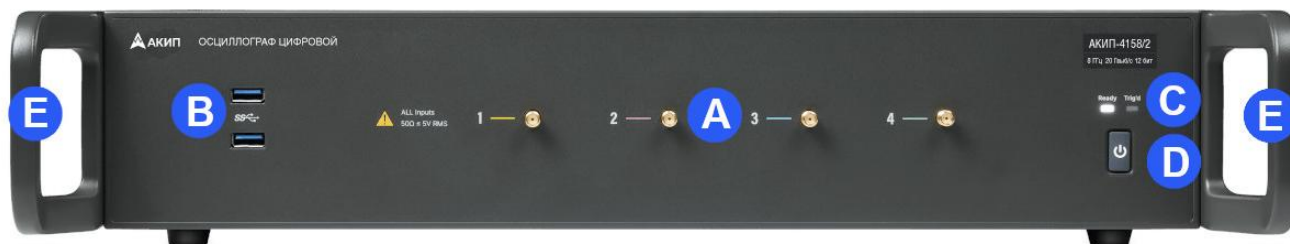


Рис. 8-1 Передняя панель осциллографов серии АКИП-4158

- A.** Аналоговые входы осциллографа (коннектор SMA-тип).
- B.** USB порты (USB 3.0): подключение к USB-устройствам хранения данных (USB диск) или USB-мыши / клавиатуры для управления.
- C.** Индикаторы состояния захвата сигнала и синхронизации.
- D.** Кнопка питания.
- E.** Ручки прибора.

8.3 Задняя панель



Рис. 8-2 Задняя панель осциллографов серии АКИП-4158

- A.** Разъем подключения сетевого кабеля и выключатель питания.
- B.** OCXO – слот для установки аппаратной опция термостатированного опорного генератора. Опция устанавливается в специализированном сервисном центре.
- C.** Вход опорной частоты 10 МГц.
- D.** Выход опорной частоты 10 МГц.
- E.** Выход генератора сигналов.
- F.** Вспомогательный выход: выход сигнала синхронизации, выход сигнала Годен / Негоден (допусковой контроль) при включении данного режима.
- G.** Вход внешнего сигнала синхронизации.
- H.** USB 2.0 Device (для подключения к ПК и управления по USBTMC).
- I.** 2 порта LAN 1000 Мбит/с.
- J.** 4 порта USB Host 3.1 Gen 1.
- K.** Вывод DisplayPort 1.2.
- L.** Вывод HDMI 1.4.
- M.** COM-порт (только для внутренней диагностики).
- N.** Вывод DVI-D.

8.4 Подключение к внешним устройствам или системам

8.4.1 Питание

Осциллограф может питаться от сети напряжением от 100 до 240 В и частотой от 48 до 63 Гц. Выбор номинального диапазона и частоты питающей сети происходит автоматически. Поэтому нет необходимости заботиться об установке напряжения питающей сети с помощью переключателя. Убедитесь перед включением осциллографа только в соответствии номиналов установленных плавких вставок.

8.4.2 LAN

Подключить порт LAN к сети с помощью сетевого кабеля с головкой RJ45 для дистанционного управления.

Выполнить следующие действия, чтобы установить соединение с локальной сетью:

Utility/Утилиты > Menu/Меню > I/O/Уст порта > LAN Config/Настройка LAN.

8.4.3 USB

Подключить USB-накопитель (формат FAT32) к одному из хост-портов USB для сохранения данных, или подключите USB-мышь / клавиатуру к одному из хост-портов USB для управления прибором.

8.4.4 Выход монитора

Для подключения внешнего монитора необходимо использовать кабель HDMI для подключения к порту HDMI. Видеосигнал с порта HDMI имеет разрешение 1280*800.

8.4.5 Вспомогательный выход

В режиме Допускового Контроля выход Pass / Fail (Годен / Негоден) используется для выдачи сигнала Годен / Негоден.

В обычном режиме разъем AUX используется для вывода синхросигнала.

8.4.6 Генератор сигналов

Активируйте программную опцию SDS7000A-FG, выход генератора расположен на задней панели прибора.

Для доступа к функциям генератора коснутся пункта Utility/Утилиты > AWG Menu/Меню генер.

9.2 Панель главного меню

Панель меню с выпадающими списками функций позволяет получить доступ к диалоговым окнам настройки осциллографа. Все функции доступны через строку меню. Пользователь может получить доступ к большинству меню, используя кнопки на лицевой панели или дескрипторы на экране осциллографа.

Описанные ниже операции доступны только через строку меню:

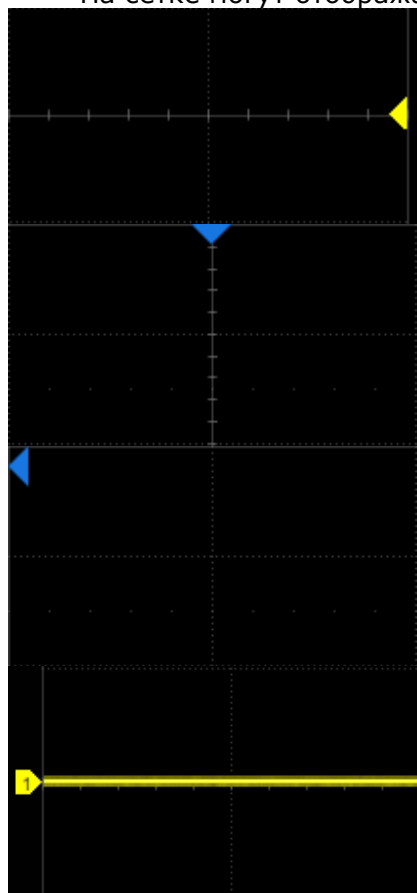
Utility/Утилиты> Help/Помощь
Utility/Утилиты> Reboot /Перезапуск
Acquire/СборИнф> Sequence/Сегментированная Развертка
Acquire/СборИнф> XY Mode/XY режим
Analysis/Анализ> Mask Test/Допусковый Контроль
Analysis/Анализ> DVM/Мультиметр
Analysis/Анализ> Histogram/Гистограмма
Analysis/Анализ> Bode Plot/АЧХ
Analysis/Анализ> Power Analysis/Анализ Мощности
Analysis/Анализ> Counter/Частотомер
Analysis/Анализ> Eye Diagram/Глазковые Диаграммы
Analysis/Анализ> Jitter Analysis/Анализ Джиттера

9.3 Область сетки

Область сетки отображает осциллограммы сигнала. Осциллограммы могут быть перемещены путем перетаскивания, а также масштабированы. Область разделена на 8 вертикальных и 10 горизонтальных делений. Пользователь может настроить яркость осциллограммы и контраст сетки в меню прибора:

Яркость - Display/Экран> Intensity/ЯркЛуча
Контраст - Display/Экран> Graticule/ЯркСетки

На сетке могут отображаться следующие маркеры:



Маркер уровня запуска развертки.

Положение маркера соответствует значению уровня запуска. Цвет маркера соответствует цвету канала-источника сигнала синхронизации.

Индикатора точки запуска развертки.

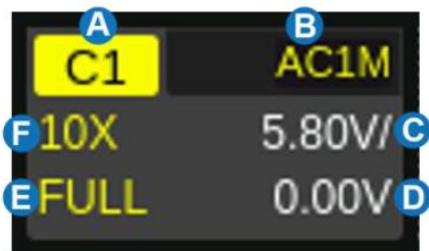
Указывает положение точки запуска на осциллограмме.

Когда точка запуска находится за пределами экрана, направление треугольника изменяется на точку за пределами экрана.

Индикатор канала.

Различные каналы и соответствующие им осциллограммы маркируются индикаторами разного цвета.

9.4 Дескриптор канала



- A. Номер канала
- B. Связь по входу и входное сопротивление
- C. Настройки вертикального отклонения
- D. Смещение по вертикали
- E. Индикатор ограничения полосы пропускания
- F. Индикатор настройки делителя пробника

Индикатор ограничения полосы пропускания:

В зависимости от установленной опции расширения полосы пропускания в осциллографах серии АКИП-4158 полоса пропускания может быть ограничена до 25 МГц или до 200 МГц.

- 25M** - ограничение 25 МГц
- 200M** - ограничение 200 МГц
- FULL** - полная полоса пропускания осциллографа
- BWL** - пользовательское значение ограничения полосы пропускания

Индикатор инвертирования сигнала:

- I** - Инвертирование включено

Индикатор не горит – инвертирование не включено

Связь по входу и входное сопротивление

- DC1M** - Связь по входу DC (открытый вход), входное сопротивление 1 МОм
- DC50** - Связь по входу DC (открытый вход), входное сопротивление 50 Ом
- AC1M** - Связь по входу AC (закрытый вход), входное сопротивление 1 МОм
- AC50** - Связь по входу AC (закрытый вход), входное сопротивление 50 Ом
- GND** - Земля

Коэффициент отклонения по вертикали – значение деления каждой ячейки сетки экрана по вертикали.

Например, когда вертикальная шкала составляет 1,00 В / дел, полная шкала осциллографа составляет 1,00 В / дел * 8 дел = 8 В.

Смещение по вертикали - Смещение канала в вертикальном направлении. Когда вертикальное смещение равно 0, индикатор смещения канала находится в середине вертикальной оси.

Настройка делителя пробника - Установить коэффициент делителя пробника, чтобы он соответствовал фактическому делителю пробника. Осциллограф автоматически рассчитывает вертикальную шкалу в соответствии с коэффициентом делителя пробника. Например, вертикальный масштаб осциллографа составляет 100 мВ / дел с ослаблением 1X, и 1 В / дел, если коэффициент ослабления изменяется на 10X. При установке стандартного 10-кратного пассивного пробника с измерительной клеммой пробника осциллограф автоматически установит коэффициент на 10-кратный.

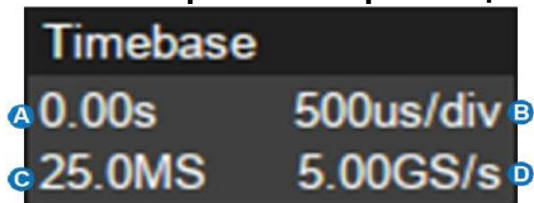
1X - 1:1 Применяется при прямых соединениях коаксиальным кабелем или пассивным пробником.

10X - 10:1 – применяется на большинстве активных и пассивных пробниках.

100X - 100:1 – ослабление входного сигнала в 100 раз. Используется на высоковольтных пробниках

 - ручной выбор коэффициента делителя пробника

9.5 Развертка и синхронизация



- A. Задержка запуска
- B. Развертка по горизонтали
- C. Количество отсчетов на экране
- D. Дискретизация

Задержка запуска – Смещение по времени положения триггера (точка срабатывания). Когда задержка запуска равна 0, индикатор задержки запуска находится в центре горизонтальной оси области сетки.

Развертка – время каждого деления сетки по горизонтали. Например, если масштаб составляет 500 мкс/дел, время каждой сетки составляет 500 мкс, а полноэкранный диапазон времени осциллографа составляет 500 мкс/дел * 10 дел = 5 мс.

Количество отсчетов – Количество отображаемых на экране отсчетов (точек выборки).

Дискретизация – Текущее значение дискретизации (скорости выборки).



- A. Источник синхронизации
- B. Тип связи синхронизации
- C. Режим синхронизации
- D. Уровень синхронизации
- E. Вид синхронизации
- F. Фронт запуска

Источник синхронизации

C1~C4 – Каналы 1...4

EXT – Внешняя синхронизация

EXT/5 – 5 кратный аттенюатор внешней синхронизации

AC Line – Переменное напряжение питающей сети

D0~D15 – Цифровые каналы 0-15

Тип связи синхронизации

Настраивается только для аналоговых каналов: C1~C4 и EXT или EXT/5

DC (Открытый вход) – Все частотные составляющие сигнала связаны с цепью запуска для высокочастотных импульсов или там, где использование связи по переменному току сместит эффективный уровень запуска.

AC (Закрытый вход) – Емкостная связь по входу. Отсечение постоянной составляющей. Подавление частот ниже 15 Гц.

HFR (ВЧ фильтр) – (подавление ВЧ) Связь через низкочастотный фильтр, подавляющий частоты выше 1,3 МГц. Применяется для синхронизации низкочастотных сигналов.

LFR (НЧ фильтр) – (подавление НЧ) Связь по входу через емкостной высокочастотный фильтр; отсечение постоянной составляющей, подавление частот ниже 2,4 МГц. Применяется для повышения стабильности запуска на средних и высоких частотах.

Режимы запуска развертки:

- **Auto/Авто:** осциллограф будет работать непрерывно. Внутренний таймер запускает развертку по истечении заданного периода времени, поэтому дисплей постоянно обновляется. Это полезно при первом анализе неизвестных сигналов. В противном случае, при обнаружении запускающего события удовлетворяющего настройкам синхронизации, режим Auto работает так же, как Normal.
- **Normal/Ждущий:** запуск происходит, только если входной сигнал соответствует условию запуска. В противном случае, на экране прибора отображается последний захваченный синхронизированный сигнал.
- **Stop/Стоп** останавливает сбор и отображает последний захваченный сигнал.

Уровень синхронизации - Уровень напряжения источника или уровни, которые отмечают порог срабатывания триггера. Уровни запуска, указываются в вольтах и остаются неизменными при изменении коэффициента отклонения или вертикального смещения.

Вид синхронизации - Все виды синхронизации описаны в разделе «Синхронизация» данного руководства.

Фронт запуска – Возможности по выбору фронта сигнала синхронизации описаны в разделе «Синхронизация» данного руководства.

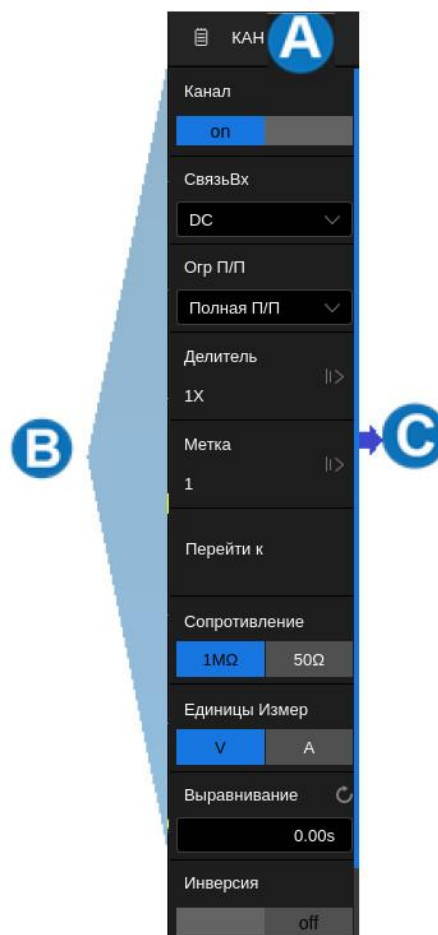
9.6 Диалоговое окно

Диалоговое окно в правой части экрана является основной областью для настройки параметров выбранной функции.

А. Заголовок. Прикосновение к панели может скрыть диалоговое окно, а при повторном прикосновении можно открыть диалоговое окно.

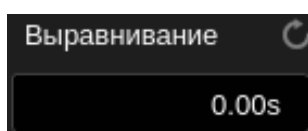
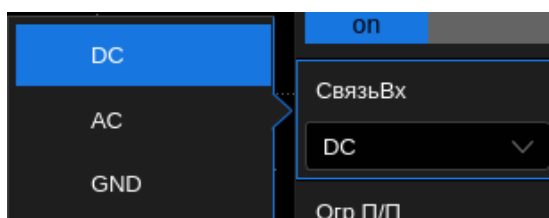
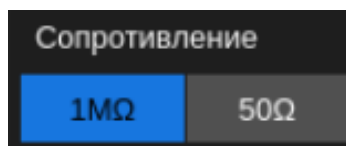
В. Область настройки параметров.

С. Полоса прокрутки. Когда параметры превышают отображаемый диапазон, отображается синяя полоса прокрутки. Перемещая, движением пролистывания, область диалога вверх или вниз или вращая колесико мыши, можно перейти к области, которая не отображается.



9.6.1 Настройка параметров

Осциллографы серии АКИП-4158 предоставляют несколько различных способов ввода / выбора параметров:



Переключатель: устанавливает параметры с двумя состояниями, такими как включение или отключение функции. Коснитесь области переключения, чтобы перейти из одного состояния в другое.

В осциллографах серии АКИП-4158 доступна только одна установка входного сопротивления: 50 Ом.

Список: установка параметров с более чем двумя параметрами, такими как связь входа. Коснитесь области параметров и выберите ожидаемый вариант во всплывающем списке.

Виртуальная клавиатура: устанавливает параметры с числовым значением. Коснитесь области параметров, и параметр можно отрегулировать с помощью универсального регулятора на передней панели; снова коснитесь экрана и появится виртуальная клавиатура:

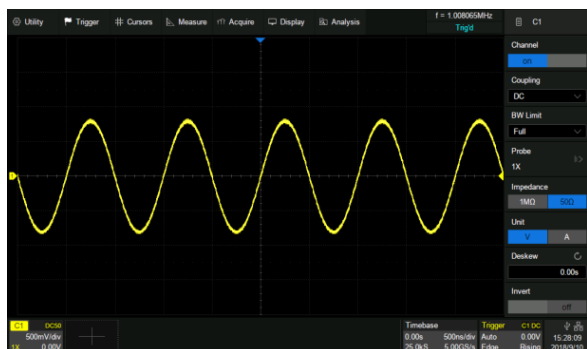


В качестве примера рассмотрен порядок действий для настройки параметра **Deskew/Выравнивание** аналогового канала: если ожидаемое значение смещения составляет 62 нс, введите «62» на виртуальной клавиатуре, а затем выберите единицу n, чтобы завершить операцию. На виртуальной клавиатуре прикосновение к кнопкам **Max/Макс**, **Min/Мин** и **Default/Нач Уст** быстро устанавливает для параметра максимальное, минимальное значение и значение по умолчанию.

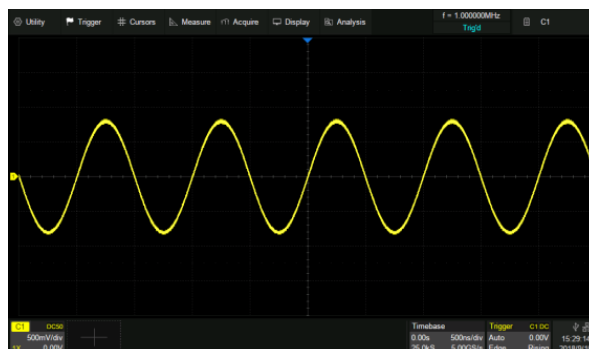
9.6.2 Заккрытие окна настройки параметров

Когда диалоговое окно открыто, область сетки будет сжата горизонтально, после настройки параметров, чтобы добиться наилучшего эффекта отображения формы сигнала, можно коснуться строки заголовка в верхнем правом углу, чтобы скрыть диалоговое окно. Прикосновение к нему снова откроет диалоговое окно.

Скрыть диалоговое окно меню можно так же с помощью меню **Дисплей: Display/Дисплей > Menu/Меню > Hide Menu/Скрыть меню**.



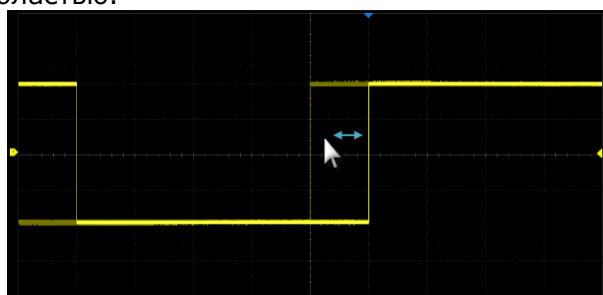
Диалоговое окно открыто



Диалоговое окно скрыто

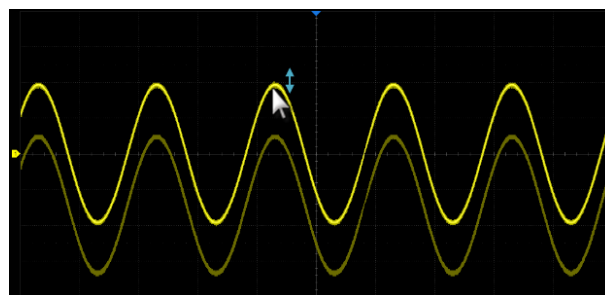
9.7 Управление с помощью мыши

Осциллограммы, курсоры и уровень синхронизации можно регулировать с помощью мыши. Так же с помощью мыши можно задавать область в режиме синхронизации с областью.



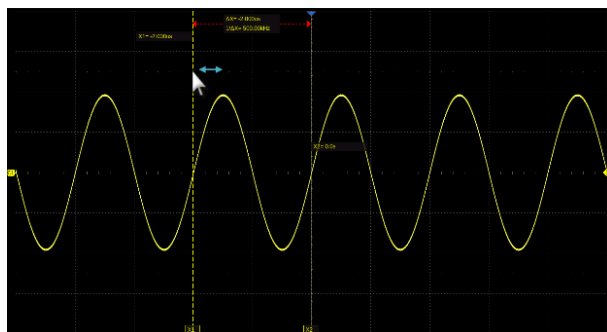
Нажмите и перетащите сигнал влево и вправо, чтобы переместить его по горизонтальной оси

Перетащите сигнал вверх и вниз, чтобы переместить его по вертикали



Нажмите и перетащите сигнал вверх и вниз, чтобы переместить его по вертикали.

Сжатие и растяжение сигнала по вертикали, чтобы изменить масштаб вертикального усиления

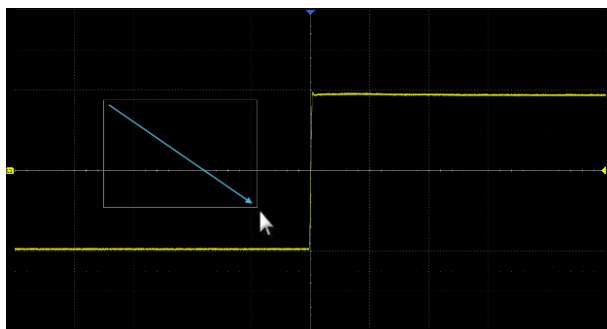


Нажмите и перетащите курсор, чтобы переместить его



Нажмите и перетащите область информации курсора, чтобы одновременно переместить пару курсоров.

Нажмите и перетащите по диагональной линии, чтобы создать область запуска или выделить область гистограммы. В начале действия рисования сохраняйте угол около 45° , чтобы действие можно было распознать как создание прямоугольника.



10 ВАРИАНТЫ АКТИВАЦИИ ФУНКЦИЙ ОСЦИЛЛОГРАФА

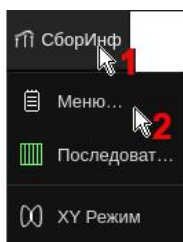
Одни и те же функции в осциллографе можно активировать различными способами

10.1 Панель меню



Если вы знакомы с распространенными современными компьютерными программами, вы можете сначала выбрать функцию в раскрывающемся меню в строке меню в верхней части дисплея.

Например, чтобы открыть диалоговое окно настройки синхронизации, вы можете выполнить следующие шаги:



Acquire/СборИнф > Menu/Меню

Операции могут быть выполнены либо касанием, либо щелчком мыши.

10.2 Дескриптор

Для настройки каналов, математики, ссылки, временной базы и триггера, в нижней части экрана есть диалоговые окна.

Например, если коснуться поля дескриптора управлением синхронизацией, то активируется диалоговое окно настройки синхронизации.

Trigger	c1 DC
Auto	0.00V
Edge	Falling

11 БЫСТРЫЙ ЗАХВАТ СИГНАЛА

Описанный ниже пример, показывает как можно легко и быстро захватить сигнал. В данном примере предполагается, что сигнал подает на вход канала 1, остальные каналы отключены.

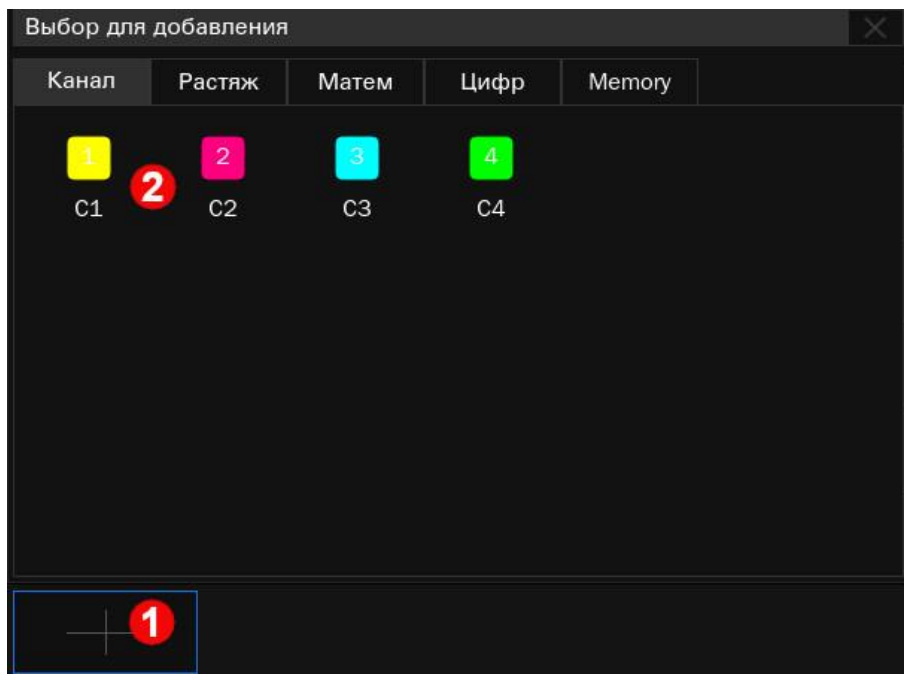
1. Активируйте канал 1 коснувшись значка **+** в нижней части экрана под область отображения осциллограммы. В открывшемся окне выбрать **C1** для активации канала 1.
2. В верхней панели меню управления выбрать пункт **Acquire/Сбор Информации**. В открывшемся меню выбрать пункт **Auto Setup/Автоматическая установка**. Осциллограф автоматически настроит коэффициент отклонения, коэффициент развертки и уровень запуска в соответствии с входным сигналом, чтобы получить оптимальное отображение формы сигнала.

Автоматическая настройка не работает со всеми типами сигналов, особенно с изменяющимися во времени пакетами данных или медленными сигналами (<100 Гц). Если автоматическая настройка не может установить оптимальные настройки, вы можете вручную настроить канал вертикального отклонения, канал горизонтального отклонения и систему синхронизации. См. Разделы «Органы управления канала вертикального отклонения», «Органы управления канала горизонтального отклонения» и «система синхронизации».

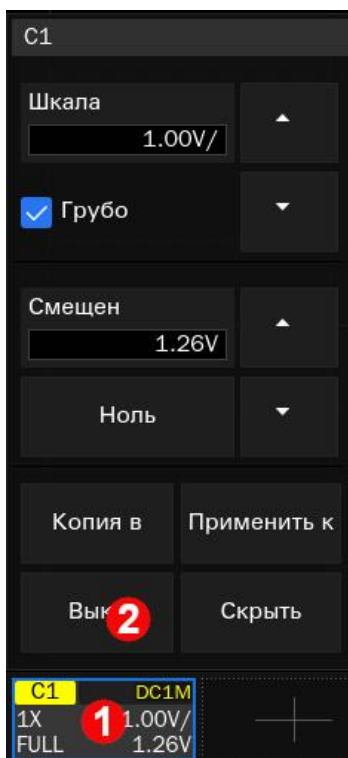
12 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛА ВЕРТИКАЛЬНОГО ОТКЛОНЕНИЯ

12.1 Включение канала

Нажать кнопку **+**, а затем выбрать нужный канал, чтобы включить его, и на экране появятся, окно дескриптора канала и диалоговое окно. Коснитесь поля дескриптора канала, а затем нажать кнопку **Off/Выкл**, чтобы отключить его.



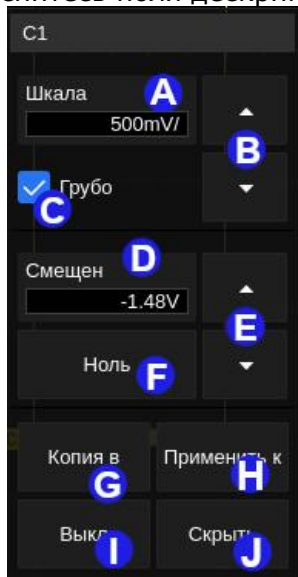
Включение канала 1



Выключение канала 1

12.2 Настройка канала

Коснитесь поля дескриптора канала, появится всплывающее диалоговое окно.

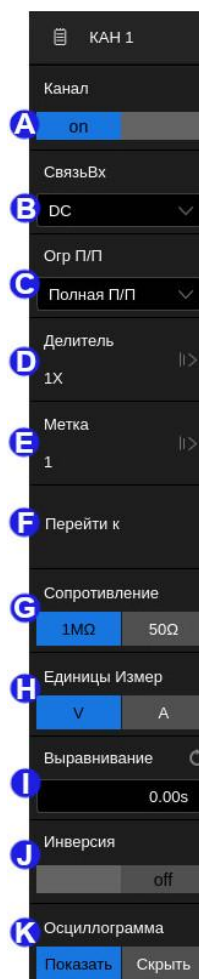


- A.** Поле, отображающее текущий коэффициент отклонения.
- B.** ▲, ▼, стрелки управления коэффициентом отклонения
- C.** Установить флажок для грубой регулировки или снять флажок, чтобы включить точную настройку.
- D.** Окно, отображающее текущее вертикальное смещение.
- E.** ▲ ▼ стрелки управления смещением
- F.** Кнопка установки смещения на ноль
- G.** Кнопка копирования настройки текущего канала на другой канал
- H.** Кнопка быстрого применения текущего канала, как источника, к заданной операции
- I.** Кнопка отключения канал
- J.** Кнопка скрытия визуального отображения канала (канал остается активным)

Значение коэффициента отклонения можно изменять в одном из двух режимов: грубо или точно. Точный режим рекомендуется использовать для того, что бы отображаемая форма сигнала заполняла весь дисплей, для максимальной точности измерений. Осциллограф автоматически переключается в точный режим при изменении коэффициента отклонения сенсорным жестом сжатие или расширение.

Активация канала или касание дескриптора канала вызывает диалоговое окно канала, отображающее больше параметров:

- A.** Включить / выключить канал
- B.** Связь канала по входу (DC, AC или Земля)
- C.** Ограничение полосы пропускания (полная, 200 МГц или 20 МГц)
- D.** Настройка коэффициента ослабления пробника (1X, 10X, 100X или пользовательский)
- E.** Ввод текстовой подписи. Коснитесь пункта меню для вызова настройки подписи. Пользователь может задать текст подписи к активному каналу.
- F.** Быстрое применение текущего канала к одной из функций или настроек (Синхронизация, Курсоры, Измерения, БПФ, Поиск, Допусковый Контроль и Генератор)
- G.** Выбор входного сопротивления осциллографа
- H.** Выбор единицы измерения вертикальной шкалы
- I.** Выравнивание входного сигнала
- J.** Включить / Выключить инвертирование
- K.** Включение / выключение отображения осциллограммы



12.2.1 Связь входа

В меню осциллографа возможен выбор одного из трех состояний связи канал по входу – AC, DC и земля.

AC – Блокируется составляющую постоянного тока во входном сигнале. Если на вход осциллографа поступает сигнал с постоянной составляющей, то использование режима связи AC позволяет исключить эту составляющую из сигнала.

DC – Пропускаются обе составляющие (постоянная и переменная) тока входного сигнала.

Земля/GND – Отключает входной сигнал от входа осциллографа и замыкает вход осциллографа на корпус прибора.

Для выбора связи канала необходимо нажать кнопку канала, в открывшемся меню коснитесь пункта **Coupling/СвязьВх**. Затем повернуть универсальный регулятор для выбора типа связи канала или выбрать необходимый тип связи касание в выпадающем меню. По умолчанию выбран тип **DC**.

12.2.2 Выбор ограничения полосы пропускания

Включение ограничения полосы пропускания позволяет уменьшить отображаемые шумы сигнала. Данная функция будет полезна, например, при исследовании импульсного сигнала с высокой частотой колебаний.

При отключении ограничения полосы пропускания, выбран пункт **Full/Полная П/П**, на канал будут поступать высокочастотные компоненты исследуемого сигнала.

При включении ограничения полосы пропускания, выбран пункт **25M**, высокочастотные компоненты выше 25 МГц будут подавлены.

Для выбора ограничения полосы пропускания необходимо нажать кнопку канала, в открывшемся меню коснитесь пункта **BW Limit/Ограничение П/П**. Затем повернуть универсальный регулятор для выбора ограничения полосы пропускания или коснитесь пункта выпадающем меню: **Full/Полная П/П**, **25M** или **200M**. По умолчанию

установлена полная полоса пропускания, обозначение **FULL**. При включении ограничения полосы пропускания на дескрипторе канала отображается знак **25M** или **200M**, в зависимости от настроек.

12.2.3 Выбор коэффициента деления пробника

Выбор коэффициента деления внешнего пробника, необходим для корректного результата автоматических или курсорных измерений.

Для выбора ограничения полосы пропускания необходимо нажать кнопку канала, в открывшемся меню коснуться пункта **Probe/Делитель**. Откроется подменю выбора коэффициента деления пробника. На выборе доступны следующие варианты: **1:1**, **10:1**, **100:1** и **User/Пользовательский**.

Для выбора требуемого коэффициента деления пробника необходимо коснуться пункта меню или ввести собственное значение коэффициента коснувшись пункта **User/Пользовательский**.

- Коснитесь пункта меню **User/Пользовательский** для изменения значения с помощью универсального регулятора.
- Коснитесь пункта меню **User/Пользовательский** дважды для ввода значения с помощью виртуальной клавиатуры.

12.2.4 Добавление метки

Пользователь может добавить текстовую метку к каналу. Для этого необходимо нажать кнопку канала, в открывшемся меню коснуться пункта **Label/Метка**. В открывшемся меню выбрать источник, задать текст и настроить отображение метки.

Источником может быть один аналоговых каналов, канал математики или опорная осциллограмма. Длина текста метки ограничена 20 символами. Для ввода текста необходимо коснуться пункта **Label Text/Текст Метки**, отобразится окно **Label Text/Текст Метки** коснуться поля ввода текста. Ввести текст с помощью виртуальной клавиатуры. Нажать **OK** для подтверждения или **Cancel/Отмена** для отмены.

Для отображение метки на дисплее необходимо коснуться пункта **Display/Отображение** и выбрать **On/Вкл**.

12.2.5 Применение дополнительных функций

С помощью пункта меню **Applied to/Применить к** можно выбрать одну из функций которую можно применить к каналу или связать с каналом. В качестве таких функций могут быть выбраны следующие: синхронизация, курсоры, измерения, БПФ, поиск, допусковый контроль, частотомер и генератор. После выбора функции, открывается соответствующее меню, а в качестве источника будет выбран этот канал.

12.2.6 Выбор единицы измерения вертикальной шкалы.

В меню прибора можно выбрать единицы измерения амплитуды входного сигнала, **B** или **A**. При переключении единицы измерения, автоматически переключается единица измерения в параметрах канала.

Для изменения единицы измерения амплитуды входного сигнала необходимо нажать кнопку канала, в открывшемся меню коснуться пункта **Unit/Единицы Измер** для переключения между **B** или **A**. По умолчанию установлены единицы B.

12.2.7 Выравнивание входного сигнала

Функция выравнивания входного сигнала позволяет скорректировать сигнал во времени, добавить отрицательное или положительное смещение, в диапазоне ± 100 нс.

Данную функцию рекомендуется использовать для выравнивания входных сигналов с разных каналов, в случае, когда происходит смещение при использовании кабелей разной длины или вследствие каких-либо других причин временных сдвигов.

Для установки значения временного смещения необходимо:

1. Выбрать дескриптор канала, для которого необходимо выполнить настройку;
2. Коснитесь пункта **Deskew/Выравнивание** для выбора значения временного смещения, необходимо повернуть универсальный регулятор. Повторное касание данного пункта меню открывает виртуальную клавиатуру для ввода значения.



До выравнивая



После выравнивания

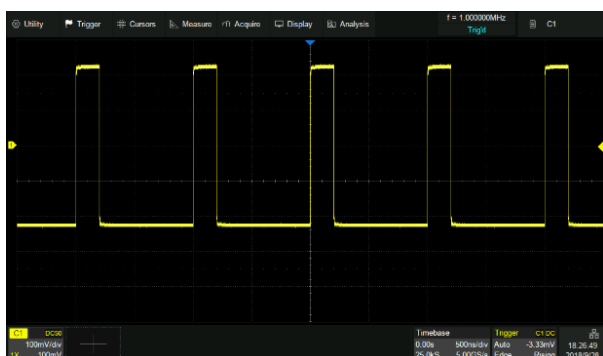
12.2.8 Инвертирование входного сигнала

Когда для пункта меню **Invert/Инверсия** выбран параметр **On/Вкл**, амплитудные значения входного сигнала инвертируются. При инвертировании изменяется отображаемая форма сигнала, настройки схемы синхронизации сохраняются.

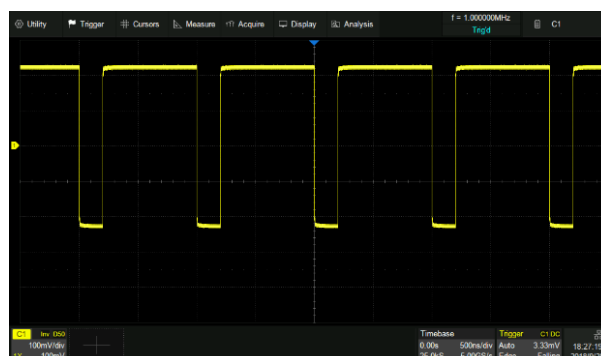
Инвертирование сигнала так же влияет на результат автоматических измерений и математических функций.

Для инвертирования входного сигнала необходимо:

1. Выбрать дескриптор канала, для которого необходимо выполнить настройку;
2. Коснитесь пункта **Invert/Инверсия** для включения или выключения инверсии сигнала.



До инвертирования



После инвертирования

12.2.9 Отображение осциллограммы

В меню настроек канала имеется возможность включить или выключить отображение осциллограммы. Пользователь может отключить отображение осциллограммы, при этом канал останется активным, все настройки и приманные функции будут так же активны. Данная функция влияет только на визуальное отображение осциллограммы на экране прибора.

Для управления отображением осциллограммы необходимо:

1. Выбрать дескриптор канала, для которого необходимо выполнить настройку;
2. Коснитесь пункта **Trace/Осциллограмма** для включения **Visible/Показать** или выключения **Hidden/Скрыть** отображения осциллограммы.

13 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОТКЛОНЕНИЯ

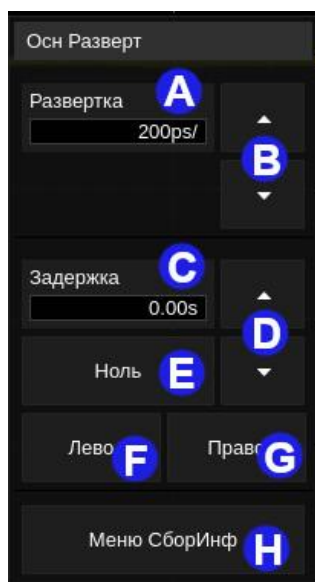
Осциллограф отображает сигналы, используя сетку с горизонтальным масштабом время на деление. Поскольку все активные осциллограммы используют одну и ту же временную развертку, то прибор отображает только одно значение для всех активных каналов, кроме случаев, когда используется увеличение фрагмента (растяжка).

Горизонтальные элементы управления могут изменять горизонтальные масштаб и положение осциллограмм. Горизонтальный центр экрана – временная точка начала отсчета для осциллограмм. Изменение горизонтального масштаба приводит к растягиванию или сжатию осциллограммы относительно центра экрана. Пункт меню **Delay/Задержка** позволяет изменять положение осциллограмм относительно момента запуска.

Изменение коэффициента развертки (горизонтальной шкалы) осуществляется при помощи пункта меню **TimeBas/Развертка**.

Текущее значение коэффициента развертки отображается в верхней части экрана, оно изменяется при вращении регулятора. Диапазон регулировки коэффициента развертки: от 50 пс/дел до 1000 с/дел

Для настройки параметров горизонтального отклонения коснитесь поля дескриптора, появится всплывающее меню настроек.



- A.** Текущая настройка коэффициента развертки (горизонтальной шкалы)
- B.** Стрелки ▲▼ для изменения коэффициенте развертки (горизонтальной шкалы)
- C.** Текущая настройка задержки запуска.
- D.** Стрелки ▲▼ для регулировки задержки запуска
- E.** Устанавливает задержку запуска на ноль
- F.** Устанавливает задержку запуска в левую часть экрана
- G.** Устанавливает задержку запуска в правую часть экрана
- H.** Открывает меню **Acquire / Сбор информации**

13.1 Выборка

13.1.1 Теория выборки

Частота Котельникова (Найквиста)

Максимальная частота ($F_{\text{макс}}$), которую без ошибок может измерить цифровой осциллограф в режиме реального времени, равняется половине частоты дискретизации ($f_{\text{дискр}}$). Эту частоту называют частотой Котельникова.

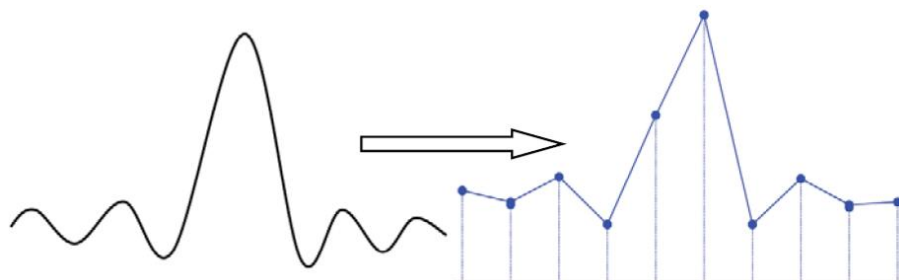
$F_{\text{макс}} = f_{\text{дискр}} / 2 = \text{Частота Котельникова}$

13.1.2 Стандартная выборка

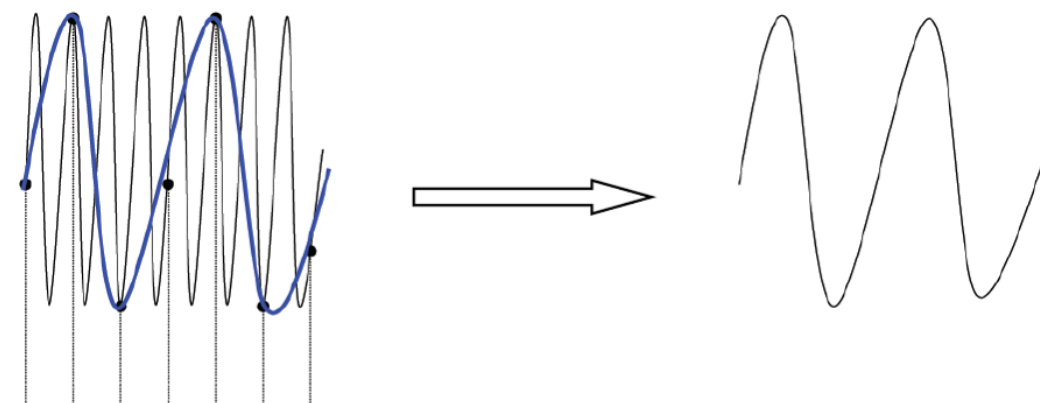
Стандартная выборка – Обычная дискретизация в реальном масштабе времени. В режиме стандартной выборки осциллограф записывает каждую точку, полученную в результате каждого интервала дискретизации. Всего осциллограф может осуществить сбор до 20000000 отсчетов в секунду (максимальная частота дискретизации до 20 ГГц на канал в зависимости от модели прибора). Текущее значение частота дискретизации отображается окне параметров сбора информации (верхний правый угол экрана). Для изменения частоты дискретизации необходимо повернуть регулятор управления коэффициентом развертки (с-нс).

Ниже рассмотрены случаи искажения входного сигнала при слишком низкой частоте дискретизации.

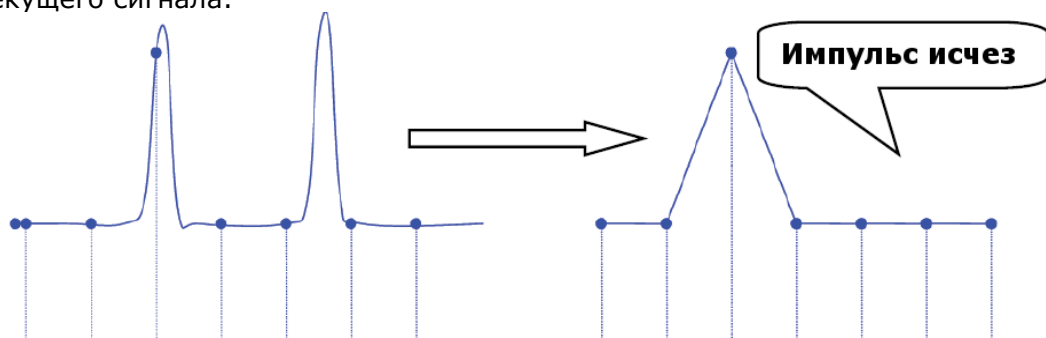
- **Искажение осциллограммы:** когда частота дискретизации слишком низка, то некоторые параметры входного сигнала теряются и отображаемая на экране осциллограмма может сильно отличаться от реального сигнала.



- **Неверное построение осциллограммы:** когда частота дискретизации, более чем в два раза ниже фактической частоты сигнала (частота Котельникова), частота сигнала восстановленного из данных выборки меньше фактической частоты сигнала. Наиболее распространенным является сглаживание и джиттер на быстрого фронта.



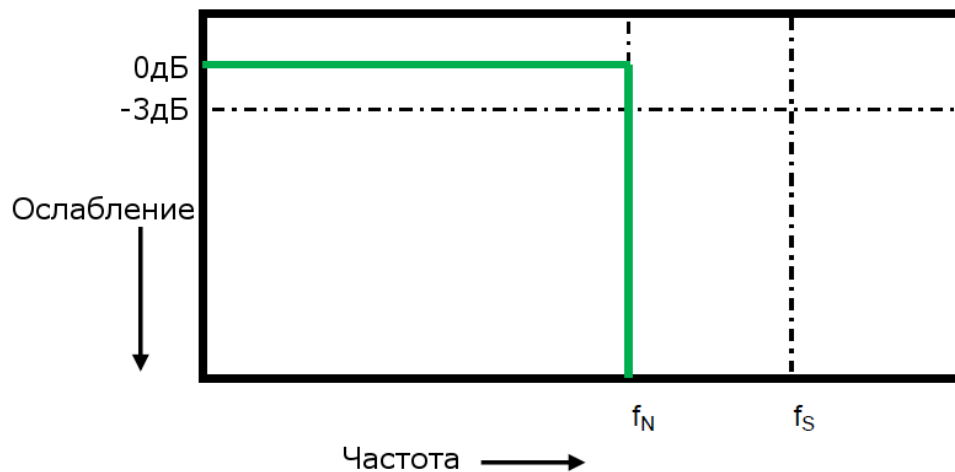
- **Потеря информации:** когда частота дискретизации слишком низка, сигнал восстановленный из выборок данных не отражает полную информацию текущего сигнала.



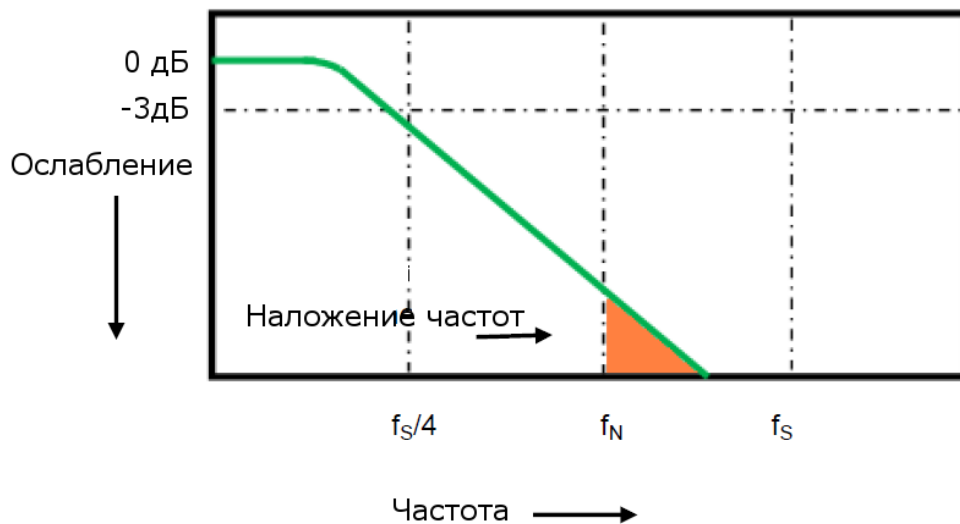
13.1.3 Частота дискретизации и полоса пропускания

Полоса пропускания осциллографа, это частота при которой амплитуда входного сигнала, поддерживаемой стабильной по уровню, уменьшится на экране осциллографа на 3 dB (- 30% ошибка амплитуды). Для обеспечения заявленной полосы пропускания частота дискретизации осциллографа должна соответствовать следующему значению: $f_s = 2f_{bw}$ (где: f_s – частота дискретизации, f_{bw} – частоты полосы пропускания). Частота Котельникова – f_n .

Согласно данной теории, все входные частотные компоненты сигнала, выше полосы пропускания будут отсечены, наглядно это выглядит так:



Тем не менее, цифровые сигналы имеют частотные компоненты выше несущей частоты (прямоугольный сигнал состоит из синусоидального сигнала с несущей частотой и бесконечного числа нечетных гармоник), и, как правило, в полосы пропускания 500 МГц и ниже, осциллограф имеет Гауссово частотную характеристику.



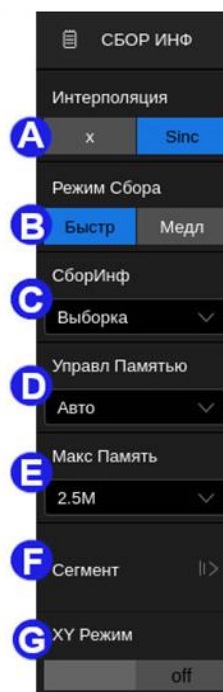
Ограничение полосы пропускания осциллографа (F_{bw} 1/4 частоты дискретизации ($F_s/4$)) уменьшает частотные компоненты выше частоты Найквиста (F_N)

На реально практике подтверждено, что частота дискретизации должна в четыре раза превышать полосу пропускания ($f_s = 4BW$). При таком соотношении сглаживание становится меньше, наложенные частотные компоненты ослабляются.

13.2 Меню сбора информации

Способ сбора информации - это способ выборки дискретов (сэмплов, единичных отсчетов) при оцифровке входного сигнала. В процессе преобразования входного аналогового сигнала в цифровую форму возможны различные способы обработки и представления входного сигнала на дисплее осциллографа.

- A. Выбор режима интерполяции
- B. Выбор режима сбора информации (**Fast/Быстрый** или **Low/медленный**)
- C. Выбор режима сбора данных (**Normal/Выборка, Peak Detect/ПикДетект**)
- D. Выбор режима управления памятью (**Auto/Авто, Fixed Sample Rate/Фиксированная дискретизация** и **Fixed Memory/Фиксированная память**)
- E. Выбор глубины памяти
- F. Вызов диалогового окна сегментированной развертки
- G. Включение/выключение режима отображения сигнала в формате XY.



Глубина памяти: В осциллографах серии АКИП-4158 максимальный объем памяти, в зависимости от активированной опции, может составлять 2 ГБ в одноканальном режиме. Глубина памяти обозначает количество точек сигнала, которые осциллограф может захватить за один запуск.

Для выбора длины памяти необходимо меню сбора информации выбрать пункт **Mem Depth/Выбор Памяти**. В открывшемся списке выбрать необходимую длину памяти, касанием или вращая универсальный регулятор, для подтверждения выбора нажать регулятор.

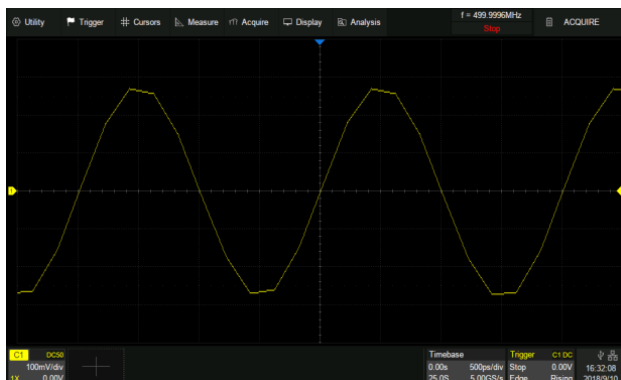
Соотношение глубины памяти, частоты дискретизации и длины сигнала удовлетворяет уравнению ниже:

Длина памяти = частота дискретизации (выборок в секунду) x длина осциллограммы (с/дел x дел)

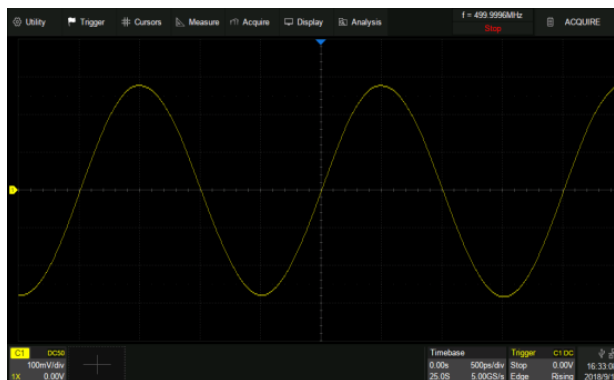
Интерполяция. В режиме дискретизации сигнала в реальном времени, на экране осциллографа отображаются дискретные значения выборок сигнала. Если строить сигнал только по захваченным дискретным выборкам, его достоверность будет отличаться от реального входного сигнала. Это хорошо заметно при анализе сигнала с частотой близкой к частоте дискретизации. Использование интерполяции $\text{Sinc}/(x)$ позволяет значительно увеличить достоверность отображения сигнала при частотах сигнала сопоставимых с частотой дискретизации.

X: Линейная интерполяция, самый простой способ интерполяции, соединяет две исходные точки прямой линией.

Sinc: интерполяция $\text{Sin}(x)/x$



Линейная интерполяция



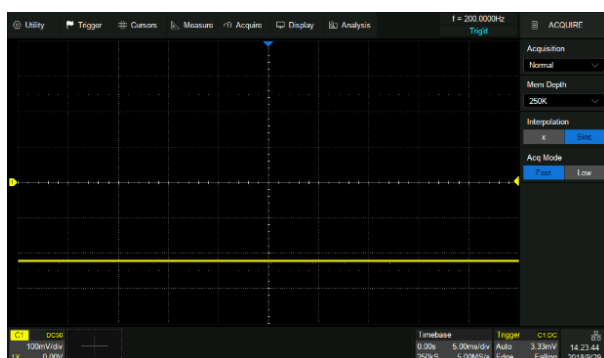
Интерполяция $\sin(x)/x$

Режим сбора: «Быстрый» является настройкой по умолчанию. АКИП-4158 обеспечивает очень высокую частоту обновления формы сигнала в быстром режиме. «Медленный» режим намеренно замедляет обновление сигнала.

13.2.1 Способ сбора информации

Normal (Выборка): Стандартная выборка – Обычная дискретизация в реальном масштабе времени. В режиме стандартной выборки осциллограф записывает каждую точку, полученную в результате каждого интервала дискретизации. Всего осциллограф может осуществить сбор до 2 ГБ отсчетов, в соответствии с выбранной длиной памяти и положением переключателя ВРЕМЯ/ДЕЛ. Режим стандартной выборки устанавливается по умолчанию при включении осциллографа.

Peak (Пиковый детектор): Режим «Пикового детектора» используется для обнаружения всплесков длительностью от 100 пс и снижения вероятности возникновения искажений при отображении сигнала. В этом режиме запоминаются минимальные и максимальные значения за все время накопления отсчетов. Этот режим удобен, например, при исследовании сигнала содержащего регулярные короткие выбросы. Так же в данном режиме осциллограф может отобразить все импульсы, длительность которых сопоставима с периодом дискретизации.



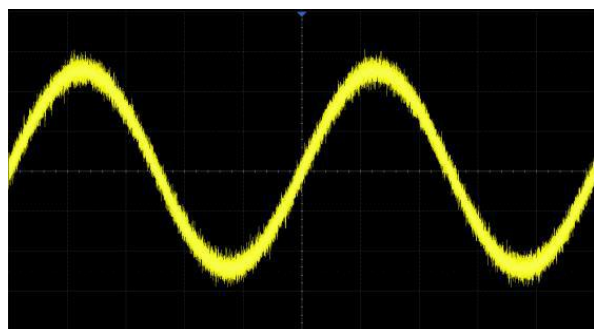
Normal/Выборка



Пиковый детектор

Average/Усреднение — это многократное сложение последовательных записей осциллограмм с неодинаковым весом. При стабильной синхронизации результирующее среднее значение имеет компонент случайного шума ниже, чем у одиночной записи. Чем

больше кадров накапливается, тем меньше шум. В осциллографах серии АКИП-4158 обработка в режиме усреднения осуществляется на аппаратном уровне, поэтому осциллограф может поддерживать высокую скорость обновления сигнала.



Normal/Выборка

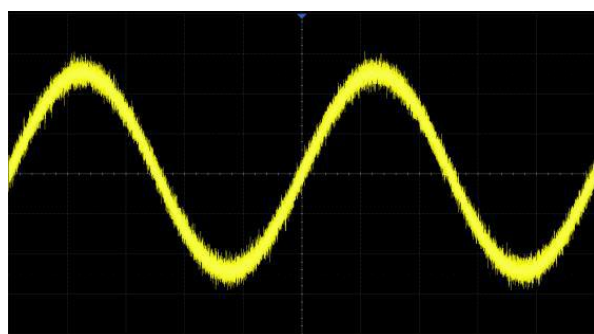


Режиме усреднения (128)

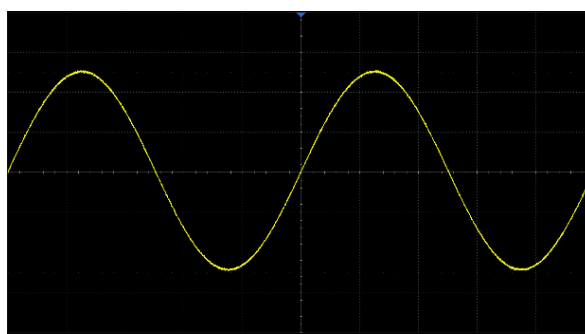
Примечание: Режим усреднения рекомендуется использовать только для периодических сигналов со стабильной синхронизацией сигнала.

ERES /Высокое разрешение.

В данном режиме сбора информации осциллограф фильтрует сигнала, подавляя шум в высокочастотной области, благодаря чему улучшается отношение сигнал/шум (SNR). В результате повышается разрешающая способность осциллографа (ENOB). Для осциллографов серии АКИП-4158 обработка ERES реализуется на аппаратном уровне, поэтому он может поддерживать высокую скорость обновления сигнала.



Normal/Выборка



ERES (3 бита)

В режиме сбора данных в высоком разрешении не требуется, чтобы сигнал был периодическим, и не требуется стабильный запуск, но из-за цифровой фильтрации полоса пропускания системы осциллографа будет сужаться. Чем больше число расширенных бит, тем уже полоса пропускания. Ниже приведена информация по соотношению между битами ERES и полосой пропускания:

Добавленный бит	Полоса пропускания (-3 дБ)
0,5	$0,25 \cdot \text{частота дискретизации}$
1	$0,115 \cdot \text{частота дискретизации}$
1,5	$0,055 \cdot \text{частота дискретизации}$
2	$0,028 \cdot \text{частота дискретизации}$
2,5	$0,014 \cdot \text{частота дискретизации}$
3	$0,007 \cdot \text{частота дискретизации}$
3,5	$0,0035 \cdot \text{частота дискретизации}$
4	$0,0017 \cdot \text{частота дискретизации}$

13.2.2 Управление памятью

Пункт меню управления памятью позволяет определить как осциллограф будет выполнять захват сигнала и обработку выборок.

Auto/Авто:

Данный режим управления памятью установлен по умолчанию. После выбора максимальной глубины памяти, осциллограф автоматически настраивает частоту дискретизации и глубину памяти в соответствии с временной разверткой.

Принцип регулировки соответствует следующей формуле:

$$\text{Частота дискретизации} = \text{глубина памяти} / \text{коэффициент развертки} * 10$$

Примечание: Под максимальной глубиной памяти понимается установленный верхний предел объема памяти, выделяемой осциллографом. Фактические точки выборки связаны с текущей временной разверткой и могут быть меньше заданного объема памяти. Информация о действующей глубине памяти и частоте дискретизации при выбранном коэффициенте развертки отображается в поле дескриптора "Развертка".

Fixed Sample Rate/Фиксированная частота дискретизации:

В данном режиме, частота дискретизации имеет фиксированное значение, осциллограф автоматически регулирует глубину памяти в соответствии с установленным значением коэффициента развертки и приведенной выше формулой.

Fixed Memory/Фиксированная память:

В данном режиме, глубина памяти имеет фиксированное значение, осциллограф автоматически регулирует частоту дискретизации в соответствии с установленным значением коэффициента развертки. При небольшом значении коэффициента развертки (например, 1 нс/дел) глубина памяти превышает время полного отображения, поэтому необходимо уменьшить масштаб захваченных данных для просмотра всех собранных данных в режиме остановки.

13.2.3 Самописец

Для перехода в режим самописца необходимо в главном меню выбрать пункт **Acquire/Сбор Инф** > **Roll/Самописец**.

В режиме самописца осциллограмма медленно отображается на экране с права на лево. При включении режима самописца коэффициент развертки автоматически устанавливается на 100 мс/дел, если ранее была включена более быстрая развертка, или не изменяется, если развертка была более 100 мс/дел. В режиме самописца синхронизация отсутствует, уровень синхронизации не отображается. Фиксированной точкой отсчета является правый угол экрана и относится к данному моменту времени. Так как на экран выводится не синхронизированный сигнал, следовательно, не отображается предзапуск.

Для остановки вывода сигнала на экран необходимо выбрать в главном меню пункт **Acquire/СборИнф** > **Run/Stop/Старт/Стоп**.

Для очистки экрана и повторного запуска самописца выбрать в главном меню пункт **Acquire/СборИнф** > **Run/Stop/Старт/Стоп**.

Режим самописца рекомендуется использовать для исследования низкочастотных сигналов и имитации ленточного самописца.

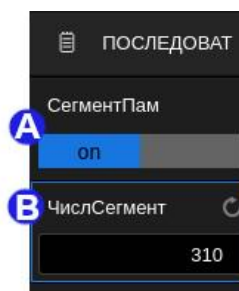
13.2.4 Режим сегментированной памяти

В главном меню выбрать пункт *Acquire/Сбор Инф* > *Sequence/Сегмент* для открытия диалогового окна

А. Включить или выключить режим сегментированной памяти

В. Установка числа сегментов*

*максимальное число сегментов 124000, зависит от установленного коэффициента развертки и выбранной глубине памяти



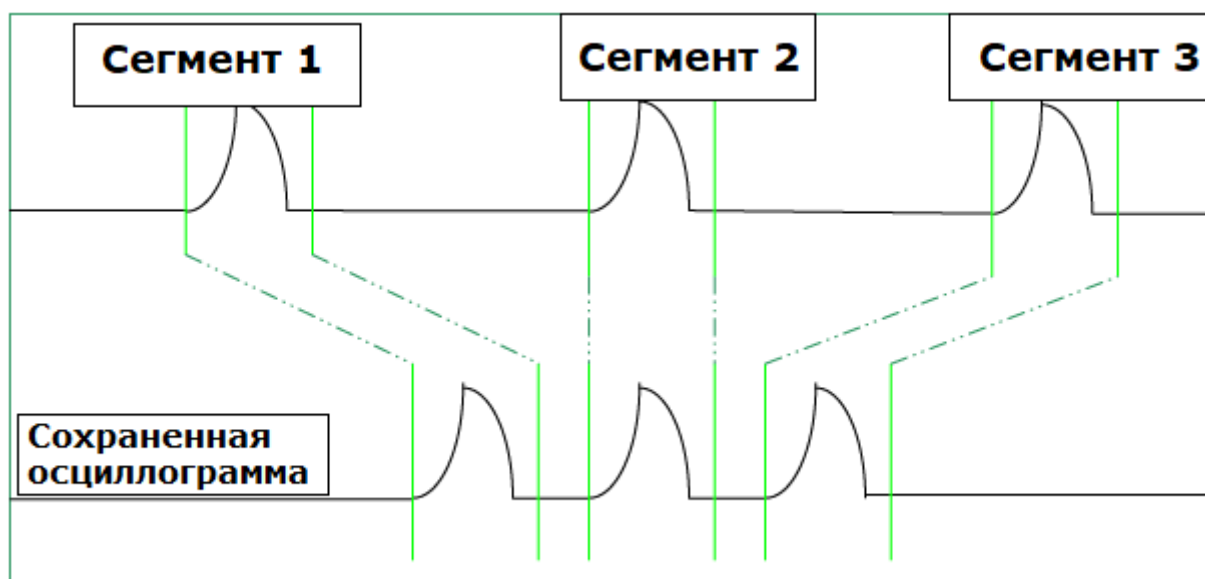
Режим сегментированной памяти является одним из режимов сбора данных, при котором не вся обрабатываемая АЦП информация выводится на экран. В результате максимальная скорость захвата может быть более 1 100 000 осциллограмм/с с межсегментным временем не более 0,9 мкс, а вероятность регистрации коротких выбросов в этом случае значительно повышается.

Сегментированный режим имеет ряд уникальных возможностей. Используя его, можно ограничить холостой интервал между запускающими синхроимпульсами для последовательно идущих сегментов. Прибор может в мельчайших подробностях регистрировать сложные последовательности событий за длительные промежутки времени, при этом игнорируя не представляющие интереса периоды «простоя» между этими событиями. Режим позволяет также измерять интервалы времени между событиями в выбранных сегментах, используя максимально точную развертку.

В сегментированном режиме осциллограмма составляется из определенного числа участков (сегментов) фиксированной длины. Регистрация сегментов осуществляется по условиям запуска развертки. Число сегментов и условия запуска задаются пользователем. Процесс регистрации сегментов в виде таблицы в пошаговом режиме отображается в левой верхней части экрана.

После завершения сбора данных осциллограф отобразит все сегменты вместе на экране. Если вам необходимо просмотреть и проанализировать каждый кадр отдельно, поможет режим истории (подробности см. В разделе «История»). Режим истории предоставляет метки времени для каждого сегмента.

В дополнение к минимизации мертвого времени, другое преимущество режима сегментированной памяти состоит в том, что он может захватывать и записывать редкие события в течение длительных периодов времени. Осциллограф может захватывать несколько событий, которые удовлетворяют условиям запуска, игнорируя периоды, не представляющие интереса между соседними событиями, тем самым максимально используя память формы волны. Вы можете использовать полную точность временной шкалы сбора данных для измерения выбранных сегментов.



Пример:

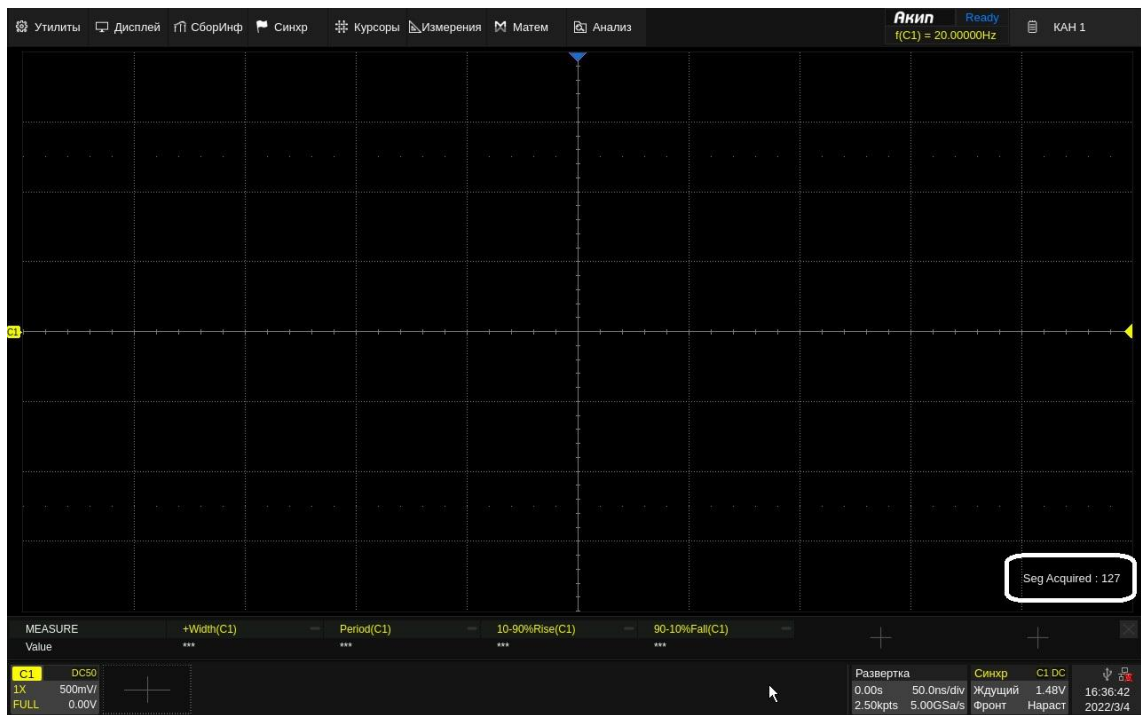
Подайте на вход канала 1 последовательность импульсов с периодом 40 мс. Время нарастания импульса составляет 150 нс, а время спада - 70 нс; длительность импульса составляет 200 нс, а амплитуда равна 0,4 Впик-пик. Выберите **Acquire/СБОР ИНФ > Auto Setup/АвтоУст.**

Установить режим связи входа по каналу 1 DC 50 Ом, а коэффициент отклонения 100 мВ/дел, вертикальное смещение - до 0. Установить уровень запуска равным 0. Глубина памяти 100 МБ.

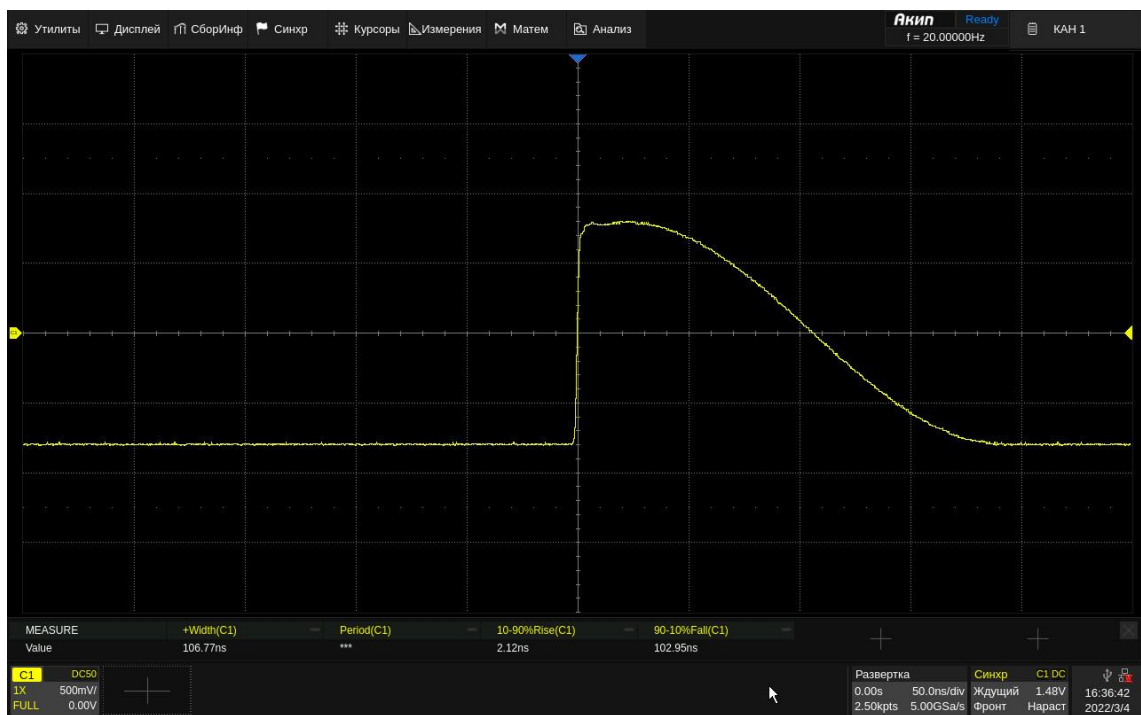


В обычном режиме на экране можно получить 5 импульсов с частотой дискретизации 500 МГц при глубине памяти 100 МБ.

Установить режим запуска «**Single/Однократный**», коэффициент развертки 100 нс/дел. Включить режим «**Sequence/Сегментированная память**» и установить максимальное число сегментов (43231 в этом примере, до 124 000 в зависимости от количества памяти и коэффициента развертки). Дождаться завершения сбора данных, затем все сигналы, удовлетворяющие условиям запуска, отобразятся на экране.



В режиме «**Sequence/Сегментированная память**» сигнал не отображается на экране до тех пор, пока не будет завершен захват данных. Во время сбора данных на экране отображается счетчик, показывающий количество полученных сегментов.



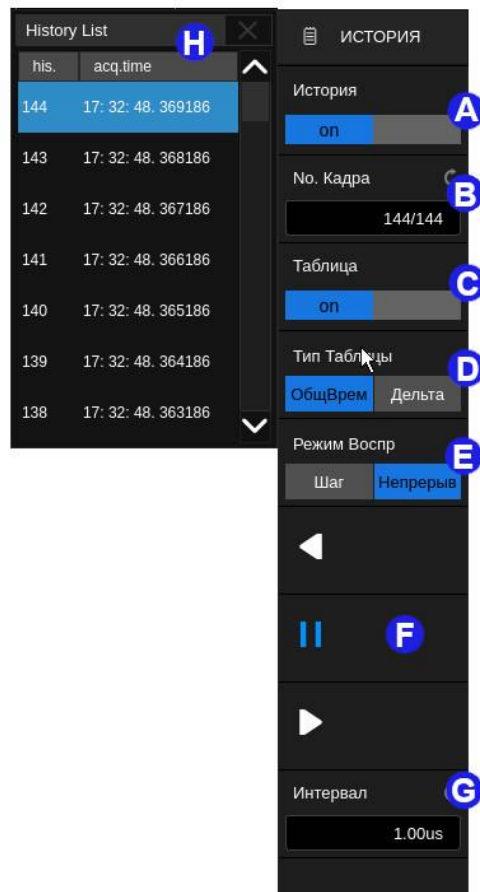
В данном примере 43231 импульсов могут быть получены с частотой дискретизации 20 ГГц на максимальной глубине памяти.

14 ИСТОРИЯ

Осциллограф обеспечивает возможность сохранение всех осциллограмм присутствующих на экране осциллографа в виде массива данных, до остановки сбора данных. В активном режиме сбора данных, данные записываются непрерывно, при достижении максимального числа кадров происходит их цикличная перезапись.

В главном меню выбрать пункт *Analysis/Анализ* > *History/История*, чтобы вызвать диалоговое окно.

- A.** Включить или выключить режим истории
- B.** Ввод номера кадра
- C.** Включить или выключить таблицу
- D.** Тип отображения времени в таблице
- E.** Выбор режима воспроизведения
- F.** Воспроизведение назад автоматически
- G.** Пауза
- H.** Воспроизведение вперед автоматически
- I.** Установка интервала времени между двумя кадрами при автоматическом воспроизведении
- J.** Таблица, отображает индекс кадра и метку времени для каждого кадра.



Осциллограф автоматически сохраняет полученные кадры. Он может хранить до 80 000 кадров, но их количество может варьироваться в зависимости от глубины памяти и настроек коэффициента отклонения. Включите режим истории, тогда сохраненные кадры могут быть вызваны и измерены.

Продолжите с примером в разделе выше. В режиме последовательности все сигналы, которые удовлетворяют условиям запуска, отображаются на дисплее. Если вам нужно наблюдать один кадр, вы можете использовать режим истории.

Для выбора конкретного кадра, необходимо включить режим истории, дважды коснитесь области **Frame No/Номер кадра**, после чего появится виртуальная цифровая клавиатура. Ввести число, например «5412», чтобы выбрать 5412-й сегмент (фрейм).

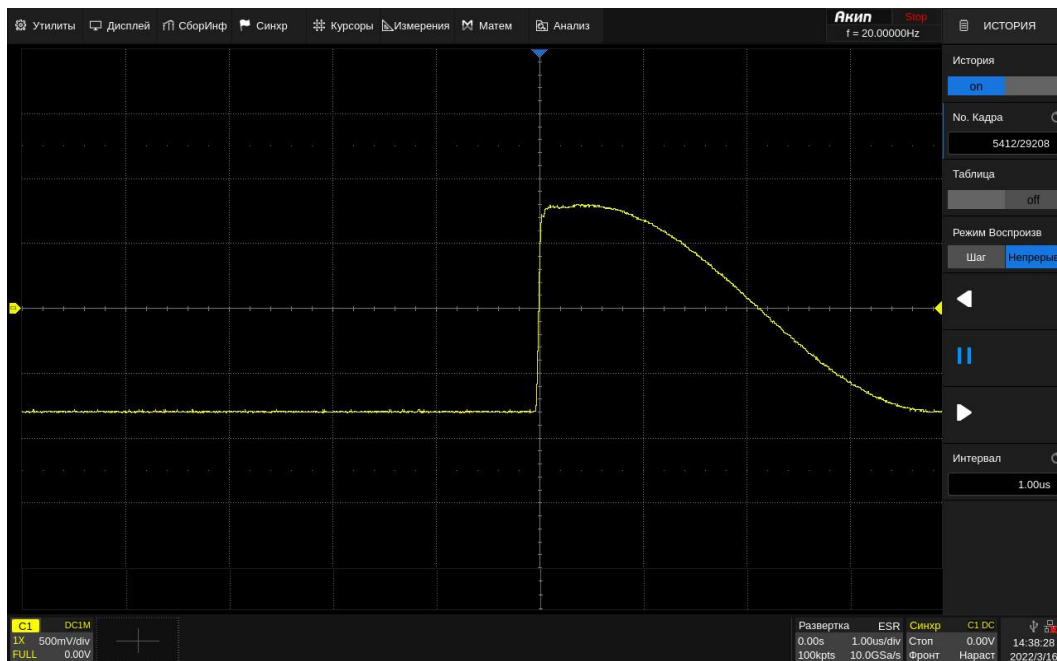


Рис. 14-1 Вывод 5412-го кадра, сегментированной памяти в режиме истории

Для просмотра информации по временной метке выбранного кадра, необходимо:

В режиме истории включить отображение таблицы, коснувшись пункта меню **List/Таблица** для включения отображения таблицы со списком кадров. В таблице отображается список кадров с временной меткой, в данном примере будет отображаться метка соответствующая кадру 5412.

Разрешение по времени составляет микросекунды. Временные метки могут иметь два варианта отображения, **AcqTime/Время Сбора** или **Delta T/Разница Времени**, Acq Time соответствует абсолютному времени кадра, синхронизированному с часами осциллографа реального времени; Дельта Т - это интервал времени сбора данных между соседними двумя кадрами, он показан на следующей диаграмме как 50 мс, что соответствует периоду фактического сигнала.

History List	
his.	acq.time
5406	00: 51: 37. 495635
5407	00: 51: 37. 545635
5408	00: 51: 37. 595635
5409	00: 51: 37. 645635
5410	00: 51: 37. 695635
5411	00: 51: 37. 745635
5412	00: 51: 37. 795635

AcqTime/Время Сбора

History List	
his.	delta t
5406	00: 00: 00. 050000
5407	00: 00: 00. 050000
5408	00: 00: 00. 050000
5409	00: 00: 00. 050000
5410	00: 00: 00. 050000
5411	00: 00: 00. 050000
5412	00: 00: 00. 050000

Delta T/Разница Времени

В дополнение к указанию кадра вручную, режим истории поддерживает автоматическое воспроизведение:

Нажать функциональную клавишу , чтобы воспроизвести сигнал с текущего кадра на первый.

Нажать функциональную клавишу , чтобы остановить воспроизведение.

Нажать функциональную клавишу , чтобы воспроизвести сигнал с текущего кадра до последнего.

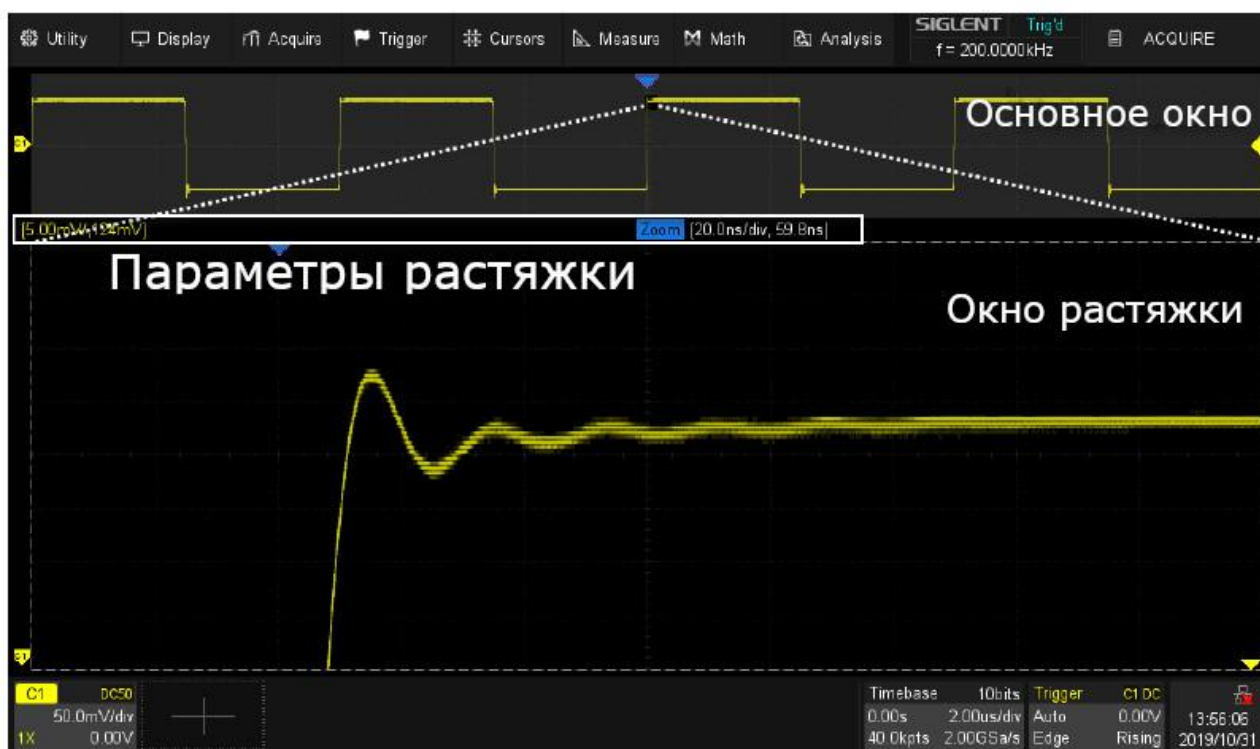
Коснитесь области **Интервал времени**, чтобы контролировать скорость автоматического воспроизведения. В процессе автоматического воспроизведения список автоматически прокручивается до текущего кадра.

15 УВЕЛИЧЕНИЕ (РАСТЯЖКА) СИГНАЛА (ZOOM)

Функция растяжки (ZOOM) используется для увеличения выделенной части осциллограммы и детального изучения сигнала.

Для включения функции растяжки необходимо в главном меню выбрать пункт **Acquire/СБОР ИНФ > Zoom/Растяжка** или в нижней части экрана, в поле дескрипторов выбрать **+** и в открывшемся окне добавить канал растяжки.

Когда функция масштабирования включена, область сигнала делится на верхнюю и нижнюю части. Область примерно на 1/3 высоты вверху — это главное окно, а область примерно на 2/3 высоты внизу — окно растяжки. Щелкните по нужному окну, чтобы активировать его.



Область, не покрытая серым фоном в основной области сигнала, представляет собой диапазон, который необходимо увеличить (область масштабирования). Щелкните поле дескриптора осциллограммы масштабирования, чтобы вызвать быстрые диалоговые окна для настройки вертикальных и горизонтальных параметров окна масштабирования.

Z1	
Horizontal	Vertical
Timebase 20.0ns/	Scale 200mV/
	☒ Coarse
Delay 0.00s	Center 1.91V
Zero	Zero
Close Zoom	Reset Zoom

Z1
20.0ns/ 200mV/
0.00s 1.91V

Горизонтальное положение области масштабирования, горизонтальное положение формы сигнала, горизонтальный масштаб окна масштабирования и горизонтальный масштаб основного окна могут управляться мышью, как указано ниже:



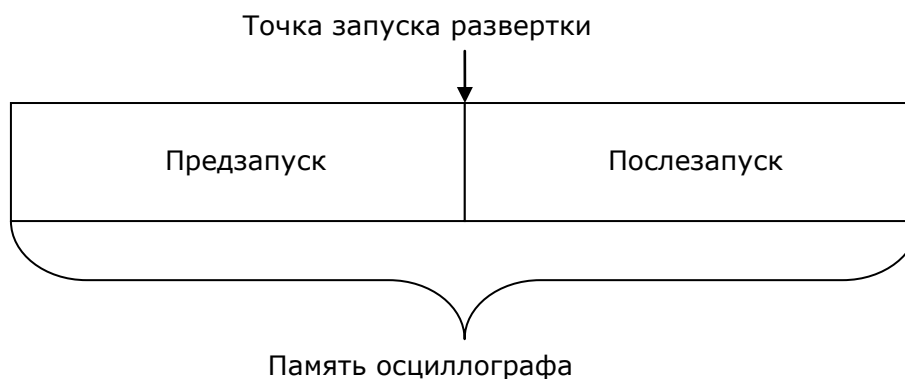
Отрегулируйте горизонтальное положение области масштабирования, перетаскивая влево или вправо область масштабирования, или области осциллограммы.



16 СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ (TRIGGER)

Система синхронизации позволяет определить условия запуска сигнала. Когда сигнал канала синхронизации соответствует заданным условиям, осциллограф осуществляет захват сигнала и его стабильное отображения на экране. В цифровых осциллографах входной сигнал отображается непрерывно, но только выполнение заданных условий синхронизации гарантирует стабильное отображение сигнала.

Ниже приведена схема сбора информации. Положение точки запуска развертки определяется контрольной точкой времени и установленной задержкой запуска.



Настройки схемы синхронизации должны быть основаны на особенностях входного сигнала, это условие необходимо для быстрой настройки и захвата сигнала.

Осциллографы серии АКИП-4158 обладают развитой системой синхронизации, обеспечивающей следующие условия запуска: по фронту, по скорости нарастания фронта, по длительности импульса, ТВ (видео) сигналом, по интервалу между импульсами, по параметрам окна, по ранту, по шаблону (логические условия), отложенный запуск, по заданной последовательности (IIC, SPI и др.).

16.1 Источник синхронизации

В качестве источника синхронизации в осциллографах серии АКИП-4158 может быть выбран аналоговый канал (**CH1, CH2, CH3, CH4 / КАН1, КАН2, КАН3, КАН4**), канал внешней синхронизации (**EXT, EXT/5 / ВНЕШ, ВНЕШ/5**) или может быть выполнена синхронизация от сети питания (**AC Line / Сеть**).

Для выбора источника синхронизации необходимо в главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** или коснуться дескриптора **Trigger/Синхр**, в открывшемся меню коснитесь пункта **Source/Источник** в открывшемся окне выбрать источник синхронизации.

Выбранный источник синхронизации отображается на дескрипторе **Trigger**, в нижнем правом углу экрана.

Аналоговый вход:

Сигналы с аналоговых каналов могут быть выбраны в качестве сигналов синхронизации. Синхронизация по аналоговому каналу выполняется, даже если отключен вывод канала на экран осциллографа.

Вход внешней синхронизации:

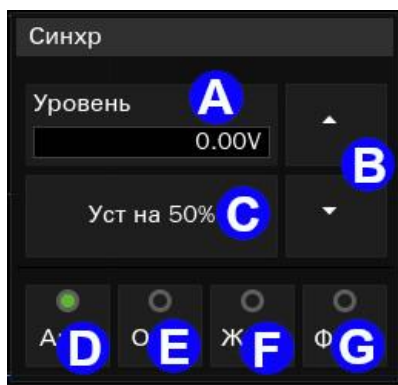
Внешний источник запуска может быть использован для подачи внешнего запускающего сигнала на разъем **ВНЕШ СИНХР** в том случае, когда аналоговые каналы используются для сбора данных. При выборе источника синхронизации **ВНЕШ/5** сигнал синхронизации, подаваемый на разъем **ВНЕШ СИНХР** будет ослаблен в 5 раз.

Сеть:

В качестве источника сигнала синхронизации может быть использовано сетевое переменное напряжение на входе разъема питания осциллографа. Данный источник синхронизации может быть использован для отображения отношений между сигналом (например, осветительные устройства) и питания (питание прибора). Так же, источник синхронизации от сети может быть использован для смежных измерений энергетики для стабильности синхронизации сигнала с выхода трансформатора.

16.2 Настройка синхронизации

Коснитесь поля дескриптора системы синхронизации (Trigger) для доступа к меню быстрых настроек синхронизации. Диалоговое окно отобразится в правой части экрана.



- A. Текущий уровень запуска
- B. Стрелки для изменения уровня запуска
- C. Установка уровня запуска на 50% от уровня сигнала
- D. Режим работы развертки АВТО (AUTO)
- E. Режим однократного запуска развертки (Single)
- F. Режим ждущей развертки (Normal)
- G. Режим принудительной развертки (Force)

Режим развёртки определяет поведение осциллографа все остальное время отличное от момента запуска. Осциллограф предлагает три режима развертки:

- автоматический;
- ждущий;
- однократный;
- форсированный.

АВТО (AUTO): этот режим развертки позволяет осциллографу регистрировать даже те сигналы, которые не соответствуют условию запуска. При отсутствии пускового сигнала соответствующего условиям запуска осциллограф через определенный период (как определено настройкой длительности развертки) произведет самозапуск. В случае такого форсированного запуска процесс отображения осциллограммы на экране никак не связан с самим сигналом, поэтому если появляется действующий пусковой сигнал, то изображение на экране становятся стабильным. Любой фактор, вызывающий нестабильность формы сигнала, может быть обнаружен в режиме автоматического запуска, например, при проверке выхода источника питания.

ЖДУЩИЙ (Normal): ждущий режим переводит осциллограф в режиме ожидания выполнения условий синхронизации и осциллограф будет регистрировать форму сигналов только при выполнении условий запуска. При отсутствии этих условий осциллограф ждёт их появления и на экране сохраняется предыдущая осциллограмма, если это возможно.

ОДНОКРАТНЫЙ (Single): в режиме однократного запуска после выбора пункта меню Однокр/Single осциллограф ждёт выполнения условий запуска. При их выполнении осциллограф регистрирует одну форму сигнала и останавливается. Повторный однократный запуск возможен при повторном выборе Однокр/Single.

ПРИНУДИТЕЛЬНЫЙ (Force): незамедлительное выполнение развертки, даже если не выполнено условие синхронизации.

16.3 Уровень запуска

Точка запуска определяется уровнем запуска и выбором наклона (положительный или отрицательный фронт).



Уровень запуска – Пороговое напряжение (В), при котором происходит запуск.

Пользователь может установить уровень запуска, для выбранного аналогового канала, выбрав дескриптор Trigger/Синхр.

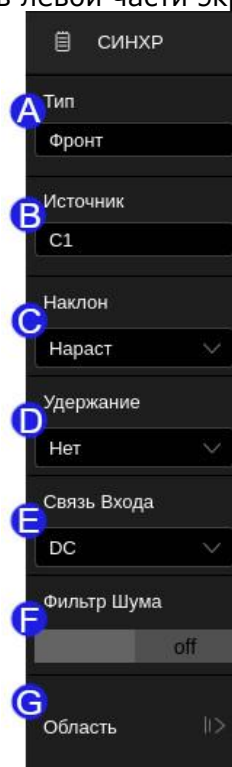
При выборе пункт *Set to 50%/Уст на 50%*, происходит установка уровня сигнала запуска на 50 % амплитуды осциллограмм.

Уровень запуска отображается маркером  расположенным в левой части экрана.

- A. Выбор типа синхронизации
- B. Выбор источника синхронизации
- C. Выбор типа наклона
- D. Выбор типа задержки синхронизации
- E. Выбор типа связи
- F. Включить / выключить подавление шумов.

Когда функция включена гистерезис триггера увеличивается, поэтому помехоустойчивость цепи триггера выше, но чувствительность триггера ухудшается

- G. Выделение зоны (зон) синхронизации



16.4 Виды синхронизации

Вид синхронизации выбирается в меню настроек синхронизации, для этого необходимо:

1. В главном меню выбрать пункт *Trigger/Синхр* > *Menu/Меню*.
2. В отрывшемся меню выбрать пункт *Trigger Type/ Тип Запуска*.
3. Откроется окно выбора вида синхронизации.

Осциллографы серии АКИП-4158 поддерживают следующие виды синхронизации:



Edge/Фронт – синхронизация по фронту

Slope/Наклон – синхронизация по скорости нарастания

Pulse/Импульс – синхронизация по длительности импульса

Video/Видео – синхронизация по параметрам видеосигнала

Windows/Окно - синхронизация по параметрам окна

Interval/Интервал - синхронизация по временному интервалу

Dropout/Отложенный - отложенный запуск

Runt/Пант - синхронизация по ранту

Pattern/Шаблон - синхронизация по заданному шаблону

Serial/Последовательные данные – синхронизация по событию в последовательной шине

Qualified/По качеству – синхронизация по двум событиям

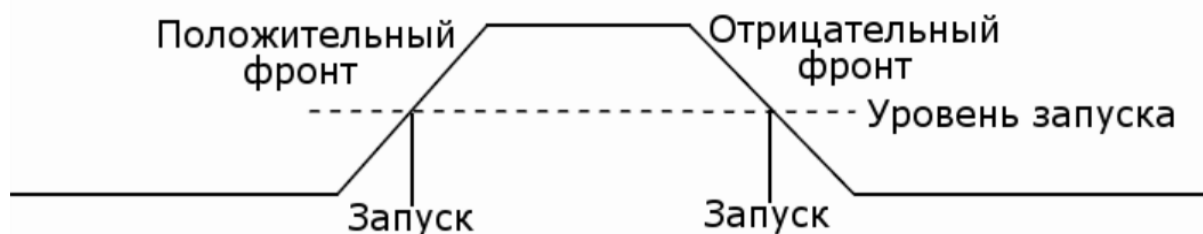
Nth Edge/По № фронта – запуск по № фронту, после указанного времени простоя

Delay/Задержка – запуск, когда время задержки между источником А и источником В соответствует предельному условию

Setup/Hold/Настройка/Удержание – запуск, когда время установки или время удержания соответствуют предельному условию

16.4.1 Синхронизация по фронту

Запуск по фронту является простейшим типом запуска. Запуск по фронту происходит, когда сигнал пересекает амплитудный порог, как с положительным, так и с отрицательным наклоном, с возможностью удержания запуска по заданному временному интервалу.



1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню**.
2. В отрывшемся меню выбрать пункт **Trigger Type/ Тип Запуска**.



3. Коснитесь пальцем на экране значка «Фронт».
4. Коснитесь пункта **Source/Источник** и выбрать источник сигнала синхронизации.
5. Коснитесь пункта **Slope/Наклон** и выбрать синхронизацию положительным фронтом (**Rising/Рост**), синхронизацию отрицательным фронтом (**Falling/Спад**)

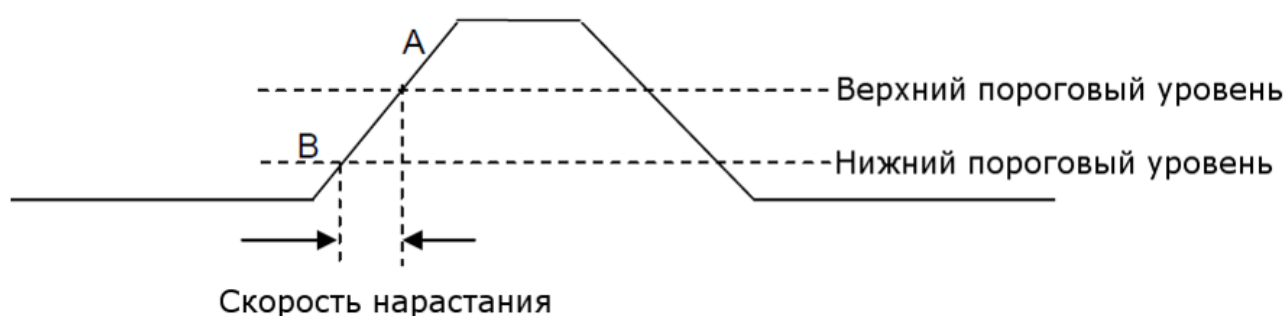
или синхронизацию по любому фронту (**Alter/Поперем**), который обнаружен первым.

6. Для установки уровня запуска необходимо выбрать дескриптор Trigger/Синхр и в открывшемся окне задать значение в поле Level/Уровень.
7. Коснитесь пункта **Holdoff Close/Удерж ВЫКЛ** для включения функции задержки запуска. Для установки времени удержания запуска необходимо использовать универсальный регулятор

Примечание: При выполнении функции автоматической установки осциллограф производит автоматическую настройку параметров, для оптимального отображения сигнала и выбирает режим синхронизации по фронту.

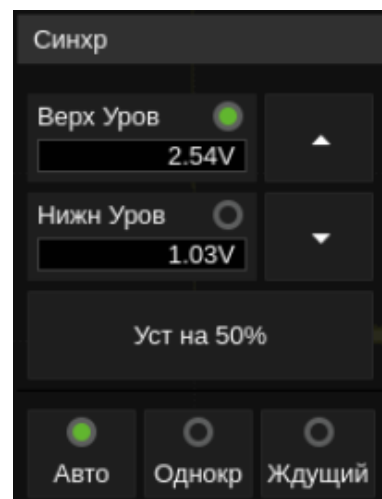
16.4.2 Синхронизация по скорости нарастания.

Запуск по заданной скорости нарастания или среза фронта, определяемой проходом от пересечения **В** до пересечения **А** пороговых уровней в течение времени, которое больше, меньше, находится в пределах или вне пределов установленного временного интервала. Пороговые величины также может быть заданы.



1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр > Menu/Меню**.
2. В открывшемся меню коснитесь пункта **Trigger Type/ Тип Запуска**.
3. Коснитесь пальцем на экране значка **Slope/Наклон** .
4. Коснитесь пункта **Source/Источник** и выбрать источник сигнала синхронизации.
5. Коснитесь пункта **Slope/Наклон** и выбрать синхронизацию положительным фронтом (**Rising/Рост**) или синхронизацию отрицательным фронтом (**Falling/Спад**).
6. Коснитесь пункта **Limit Range/Запуск Когда**, для выбора условия синхронизации:
 - <=** - Когда скорость нарастания меньше заданного значения;
 - >=** - Когда скорость нарастания больше заданного значения;
 - [--,--]** - Когда скорость в пределах заданного диапазона;
 -][--** - Когда скорость нарастания больше или меньше заданного значения.
7. Коснитесь кнопки меню **Upper Value/Верхнее Знач** для установки значения верхнего временного значения. Установка значения осуществляется универсальным регулятором. Затем коснитесь кнопки **Lower Value/Нижнее Знач** для установки значения нижнего временного значения. Нижнее временное значение, не может быть выше верхнего значения и на оборот.
8. Установите пороговый уровень.

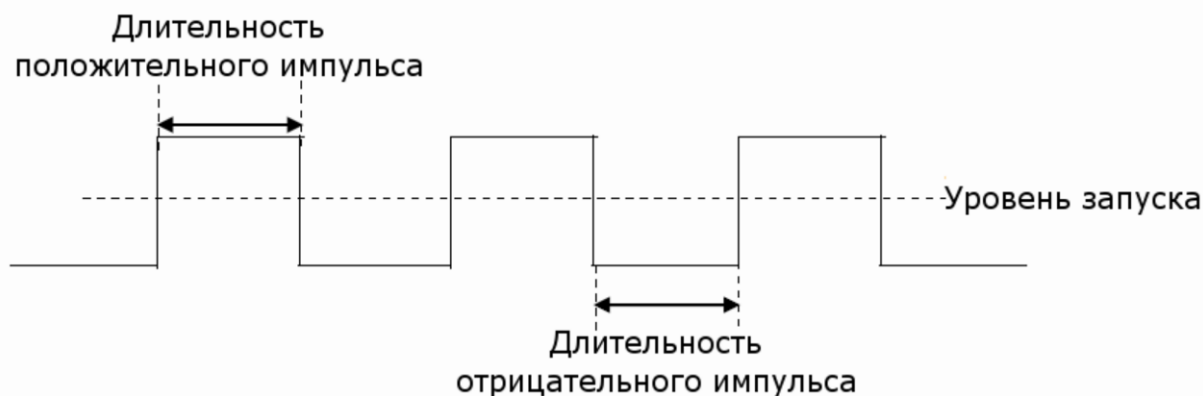
Для этого необходимо коснуться дескриптора Синхр и в открывшемся окне выбрать *Level Upper/Верх УровЗнач* или *Level Lower/Нижн Уров* для установки значения верхнего или нижнего порогового уровня. Установка осуществляется с помощью виртуальной клавиатуры или курсорными кнопками на экране прибора.



9. Коснитесь кнопки управления *Holdoff/Удержание* для включения функции задержки запуска. Для установки времени удержания запуска необходимо использовать универсальный регулятор.

16.4.3 Синхронизация по условиям длительности импульса

Запуск по окончании положительного или отрицательного импульса, когда длительность импульса больше, меньше, находится в пределах или вне пределов установленной длительности.



1. В главном меню выбрать пункт *Trigger/Синхр* > *Menu/Меню*.
 2. В открывшемся меню коснитесь пункта *Trigger Type/ Тип Запуска*.
 3. Коснитесь пальцем на экране значка *Pulse/Импульс*.
 4. Коснитесь пункта *Source/Источник* и выбрать источник сигнала синхронизации.
 5. Для установки уровня запуска необходимо выбрать дескриптор *Trigger/Синхр* и в открывшемся окне задать значение в поле *Level/Уровень*.
 6. Коснитесь пункта *Polarity/Полярн* для выбора полярности импульса, по которому будет выполняться синхронизация *Positive/Положительная* или *Negative/Отрицательная*.
 7. Коснитесь кнопки управления *Limit Range/Запуск Когда*, для выбора условия синхронизации:
 - $\leq$ - Длительность импульса меньше заданного значения.
- Пример: при установке условия < 100 нс, запуск произойдет при обнаружении импульса с длительностью менее 100 нс.



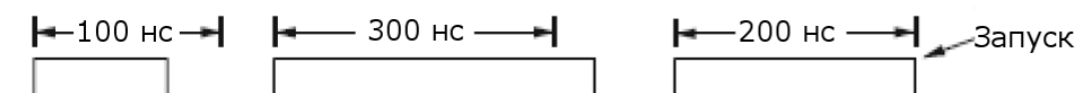
- $\geq$ - Длительность импульса больше заданного значения.

Пример: при установке условия > 100 нс, запуск произойдет при обнаружении импульса с длительностью более 100 нс.



- [--,--] - Когда длительность импульса больше нижнего предела и меньше верхнего предела.

Пример: при установке условия > 100 нс и < 300 нс, запуск произойдет при обнаружении импульса в указанном диапазоне, между 100 и 300 нс.



- --][-- - Когда длительность импульса больше верхнего предела и меньше нижнего предела.

16.4.4 Синхронизация по параметрам ТВ сигнала

В этом режиме схема синхронизации дает возможность синхронизации полного телевизионного сигнала, выбора полярности видеосигнала, выбора системы цветного телевидения, выбора ТВ-строки, и ТВ поля. Осциллографы серии АКИП-4158 поддерживают синхронизацию по следующим типам цветного телевидения: NTSC, PAL, HDTV и пользовательский вариант настроек видеосигнала.

1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню**.
2. В открывшемся меню коснитесь пункта **Trigger Type/ Тип Запуска**.
3. Коснитесь пальцем на экране значка **Видео** .
4. Коснитесь пункта **Source/Источник** и выбрать источник сигнала синхронизации.
5. Для установки уровня запуска необходимо выбрать дескриптор **Trigger/Синхр** и в открывшемся окне задать значение в поле **Level/Уровень**.
6. Коснитесь пункта **Standard/Стандарт** для выбора видео стандарта. Осциллографы серии АКИП-4158 поддерживают следующие виды видео стандартов.

Стандарт	Тип	Синхроимпульс
NTSC	Чересстрочная	BI-level
PAL	Чересстрочная	BI-level
HDTV 720P/50	Прогрессивная	Tri-level
HDTV 720P/60	Прогрессивная	Tri-level
HDTV 1080P/50	Прогрессивная	Tri-level
HDTV 1080P/60	Прогрессивная	Tri-level
HDTV 1080i/50	Прогрессивная	Tri-level
HDTV 1080i/50	Прогрессивная	Tri-level
Пользовательский		

Пользователь также может задать собственные настройки стандарта, для этого необходимо выбрать тип **Custom/Пользоват.**

Частота кадров	25 Гц, 30 Гц, 50 Гц, 60 Гц	
Число строк	300 ~ 2000	
Число полей	1, 2, 4, 8	
Чересстрочная развертка	1:1, 2:1, 4:1, 8:1	
Точка запуска	Строка	Поле
	(значение строки)/1 (1:1)	1
	(значение строки)/2 (2:1)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	(значение строки)/4 (4:1)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	(значение строки)/8 (8:1)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Значение строки может установлено в диапазоне от 300 до 2000.

Ниже представлена таблица, где на примере 800 строки показана взаимосвязь выбора строки, поля, развертки и точки запуска.

Строка	Число полей	Развертка	Строка запуска	Поле запуска
800	1	1:1	800	1
800	1,2,4 или 8	2:1	400	1, 1~2, 1~4, 1~8
800	1,2,4 или 8	4:1	200	1, 1~2, 1~4, 1~8
800	1,2,4 или 8	8:1	100	1, 1~2, 1~4, 1~8

7. Коснитесь пункта **Sync/Синхр.** для выбора условия запуска. Для любого типа телевизионного сигнала можно задать тип синхронизации **Any/Любой** или **Select/Выбор**.

Any/Любой – синхронизация по любому горизонтальному синхроимпульсу;

Select/Выбор – выбор поля и строки синхронизации. Для выбора нажать кнопку управления меню **Line/Строка** или **Field/Поле**, выбрать значение универсальным регулятором.

Ниже в таблице приведена информация о количестве строк в поле для каждого из видео стандартов.

Стандарт	Поле 1	Поле 2
NTSC	1 ... 263	1 ... 262
PAL	1 ... 313	1 ... 312
HDTV 720P/50, HDTV 720P/60	1 ... 750	
HDTV 1080P/50, HDTV 1080P/60	1 ... 1125	
HDTV 1080iP/50, HDTV 1080i/60	1 ... 563	1 ... 562

16.4.5 Синхронизация по параметрам окна

В этом режиме синхронизации запуск происходит, когда уровень сигнала выходит за пределы установленного «окна» (пересекает верхнюю или нижнюю границы).



Есть два вида окон: абсолютное и относительное. Окна имеют различные методы корректировки уровня запуска. При выборе окна абсолютного типа, нижний и верхний уровень запуска можно регулировать соответственно с помощью ручки регулятора

установки уровня. При выборе окна относительного типа, доступна регулировка центральной оси уровня запуска, и значение отстройки нижней и верхней границ от центра.

Если нижний и верхний пороговые уровни находятся в пределах диапазона амплитуды сигнала, синхронизации будет выполняться как по нарастающему, так и по спадающему фронту.

Если верхний пороговый уровень находится в пределах диапазона уровня сигнала, в то время как нижний пороговый уровень выходит за пределы диапазона уровня сигнала, синхронизация будет выполняться только по нарастающему фронту.

Если нижний пороговый уровень находится в пределах диапазона уровня сигнала, в то время как верхний пороговый уровень выходит за пределы диапазоны уровня сигнала, синхронизация будет выполняться только по спадающему фронту

Настройки Absolute/Абсолютного типа окна.

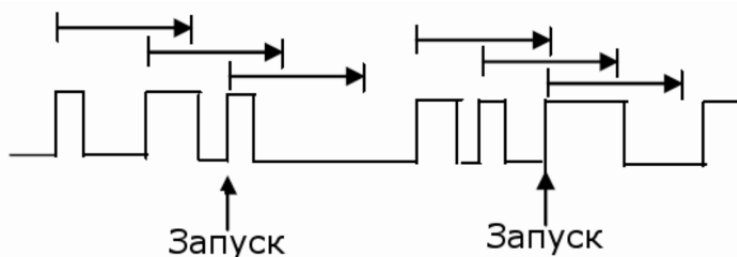
1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню**.
 2. В открывшемся меню коснитесь пункта **Trigger Type/ Тип Запуска**.
- 
3. Коснитесь пальцем на экране значка **Window/Окно**.
 4. Коснитесь пункта **Source/Источник** и выбрать источник сигнала синхронизации.
 5. Коснитесь пункта **Type/Тип окна** для выбора **Absolute/Абсолютного** окна.
 6. Для установки уровня запуска необходимо выбрать дескриптор **Trigger/Синхр** и в открывшемся окне задать значение в поле **Level/Уровень**.
 7. Коснитесь кнопки управления **Holdoff Close/Удерж ВЫКЛ** для включения функции задержки запуска. Для установки времени удержания запуска необходимо использовать универсальный регулятор

Настройки Relative/Относительного типа окна.

1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню**.
 2. В открывшемся меню коснитесь пункта **Trigger Type/ Тип Запуска**.
- 
3. Коснитесь пальцем на экране значка **Window/Окно**.
 4. Коснитесь пункта **Source/Источник** и выбрать источник сигнала синхронизации.
 5. Коснитесь пункта **Type/Тип окна** для выбора **Relative/Относительного** окна.
 6. Для установки уровня запуска необходимо выбрать дескриптор **Trigger/Синхр** и в открывшемся окне задать значение в поле **Level/Уровень**.
 7. Коснитесь кнопки управления **Holdoff Close/Удерж ВЫКЛ** для включения функции задержки запуска. Для установки времени удержания запуска необходимо использовать универсальный регулятор

16.4.6 Синхронизация по интервалу

Запуск по второму положительному или отрицательному фронту, когда промежуток времени между фронтами больше, меньше, находится в пределах или вне пределов установленного временного интервала.



1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню**.
 2. В открывшемся меню коснитесь пункта **Trigger Type/ Тип Запуска**.
- 
3. Коснитесь пальцем на экране значка **Interval/Интервал**.
 4. Коснитесь пункта **Source/Источник** и выбрать источник сигнала синхронизации.

5. В разделе меню **Slope/Наклон** касанием выбрать синхронизацию положительным фронтом (**Rising/Рост**), или синхронизацию отрицательным фронтом (**Falling/Спад**).
6. Коснитесь пункта **Limit Range/Запуск Когда**, для выбора условия синхронизации:
 - **<=** - (меньше заданного значения): запуск, когда интервал времени до второго положительного или отрицательного фронта меньше заданного значения.
 - **>=** - (больше заданного значения): запуск, когда интервал времени до второго положительного или отрицательного фронта больше заданного значения.
 - **[--,--]** - (в пределах заданного диапазона): запуск, когда интервал времени до второго положительного или отрицательного фронта больше заданного значения нижнего предела и меньше заданного значения верхнего предела.
 - **--][--** - (вне пределов заданного диапазона): запуск, когда интервал времени до второго положительного или отрицательного фронта больше заданного значения верхнего предела и меньше заданного значения нижнего предела.

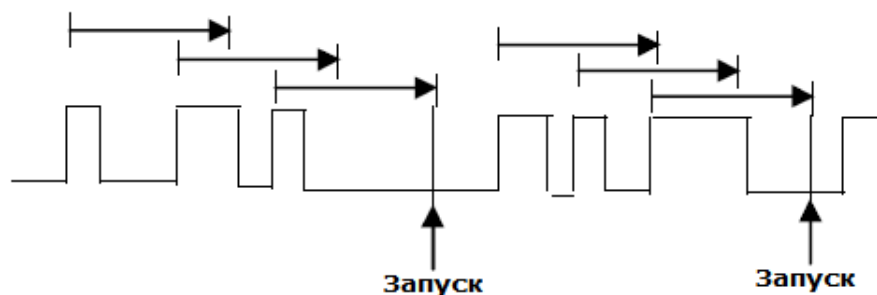
После выбора условия синхронизации, нажать кнопку управления меню (**<=**, **>=**, **[--,--]**, **--][--**) и выполнить установку интервала времени с помощью универсального регулятора.
7. Коснитесь пункта **Holdoff Close/Удерж ВЫКЛ** для включения функции задержки запуска. Для установки времени удержания запуска необходимо использовать универсальный регулятор

16.4.7 Отложенный запуск

Запуск при пропадании сигнала на время больше заданного по условию фронта или состояния.

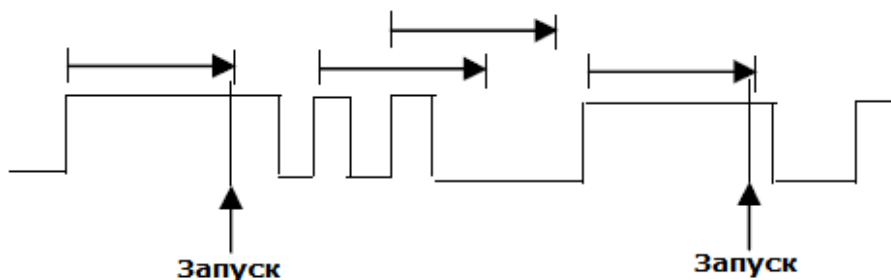
Условие «фронт»

Запуск, когда временной интервал (ΔT) от момента, когда фронт (или спад) входного сигнала пересекает заданный уровень запуска до того момента, когда следующий фронт (или спад) пересекает заданный уровень запуска, больше установленного времени ожидания. Как показано на рисунке ниже.



Условие «состояние»

Запуск, когда временной интервал (ΔT) от момента, когда фронт (или спад) входного сигнала пересекает заданный уровень запуска до того момента, когда спад (или следующий фронт) пересекает заданный уровень запуска, больше установленного времени ожидания. Как показано на рисунке ниже.



Настройки отложенного запуска по условию «Фронт».

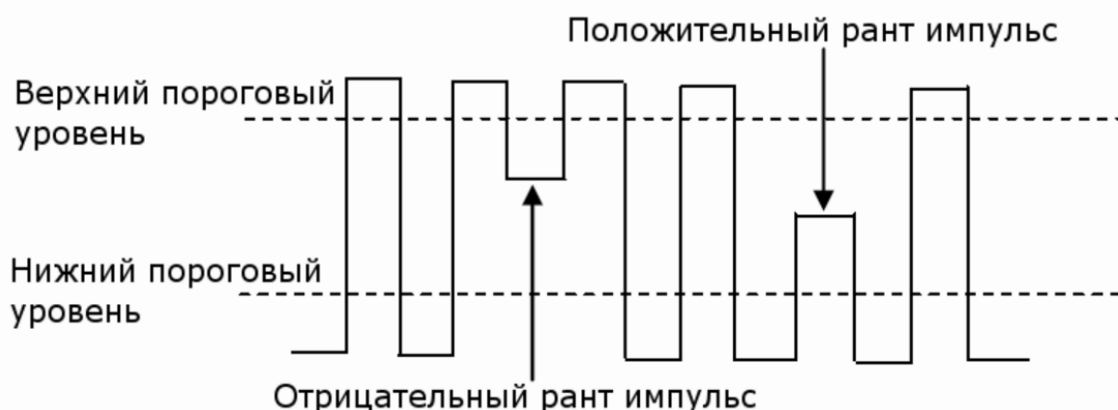
1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню**.
2. В открывшемся меню коснитесь пункта **Trigger Type/ Тип Запуска**.
3. Коснитесь пальцем на экране значка **Drop Out/Отложенная** .
4. Коснитесь пункта **Source/Источник** и выбрать источник сигнала синхронизации.
5. В разделе меню **Slope/Наклон** и выбрать синхронизацию положительным фронтом (**Rising/Пост**), или синхронизацию отрицательным фронтом (**Falling/Спад**).
6. В разделе меню **OverTime Type/Тип Времени** выбрать **Edge/Фронт**.
7. В разделе меню **Time/Время**, выбрать значение времени, используя универсальный регулятор.
8. Коснитесь пункта **Holdoff Close/Удерж ВЫКЛ** для включения функции задержки запуска. Для установки времени удержания запуска необходимо использовать универсальный регулятор.

Настройки отложенного запуска по условию «Состояние».

1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню**.
2. В открывшемся меню коснитесь пункта **Trigger Type/ Тип Запуска**.
3. Коснитесь пальцем на экране значка **Drop Out/Отложенная** .
4. Коснитесь пункта **Source/Источник** и выбрать источник сигнала синхронизации.
5. В разделе меню **Slope/Наклон** и выбрать синхронизацию положительным фронтом (**Rising/Пост**), или синхронизацию отрицательным фронтом (**Falling/Спад**).
6. В разделе меню **OverTime Type/Тип Времени** выбрать **State/Состояние**.
7. В разделе меню **Time/Время**, выбрать значение времени, используя универсальный регулятор.
8. Коснитесь пункта **Holdoff Close/Удерж ВЫКЛ** для включения функции задержки запуска. Для установки времени удержания запуска необходимо использовать универсальный регулятор.

16.4.8 Синхронизация по ранту

Запуск развертки по ранту, определяемому 2 порогами по уровню и по длительности ранта, которая больше, меньше, находится в пределах или вне пределов установленного временного значения.



Отрицательный рант импульс пересекает верхний пороговый уровень, но не пересекает нижний пороговый уровень.

Положительный рант импульс пересекает нижний пороговый уровень, но не пересекает верхний пороговый уровень.

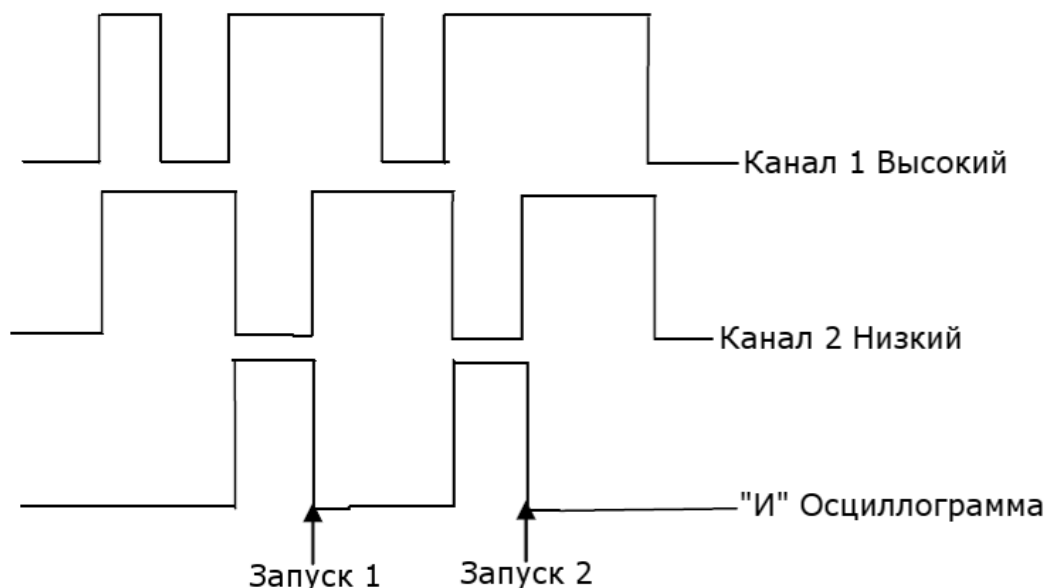
1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню**.
2. В открывшемся меню коснитесь пункта **Trigger Type/ Тип Запуска**.



3. Коснитесь пальцем на экране значка **Runt/Пант**.
4. Коснитесь пункта **Source/Источник** и выбрать источник сигнала синхронизации.
5. В разделе меню **Polarity/Полярность** выбрать полярность импульса по которому будет выполняться синхронизация **Positive/Положит.** (положительная полярность) или **Negative/Отрицат.** (отрицательная полярность).
6. Коснитесь пункта **Limit Range/Запуск Когда**, для выбора условия синхронизации (**<=, >=, [--, --] or --][--**).
7. В разделе меню **Lower Upper/Верхн Нижн** установить значения верхнего и нижнего порогового уровня. Установка значения осуществляется универсальным регулятором или вводится с экрана прибора. Нижнее значение порогового уровня, не может быть выше верхнего значения и на оборот.
8. Коснитесь пункта **Holdoff Close/Удерж ВЫКЛ** для включения функции задержки запуска. Для установки времени удержания запуска необходимо использовать универсальный регулятор.

16.4.9 Синхронизация по заданному шаблону

Синхронизация развертки комбинацией сигналов от различных источников (каналов). При создании условия задаются уровни для каждого из каналов, которые затем связываются между собой логическими функциями (И; И'НЕ; ИЛИ; ИЛИ'НЕ), с возможностью удержания запуска по заданному временному интервалу.



1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню**.
2. В открывшемся меню коснитесь пункта **Trigger Type/ Тип Запуска**.



3. Коснитесь пальцем на экране значка **Pattern/Шаблон**.
4. Коснитесь пункта **Logic/Логика** и с помощью универсального регулятора выбрать логическое условие: **AND/И, OR/ИЛИ, NAND/И-НЕ** или **NOR/НИ**.
5. Коснитесь пункта **Source Setting/Настройка Источника**, откроется окно выбора и настройки источника запуска.
6. Для каждого источника выбрать логический уровень: **Don't care/Любой, Low/Низкий** или **High/Высокий**.
 - **Low/Низкий** – установка низкого логического уровня для выбранного канала. Низкий уровень — это уровень напряжения меньше уровня запуска и порогового уровня канала.

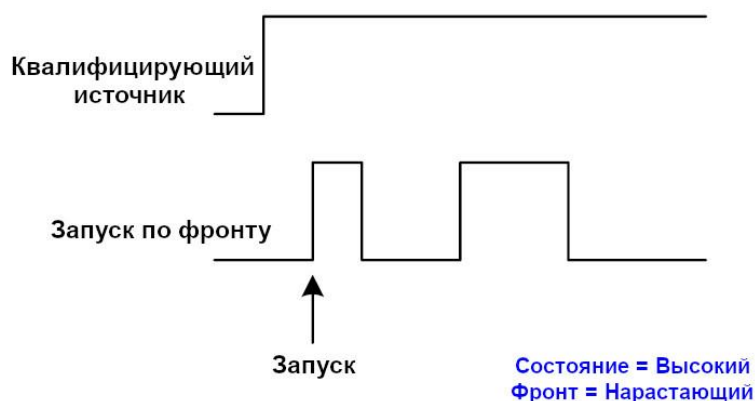
- **High/Высокий** – установка высокого логического уровня для выбранного канала. Высокий уровень — это уровень напряжения больше уровня запуска и порогового уровня канала.
 - **Don't care/Любой** – логически уровень для выбранного канала не выбирается. Любые параметры канала не учитываются при синхронизации.
 - Если для обоих каналов выбран режим **Don't care/Любой** то сигнал не будет синхронизирован.
7. Для установки уровня запуска необходимо выбрать дескриптор Trigger/Синхр и в открывшемся окне задать значение в поле Level/Уровень.
 8. Коснитесь кнопки управления *Limit Range/Запуск Когда*, для выбора условия синхронизации ($\leq, \geq, [--, --]$ or $--][--]$).
 9. В разделе меню *Lower Upper/Верхн Нижн* установить значения верхнего и нижнего порогового уровня. Установка значения осуществляется универсальным регулятором или вводится с экрана прибора. Нижнее значение порогового уровня, не может быть выше верхнего значения и на оборот.
 10. Коснитесь кнопки управления *Holdoff Close/Удерж Выкл* для включения функции задержки запуска. Для установки времени удержания запуска необходимо использовать универсальный регулятор.

16.4.10 Синхронизация по качеству

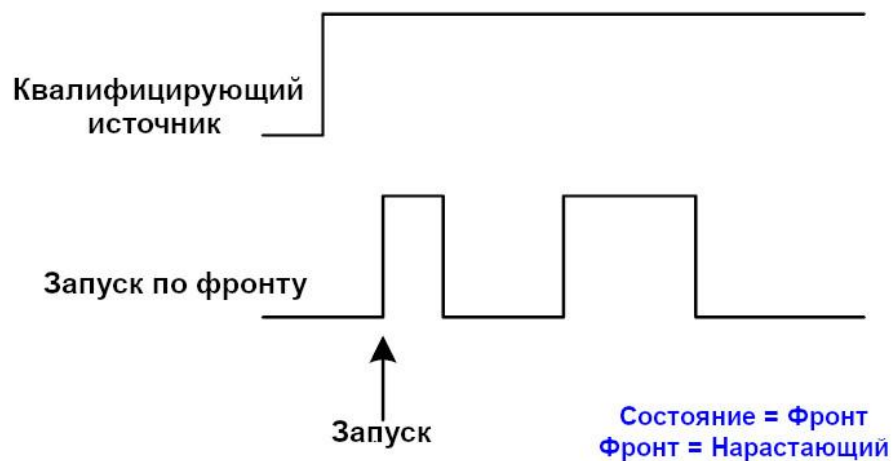
Синхронизация по качеству — это запуск по фронту сигнала после выполнения определяемого пользователем квалифицирующего условия. Таким образом, запуск по качеству имеет два источника; один является источником запуском по фронту, другой — квалифицирующий источник.

К квалифицирующим источникам относятся «State/Состояние», «State with Delay/Состояние с задержкой», «Edge/Фронт» и «Edge with Delay/Фронт с задержкой».

Если выбран тип «Состояние», осциллограф запускается по первому фронту, когда квалифицированный источник находится в указанном состоянии (высоком или низком). Если выбран тип «Состояние с задержкой», также доступно условие ограничения времени.



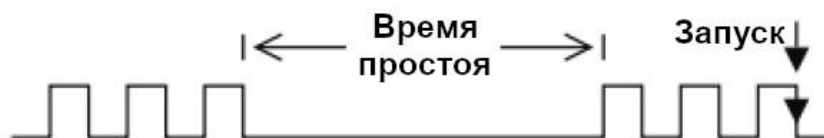
Если выбран тип «Фронт», осциллограф запускается по первому фронту после указанного фронта (нарастающего или спадающего) квалифицированного источника; если выбран тип «Фронт с задержкой», доступно условие ограничения времени.



Коснитесь области **Qualified Setting/Настройка Качества** для выбора квалифицирующего источника и пороговый уровень. Коснитесь области **Edge Setting/Настройка Фронта**, чтобы выбрать источник синхронизации по фронту, пороговое значение и наклон.

16.4.11 Запуск по N-му фронту

Синхронизация сигнала по N-му фронту аналогична по настройке простой синхронизации по фронту. Запуск происходит после выполнения заданных пользователем условий времени простоя и числа фронтов. Пример на рисунке ниже показывает условие запуска по заданным параметрам: когда время простоя между последовательностями импульсов превышает указанное время простоя, он запускается по третьему заднему фронту последовательности импульсов.



16.5 Удержание запуска

Функция удержания — это дополнительное условие для режима синхронизации по фронту. Она может быть выражена как интервал времени или количество событий. Функция удержания блокирует схему синхронизации на заданный период времени или количество событий после последнего запуска развертки. События — это случаи, когда имеет место выполнение условий запуска. Следующий запуск произойдет, когда истекнут условия удержания и будут выполнены остальные условия запуска.

Функция удержания используется для получения стабильного запуска на составных периодических сигналах. Например, если известно количество или длительности элементарных сигналов, образующих составной сигнал, то можно заблокировать их, выбрав подходящее значение удержания. Похожие условия используются в условных типах синхронизации.

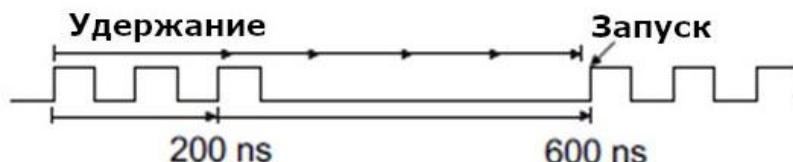
Иногда можно достичь стабильного отображения периодических сложных сигналов, наложив условие на интервал времени между последовательными запусками. В противном случае это время определяется только входным сигналом, режимом связи и полосой пропускания прибора. Выберите положительный или отрицательный запускающий фронт и минимальное время между запусками. Запускающий синхроимпульс генерируется, когда будет выполнено условие запуска после истечения времени выдержки, отсчитываемого от последнего синхроимпульса. Можно выбрать любой промежуток времени от 8 нс до 30 с. Отсчет времени удержания начинается заново после каждого запуска.

16.5.1 Задержка по времени

Время удержания - это время ожидания осциллографа перед повторным включением схемы запуска. Осциллограф не сработает, пока не истечет время удержания.

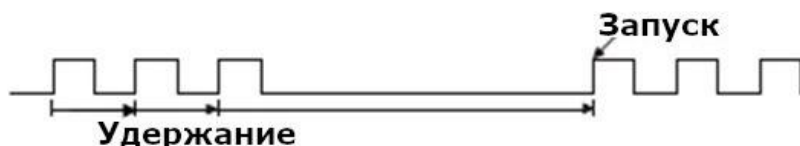
Используйте задержку для запуска на повторяющихся сигналах, которые имеют несколько ребер (или других событий) между повторениями сигналов. Вы также можете использовать удержание для запуска по первому фронту пакета, когда вы знаете минимальное время между пакетами.

Например, для достижения стабильного запуска повторяющихся импульсов, показанных на рисунке ниже, необходимо установить время удержания (t) равным 200 нс $< t < 600$ нс.



16.5.2 Задержка по событию

Событие удержания - это количество событий, которое осциллограф считает перед повторным включением схемы запуска. Осциллограф не сработает, пока события удержания счетчика не достигнут установленного значения. На следующем рисунке событие удержания установлено на 3, и сигнал запускается на четвертом фронте.



Параметр **Start Holdoff On/Положение Задержки** определяет начальную позицию удержания.



Acq Start/Старт Точка - Начальная позиция удержания - это первая временная точка, удовлетворяющая условию запуска, когда начинается захват данных. В приведенном выше примере каждое удержание начинается с первого нарастающего фронта последовательности импульсов.

Last Trig Time/ Последняя Синхронизация (Время последнего запуска) - начальная позиция удержания - это время последнего запуска. В приведенном выше примере последняя позиция запуска находится на втором переднем фронте последовательности импульсов, и вторая задержка начинается с этой точки.

16.6 Установка вида связи схемы синхронизации

Вид связи – способ подключения сигнала на вход схемы запуска.

Для выбора вида связи схемы синхронизации необходимо в главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню**, в открывшемся меню выбрать **Coupling/СвязьВх**.

В осциллографах серии АКИП-4158 предусмотрены четыре вида связи схемы синхронизации.

ДС (Открытый вход) – Применяется для подачи на вход запуска всех частотных компонент сигнала, или в случаях, когда закрытый вход (АС) может привести к смещению эффективного уровня запуска.

АС (Закрытый вход) – Емкостная связь по входу. Отсечение постоянной составляющей, подавление частот ниже 15 Гц.

HF Reject (ВЧ фильтр) – (подавление ВЧ) Связь через низкочастотный фильтр, подавляющий частоты свыше 1,3 МГц. Применяется для запуска на низких частотах.

LF Reject (НЧ фильтр) – (подавление НЧ) Связь по входу через емкостной высокочастотный фильтр; отсечение постоянной составляющей, подавление частот ниже

2,4 МГц. Применяется для повышения стабильности запуска на средних и высоких частотах.

16.7 Фильтр шума

Функция подавления шума добавляет дополнительный гистерезис в схему синхронизации. За счет увеличения зоны гистерезиса в схеме синхронизации, уменьшается вероятность ложных срабатываний от шума в сигнале. В тоже время, фильтр шума уменьшает чувствительность запуска, поэтому для срабатывания необходим сигнал с большим уровнем.

Для включения функции подавления шума необходимо в главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню**, в открывшемся меню выбрать **Noise Reject/Фильтр Шума** для включения функции подавления шума, повторное нажатие кнопки отключает данную функцию.

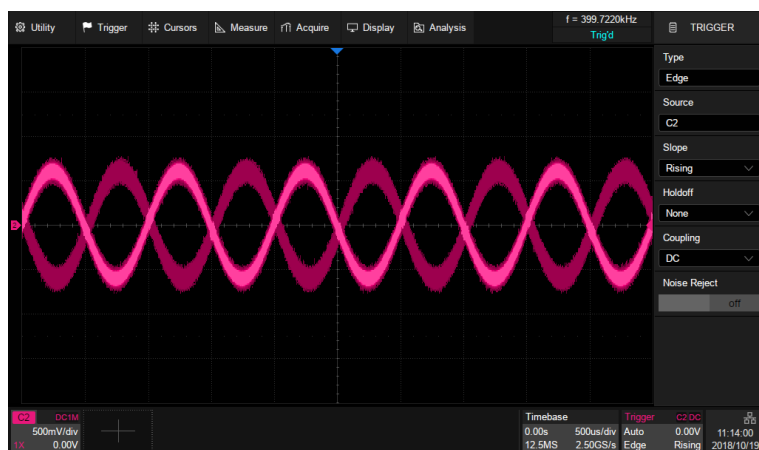


Рис. 16-1 Функция подавления шума отключена

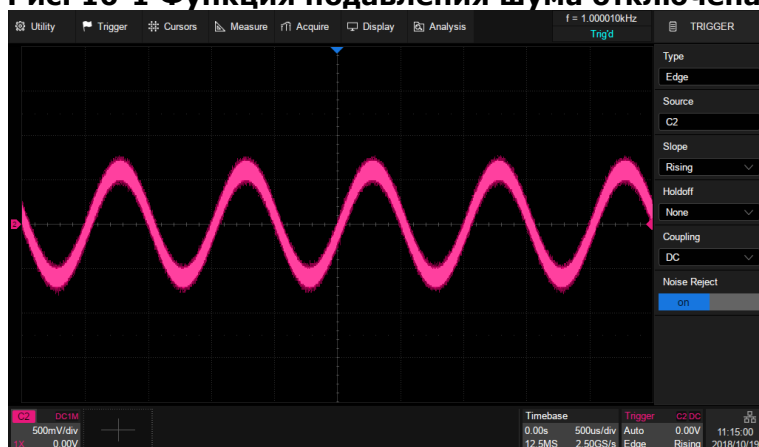


Рис. 16-2 Функция подавления шума включена

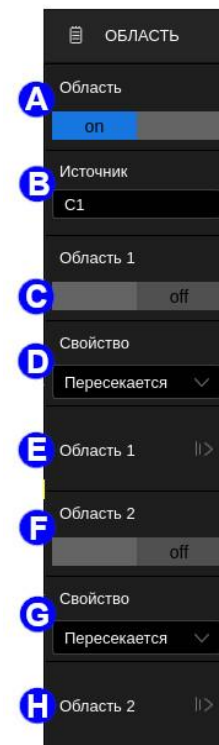
16.8 Область синхронизации

Осциллографы серии АКИП-4158 в добавлении к стандартным условиям синхронизации сигнала позволяют задать области синхронизации для захвата сложных событий. Доступны две определяемые пользователем области: Zone1/Область1 и Zone2/Область2.

Для каждой из областей можно задать условие для синхронизации: **Intersect/Пересекает** или **Not-intersect/Не пересекает**. «Пересечение» включает только события, происходящие в выделенной области. «Непересекающиеся» события включают все события, происходящие за пределами выделенной зоны.

Для выбора области синхронизации необходимо в главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню**, в открывшемся меню выбрать **Zone/Область**.

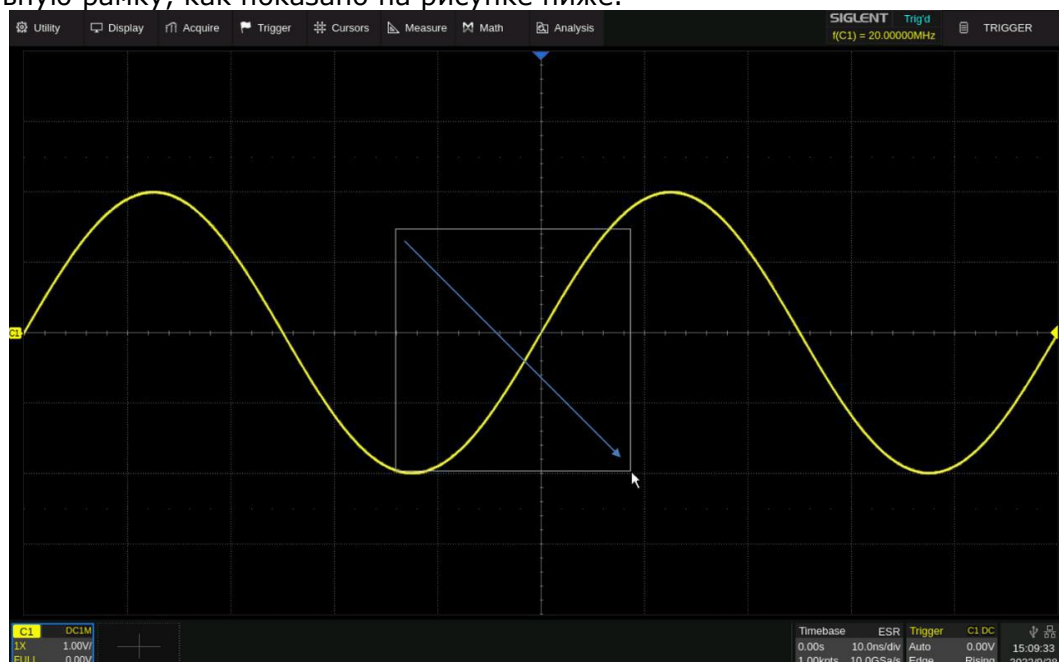
- A. Вкл/Выкл режима области синхронизации
- B. Выбор источника: Кан1 ... Кан4
- C. Вкл/Выкл Область1.
- D. Выбор свойства Область1: Пересекает или Не пересекает
- E. Установка координат Область1. Диапазон установки находится в пределах области сигнала.
- F. Вкл/Выкл Область2.
- G. Выбор свойства Область1: Пересекает или Не пересекает
- H. Установка координат Область1. Диапазон установки находится в пределах области сигнала.



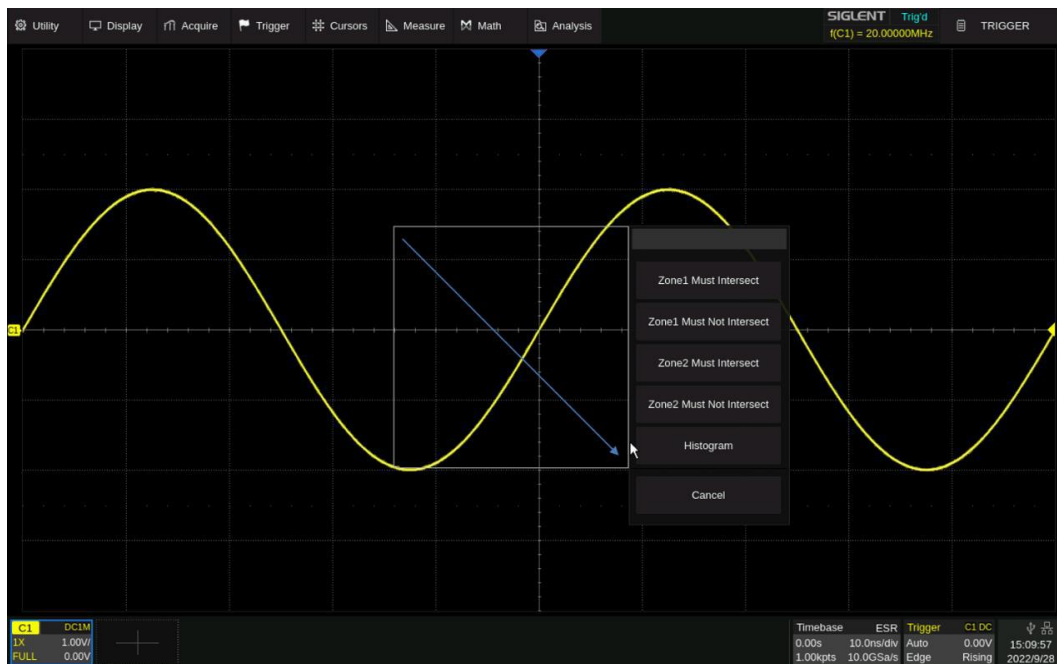
Область можно создать с помощью жестов или через меню настройки **Zone/Область** > **Zone Setting/Обл Устан.** Цвет контура области соответствует цвету канала выбранного в качестве источника.

Создание области с помощью мыши

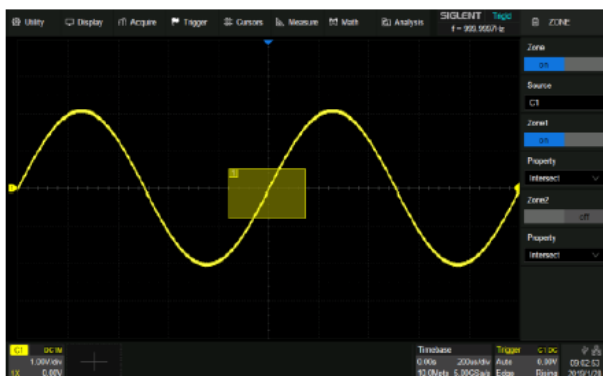
Когда включен режим области синхронизации, необходимо навести курсор мыши на любую область на сетке, нажав и удерживая левую кнопку мыши нарисовать прямоугольную рамку, как показано на рисунке ниже.



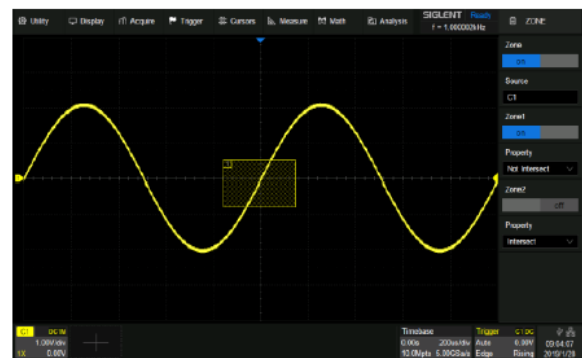
После того как рамка будет нарисована, необходимо отпустить левую кнопку мыши. Рядом с рамкой отобразится всплывающее меню выбора Области и Свойств Области.



Созданную область можно перемещать перетаскиванием. Просто наведите курсор и зажав левую кнопку мыши переместите область в нужно место.



Источник – КАН1, Область1 – ВКЛ, состояние – “Пересекает”



Источник – КАН1, Область1 – ВКЛ, состояние – “Не Пересекает”

Создание области с помощью диалогового окна

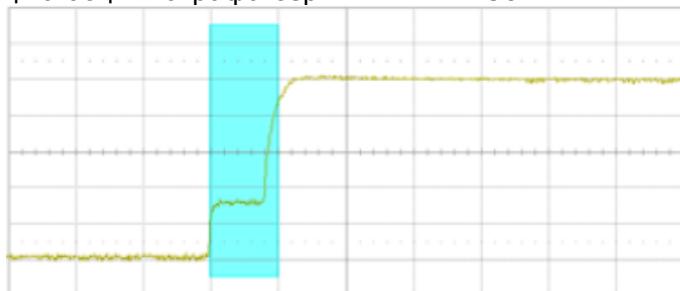
Для доступа к диалоговому окну настроек области необходимо, в меню синхронизации выбрать **Zone/Область** > **Zone1 Setting/Область1** или **Zone 2 Setting/Область 2**

- Установка левой границы области
- Установка правой границы области
- Установка верхней границы области
- Установка нижней границы области
- Возврат в предыдущее меню

Коснитесь одного из пунктов меню указанных выше, задать значение с помощью универсального регулятора или виртуальной клавиатуры.

Примечание. Если обе области, Область1 и Область2, включены результат логической операции «И» в двух зонах становится определяющим условием срабатывания запуска.

Ниже приведен пример, в котором показано как синхронизировать сигнал на шине с помощью осциллографа серии АКИП-4158:



При использовании простой синхронизации по фронту сигналу зафиксировать аномалию будет весьма маловероятно. Благодаря высокой скорости обновления, можно увидеть аномалию, если включить режим послесвечения.



Рис. 16-3 Отображение аномалии в режиме послесвечения

В данном случае, применение режима синхронизации по области, самый быстрый и простой способ стабильного захвата сигнала. Необходимо включить режим области синхронизации и нарисовать рамку, в зоне аномалии, как показано ниже:

Включите триггер зоны и нарисуйте рамку для пересечения с зоной конфликта шины, как показано на изображении ниже:

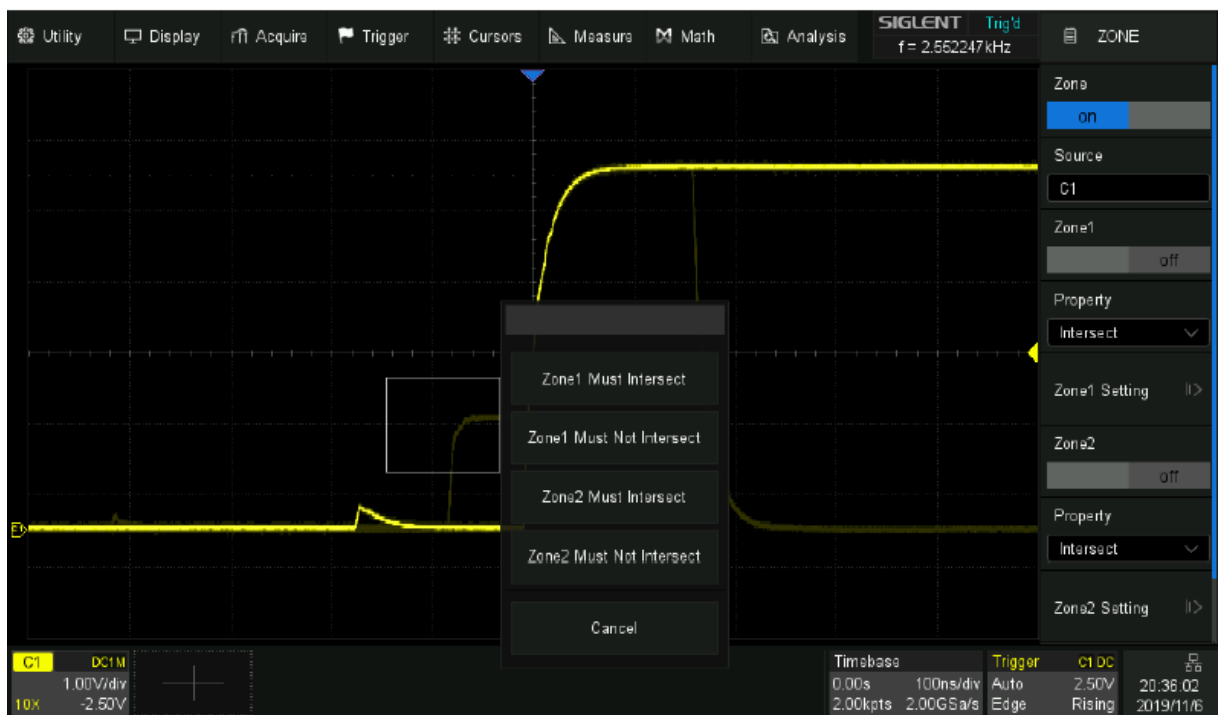


Рис. 16-4 Пример выделения области синхронизации

Для точной синхронизации и стабильного сигнала, рекомендуется использовать две области. Для Области1 выбрать параметр "Пересекает", для Области2 выбрать параметр "Не пересекает". Теперь мы можем точно получить точную, стабильную форму сигнала шины с аномалией:

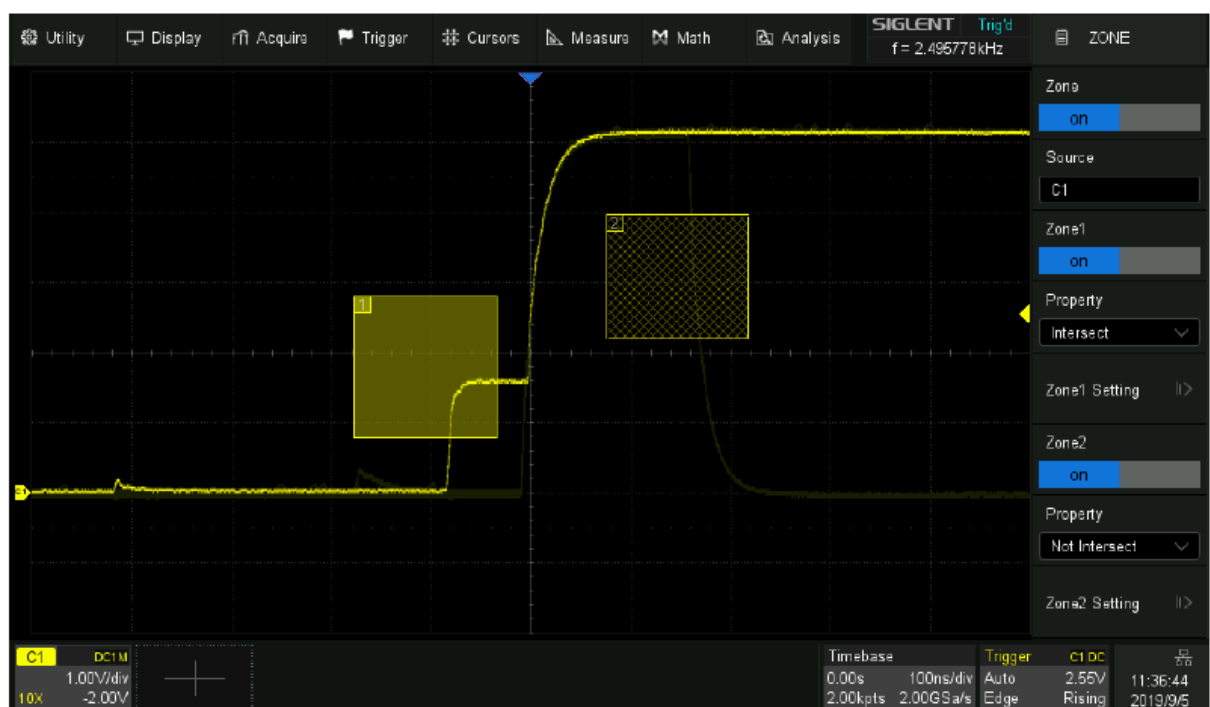


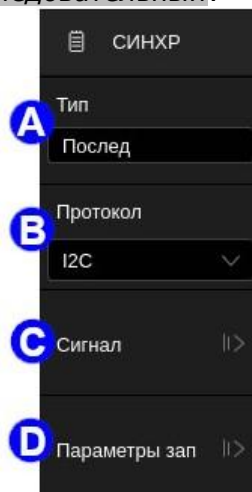
Рис. 16-5 Синхронизация по заданной области

17 синхронизация и декодирование последовательных протоколов

Осциллографы серии АКІП-4158 поддерживают функции декодирования и синхронизации последовательных протоколов: стандартно - I2C, SPI, UART/RS232, CAN, LIN и опционально - FlexRay, CAN FD, I2S, MIL-STD-1553B, SENT, Manchester, ARINC429 и USB2.0.

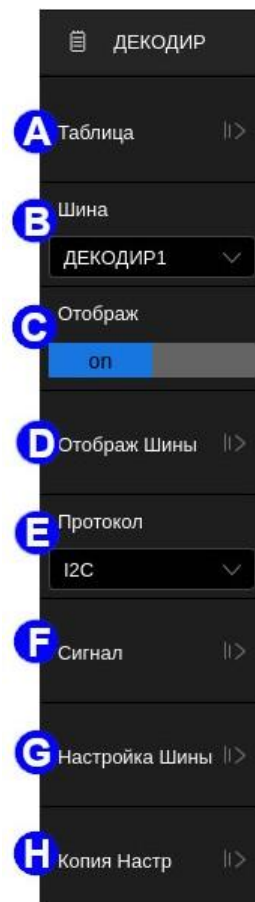
Коснитесь поля дескриптора триггера, а затем в открывшемся меню коснитесь пункта **Type/Тип** и выбрать тип синхронизации **Serial/Последовательный**:

- A. Выбор типа синхронизации
- B. Выбор протокола
- C. Настройка сигнала
- D. Настройка синхронизации



В главном меню коснитесь пункта **Analysis/Анализ** > **Decode/Декодирование** для доступа в меню настройки декодирования протокола.

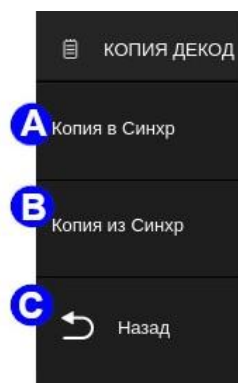
- A. Включить/выключить функцию декодирования последовательных данных
- B. Выбор шины для установки, Bus1 и Bus2
- C. Включение/Выключение отображения шины на экране
- D. Доступ в меню настроек формата отображения шины
- E. Выбор протокола последовательной шины
- F. Переход в меню настроек параметров сигнала: выбор источника и порогового уровня
- G. Переход в меню настройки параметров протокола
- H. Копирование настроек в меню синхронизации



17.1 Копирование настроек

Находясь в меню Декодирование, коснитесь пункта *Protocol Copy/Копия Настроек*, откроется диалоговое окно.

- A. Копирование настроек из меню Декодирование в меню Синхронизация
- B. Копирование настроек из меню Синхронизация в меню Декодирование
- C. Возврат в предыдущее меню.

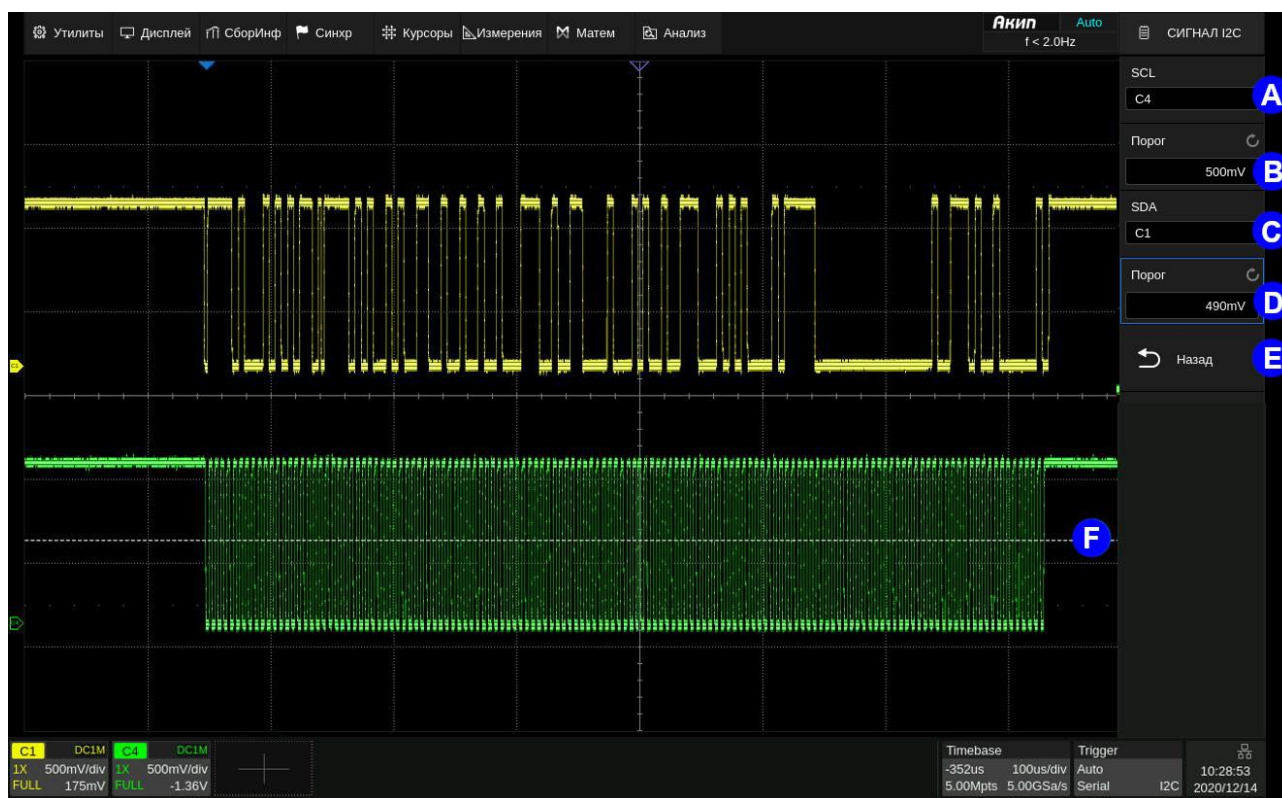


Примечание. Синхронизация не выполняется автоматически. Если настройки в одном из меню изменяются, необходимо выполнить операцию копирования для повторной синхронизации.

17.2 Протокол I2C

17.2.1 Настройка параметров сигнала I2C

Настройка параметров сигнала I2C включает в себя: подключение каналов осциллографа к последовательной линии данных (SDA) и последовательной линии тактирования (SCL), установка пороговых уровней.



- A. Выбор источника SCL. В приведенном выше примере SCL подключен к КАН4.
- B. Установка порогового уровня SCL. Это 1,7 В для сигнала LVTTTL в этом примере.
- C. Выбор источника SDA. В приведенном выше примере SDA подключен к КАН1.
- D. Установка порогового уровня канала SDA.
- E. Возврат в предыдущее меню.
- F. Линия порогового уровня. Появляется только при настройке порогового уровня.

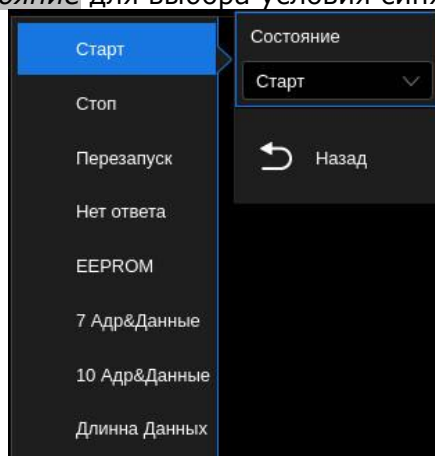
Для настройки осциллографа под сигнал I2C необходимо:

1. В главном меню коснитесь пункта **Analysis/Анализ** > **Decode/Декодирование** для доступа в меню настройки декодирования протокола.
2. Коснитесь пункт **Bus1/Шина1** и выбрать одну из двух ячеек для создания настроек: **Bus1/Шина1** или **Bus2/Шина2**.
3. Коснитесь пункта **Bus Protocol/Протокол** и с помощью универсального регулятора выбрать протокол **I2C**. Для подтверждения выбора нажать универсальный регулятор.
4. Коснитесь пункта **Protocol Signals/Сигнал** для перехода в меню настроек параметров сигнала.
5. Настройки применимые к сигналам SCL и SDA:
 - Подключить входы осциллографа к тестируемому устройству.
 - Коснитесь пункта **SCL** или **SDA**; затем выбрать входной канал сигнала с помощью универсального регулятора.
 - Коснитесь пункта **Threshold/Порог**; затем выбрать значение уровня порогового напряжения с помощью универсального регулятора.
 - Уровень порогового напряжения используется при декодировании, он является уровнем запуска, когда в качестве вида синхронизации выбран последовательный протокол.
 - Данные на входе должны быть стабильными в течение всего цикла высокого уровня тактирования, иначе входные данные будут интерпретированы как состояние СТАРТ или СТОП.

17.2.2 Синхронизация по протоколу I2C

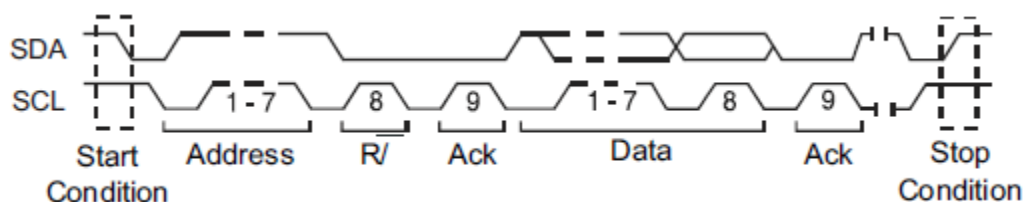
После выполнения настройки осциллографа для декодирования **I2C** сигнала, необходимо выполнить настройку схемы синхронизации по протоколу и одному из условий запуска.

1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню** для доступа в меню настройки синхронизации.
2. Коснитесь пункта **Type/Тип** и выбрать типа синхронизации **Serial/Последоват**
3. Коснитесь пункта **Protocol/Протокол** и выбрать протокол **I2C**.
4. Коснитесь пункта **Trigger Setting/Параметры зап** для перехода в подменю настройки условий синхронизации.
5. Коснитесь **Condition/Состояние** для выбора условия синхронизации.



Start/Старт – запуск выполняется когда данные SDA переходят из состояния ВЫСОКИЙ в состояние НИЗКИЙ, при этом данные SCL в состоянии ВЫСОКИЙ.

Stop/Стоп - запуск выполняется когда данные SDA переходят из состояния НИЗКИЙ в состояние ВЫСОКИЙ, при этом данные SCL в состоянии ВЫСОКИЙ.



Restart/Перезапуск - запуск выполняется когда перед состоянием **Stop/Стоп** возникает повторное состояние **Start/Старт**.

No Ack/Нет Ответа - запуск выполняется когда данные SDA находятся в состоянии ВЫСОКИЙ во время прохождения Ack SCL бита синхронизации.

EEPROM Data Read/EEPROM чтение данных - запуск выполняется по контрольному EEPROM биту со значением 1010xxx в сигнале SDA, следующим перед битами Read и Ack. Затем осциллограф выполняется сличение данных установленных в пункте управления меню **Data1/Данные 1**. Сличение выполняется по заданному условию: >, < или =.

Condition

EEPROM

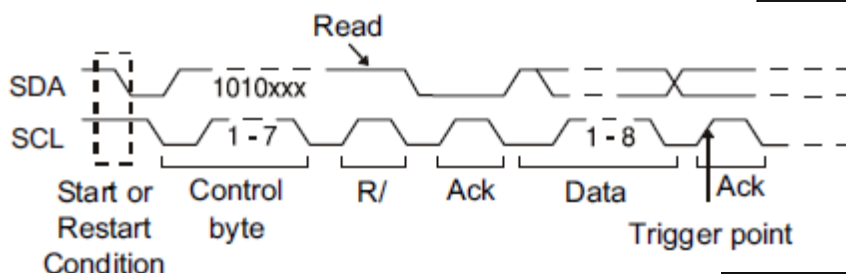
Limit Range

= > <

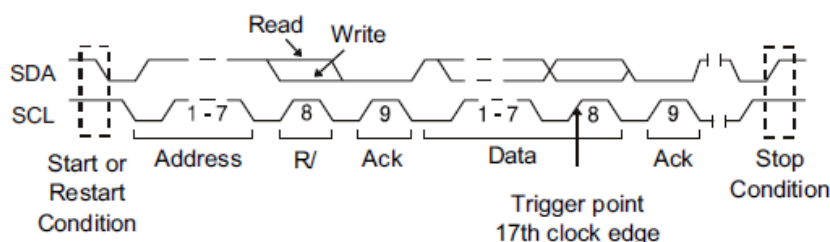
Data1

0xXX

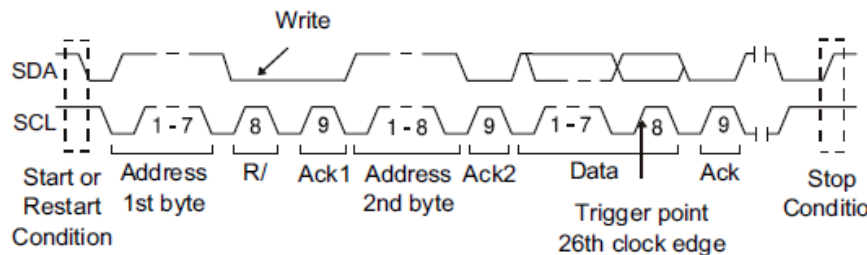
Return



7- bit Address & Data Condition - запуск выполняется по кадру Read или Write в 7 - битном режиме адресации на 17-м или 26-м фронте сигнала SCL, если все биты соответствуют шаблону.



10- bit Address & Data Condition - запуск выполняется по кадру Write в 10 - битном режиме адресации на 26-м или 34-м фронте сигнала SCL, если все биты соответствуют шаблону.



Data Length/Длина данных - запуск выполняется, когда длина данных сигнала SDA равна установленному значению (7 или 10 бит) в поле **Byte Length/Длина байта**.

I2C SETTING

Condition

7 Addr&Data

Address

0x4e

Data1

0x53

Data2

0x49

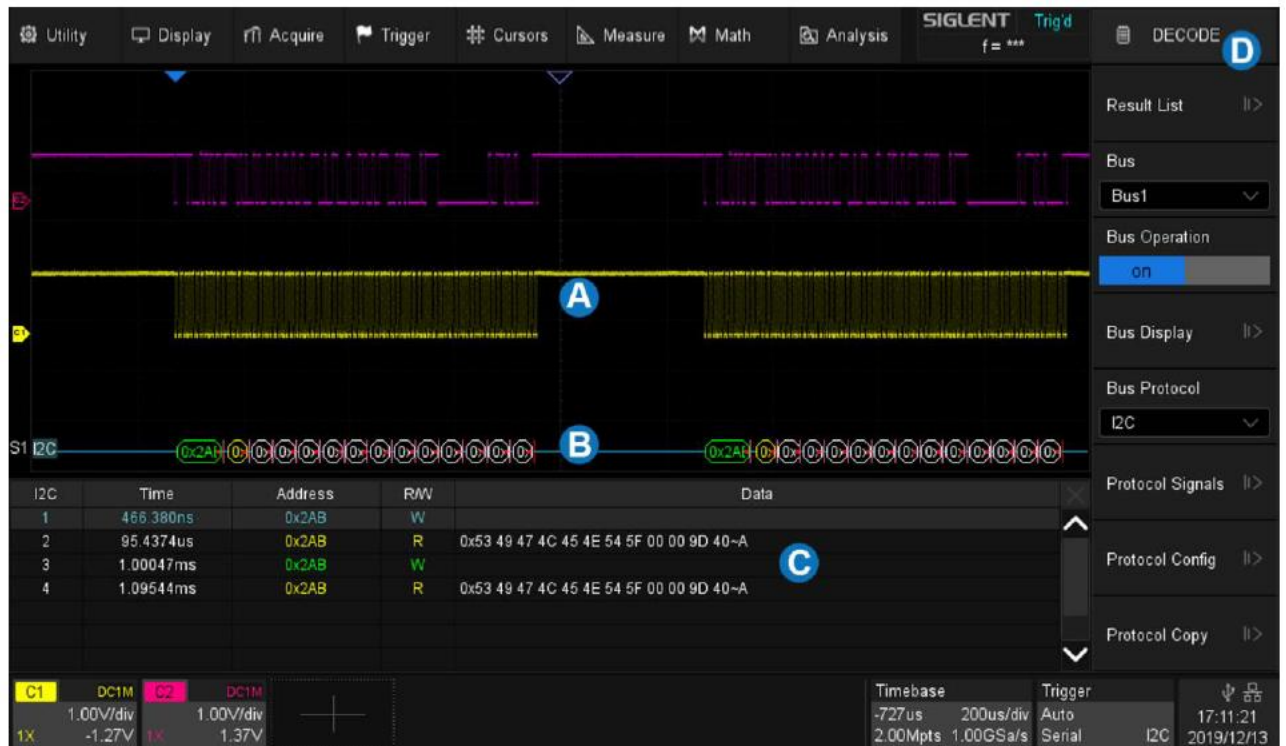
R/W Bit

Write

Return

17.2.3 Декодирование сигнала I2C

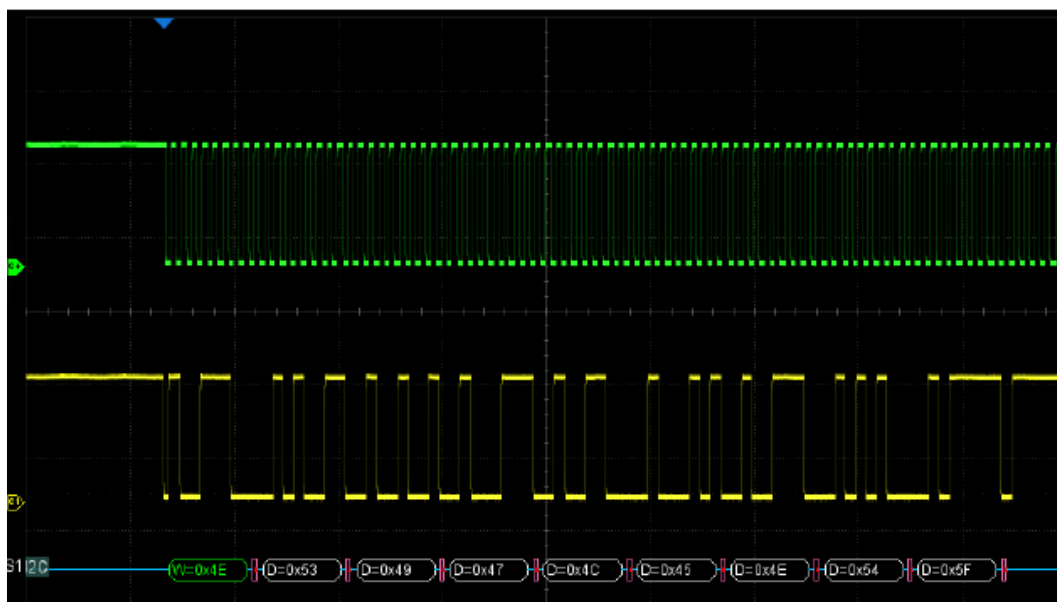
Настройка декодирования сигнала I2C.



- A. Область отображения формы сигнала, показывает исходные сигналы шины
- B. Дисплей шины, показывает результат декодирования шины. Максимум две шины могут быть декодированы одновременно. Коснитесь пункта меню **Bus Operation/Отображение** чтобы включить или выключить выбранную шину, и коснитесь пункта **Format/Формат**, чтобы выбрать тип отображения результата декодирования (двоичный, десятичный, шестнадцатеричный или ASCII).
- C. Таблица. Результат декодирования может быть отображен в таблице, в котором каждая строка показывает метку времени и результат декодирования кадра. Коснитесь Таблицы, для изменения параметров.
- D. Меню декодирования

17.2.4 Интерпретация I2C декодирования

- Осциллограмма цифровых сигналов отображает информацию по активной шине.
- Прямые сини линии отображают неактивную шину.
- Расшифровка шестнадцатеричных данных:
- Значения адреса отображаются в начале кадра.
- Write адрес отображается темно-зеленым цветом рядом с "W".
- Read адрес отображается зеленым цветом рядом с "R".
- Данные отображаются белым цветом.
- Ask бит отображается рядом с  (низкий), No Ask бит отображается рядом с  (высокий).
- Декодированный текст может быть обрезан в конце кадра, если не хватает места.
- Голубые вертикальные линии означают, что необходимо изменить коэффициент развертки и перезапустить сбор данных для повторного декодирования.
- Красные точки при декодировании означают что не все данные отображаются, информация сжата. Для отображения всех данных необходимо сместить сигнала или изменить коэффициент развертки.



17.2.5 Интерпретация данных I2C в таблице

- Time - Горизонтальное смещение заголовка текущего фрейма данных относительно позиции маркера синхронизации.
- Address — Значение адреса. Например, «0x2AB» означает, что адрес = 2AB с No Ack бит.
- R/W – желтый знак R – read, темно-зеленый знак W – write, черный знак X для пропущенных значений.
- Data – байты данных.

I2C	Time	Address	R/W	Data
1	2.01300us	0x2AB	W	
2	192.003us	0x2AB	R	0x4E 54 5F 80 00 58 D8-A

17.3 Протокол SPI

17.3.1 Настройка параметров сигнала SPI

Настройка параметров сигнала SPI включает в себя: подключение каналов осциллографа к линии последовательного тактового сигнала (CLK), линии данных MOSI, линия данных MISO и кадр сигнала, далее необходимо установить пороговый уровень для каждого канала и настроить параметры сигнала.

Для настройки осциллографа под сигнал SPI необходимо:

1. В главном меню коснитесь пункта **Analysis/Анализ** > **Decode/Декодирование** для доступа в меню настройки декодирования протокола.
2. Коснитесь пункт **Bus1/Шина1** и выбрать одну из двух ячеек для создания настроек: **Bus1/Шина1** или **Bus2/Шина2**.
3. Коснитесь пункта **Bus Protocol/Протокол** и с помощью универсального регулятора выбрать протокол **SPI**. Для подтверждения выбора нажать универсальный регулятор.
4. Коснитесь пункта **Protocol Signals/Сигнал** для перехода в меню настроек параметров сигнала.
5. Коснитесь пункта **CLK** для перехода в меню SPI CLK.
6. Настройка меню CLK:
 - Коснитесь пункта **CLK**; повернуть универсальный регулятор для выбора канала, подключенного к линии последовательного тактового сигнала.
 - Коснитесь пункта **Threshold/Порог**; затем выбрать значение уровня порогового напряжения с помощью универсального регулятора.
 - Коснитесь пункта **Edge Select/Фронт** для выбора фронта (нарастающий или спадающий) тактового сигнала.
 - Нажать кнопку управления меню ← для возврата в предыдущее меню.

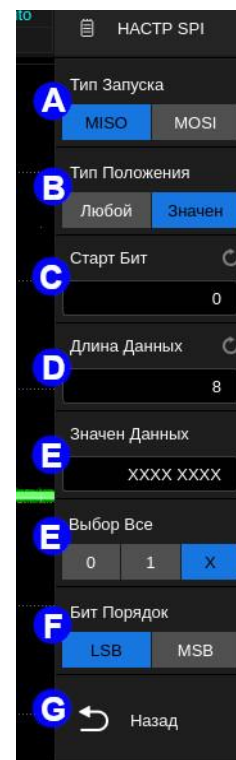
7. Коснитесь пункта **MISO** для перехода в меню MISO.
8. Настройка меню MISO:
 - Коснитесь пункта **MISO**; повернуть универсальный регулятор для выбора канала, подключенного к линии данных последовательного протокола SPI.
 - Коснитесь пункта **Threshold/Порог**, затем выбрать значение уровня порогового напряжения с помощью универсального регулятора.
 - Коснитесь пункта **←** для возврата в предыдущее меню.
9. Коснитесь пункта **MOSI** для перехода в меню MOSI.
10. Настройка меню MOSI:
 - Коснитесь пункта **MOSI**; повернуть универсальный регулятор для выбора канала, подключенного к линии данных последовательного протокола SPI.
 - Коснитесь пункта **Threshold/Порог**; затем выбрать значение уровня порогового напряжения с помощью универсального регулятора.
 - Коснитесь пункта **←** для возврата в предыдущее меню.
11. Коснитесь пункта **CS** для перехода в меню CS.
12. Настройка меню CS:
 - Коснитесь пункта **Cs Type/Тип CS** для выбора типа микросхемы. С помощью данного сигнала происходит активация ведомого устройства. Обычно он является инверсным, то есть низкий уровень считается активным ($\sim CS$), так же может быть выбран высокий уровень (CS).
 - Коснитесь пункта **Threshold/Порог**; затем выбрать значение уровня порогового напряжения с помощью универсального регулятора.
 - Дважды коснитесь пункта **←** для возврата в главное меню.
13. Коснитесь пункта **Protocol Config/Настр Шины** для перехода в меню конфигурации шины.
14. Коснитесь пункта **Data Length/Длина Данных** и выбрать значение длины данных с помощью универсального регулятора
15. Коснитесь пункта **Bit Order/Формат бита** для выбора формата LSB или MSB.

17.3.2 Синхронизация по протоколу SPI

После выполнения настройки осциллографа под сигнал **SPI**, необходимо выполнить настройку схемы синхронизации по шаблону в начале кадра данных. Последовательность данных может быть определена количеством битов: от 4 до 96.

1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр>Menu/Меню** для доступа в меню настройки синхронизации.
2. Коснитесь пункта **Type/Тип** и выбрать типа синхронизации **Serial/Последоват**
3. Коснитесь пункта **Protocol/Протокол** и выбрать протокол **SPI**.
4. Коснитесь пункта **Trigger Setting/Параметры зап** для перехода в подменю настройки условий синхронизации.

- A. Тип синхронизации: MISO или MOSI
- B. Установите тип положения условия запуска. Если установлено значение *Any/Любой*, он будет запускаться по указанным данным. Если установлено *Значение/Value*, запуск будет выполняться по установленным данным из стартового бита.
- C. Установка стартового бита.
- D. Длина данных: 4 ~ 96 бит (при стартовом бите 0).
- E. Установка запуска по указанному значению данных. Коснитесь *Data Value/Значение Данных* дважды и ввести значение с помощью виртуальной клавиатуры или Коснитесь в поле *All Same/Выбор Все*, чтобы установить для всех битов значение 0, 1 или игнорировать («X»).
- F. Установка битового порядка LSB или MSB
- G. Возврат в предыдущее меню



17.3.3 Интерпретация SPI декодирования

- Осциллограмма цифровых сигналов отображает информацию по активной шине.
- Прямые сини линии отображают неактивную шину.
- Тактовая частота отображается синим цветом, над кадром, справа.
- Декодированные данные шестнадцатеричные значения отображаются белым цветом.
- Декодированный текст может быть обрезан в конце кадра, если не хватает места.
- Розовые вертикальные линии означают, что необходимо изменить коэффициент развертки и перезапустить сбор данных для повторного декодирования.
- Красные точки на линии декодирования обозначают, что существуют не отображенные данные. Для отображения данных необходимо изменить коэффициент развертки и сместить сигнал.
- Искаженные значения шины (неопределенные) отображаются розовым цветом.
- Неизвестные значения шины (неопределенные или ошибочные) отображаются красным цветом.

17.3.4 Интерпретация данных SPI в таблице

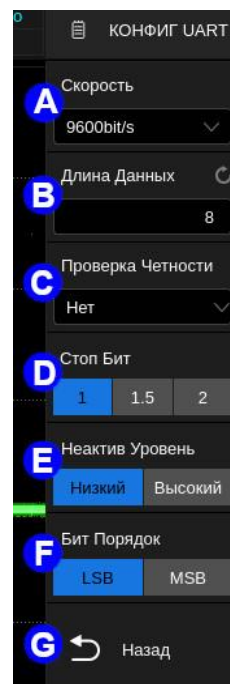
- Time – горизонтальное смещение между текущим кадром и маркером запуска.
- MISO – декодированные MISO данные.
- MOSI – декодированные MOSI данные.

17.4 Протокол UART

17.4.1 Настройка параметров сигнала UART

1. В главном меню коснитесь пункта *Analysis/Анализ* > *Decode/Декодирование* для доступа в меню настройки декодирования протокола.
2. Коснитесь пункта *Bus1/Шина1* и выбрать одну из двух ячеек для создания настроек: *Bus1/Шина1* или *Bus2/Шина2*.
3. Коснитесь пункта *Bus Protocol/Протокол* и с помощью универсального регулятора выбрать протокол **UART**. Для подтверждения выбора нажать универсальный регулятор.
4. Коснитесь пункта *Protocol Signals/Сигнал* для перехода в меню настроек параметров сигнала. Выбрать источник сигнала и пороговый уровень.
5. Коснитесь *Protocol Config/Настр Шины* для доступа в меню настройки протокола.

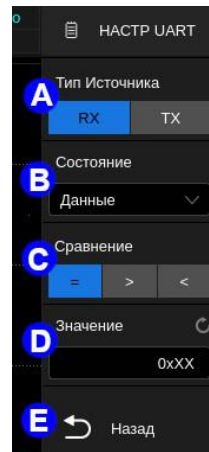
- A. Выбор скорости соединения: 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 или вручную
- B. Длина данных: 5 ~ 8 бит
- C. Выбор четности
- D. Стоп биты
- E. Установка уровня
- F. Установка порядка бит
- G. Возврат в предыдущее меню



17.4.2 Синхронизация по протоколу UART

1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Меню/Меню** для доступа в меню настройки синхронизации.
2. Коснитесь пункта **Type/Тип** и выбрать **Serial/Последоват**
3. Коснитесь пункта **Protocol/Протокол** и выбрать UART
4. Коснитесь пункта **Setting/Параметры зап** для доступа в меню:

- A. Выбор источника: RX или TX
- B. Выбор условия синхронизации: запуск, остановка, данные или ошибка
- C. Когда «условием запуска» является «Данные», установить тип сравнения на: =, >, <
- D. Когда «условием запуска» является «Данные», установить значение данных
- E. Возврат в предыдущее меню



17.4.3 Интерпретация данных UART в таблице

- Time – горизонтальное смещение между текущим кадром и маркером запуска.
- Rx – полученные данные.
- Tx – передачи данные.
- Rx err – Ошибка четности или неопознанная ошибка при получении данных.
- Tx err – Ошибка четности или неопознанная ошибка при передачи данных.

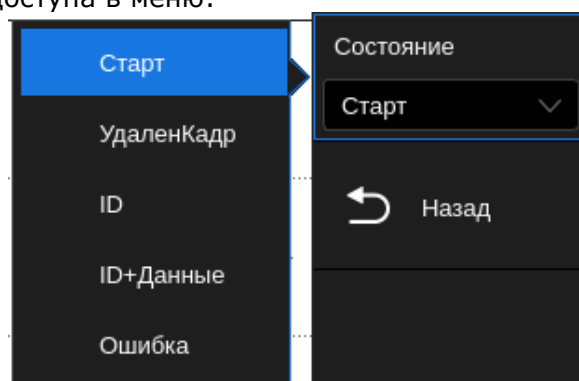
17.5 Протокол CAN

17.5.1 Настройка параметров сигнала CAN

1. В главном меню коснитесь пункта **Analysis/Анализ** > **Decode/Декодирование** для доступа в меню настройки декодирования протокола.
2. Коснитесь пункта **Bus1/Шина1** и выбрать одну из двух ячеек для создания настроек: **Bus1/Шина1** или **Bus2/Шина2**.
3. Коснитесь пункта **Bus Protocol/Протокол** и с помощью универсального регулятора выбрать протокол **CAN**. Для подтверждения выбора нажать универсальный регулятор.
4. Коснитесь пункта **Protocol Signals/Сигнал** для перехода в меню настроек параметров сигнала. Выбрать источник сигнала и пороговый уровень.
5. Коснитесь **Protocol Config/Настр Шины** для доступа в меню настройки протокола.
6. Настроить скорость передачи данных, для этого коснитесь пункта **Nominal Baud/НомСкорость** и выбрать значение скорости: 5 kb/s, 10 kb/s, 20 kb/s, 50 kb/s, 100 kb/s, 125 kb/s, 250 kb/s, 500 kb/s, 800 kb/s, 1 Mb/s или вручную.

17.5.2 Синхронизация по протоколу CAN

1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню** для доступа в меню настройки синхронизации.
 2. Коснитесь **Type/Тип** и выбрать **Serial/Последоват**.
 3. Коснитесь **Protocol/Протокол** и выбрать **CAN**
 4. Коснитесь **Setting/Параметры зап** для доступа в меню:
- **Start/Старт** – синхронизация выполняется по стартовому биту.
 - **Remote/ДУ** – синхронизация выполняется по удаленному кадру (**Remote Frame**) с заданным ID.
 - **ID** – синхронизация выполняется по удаленному кадру (**Remote Frame**) или кадру данных (**Data Frame**) с заданным ID.
 - **ID+DATA** – синхронизация выполняется по кадру данных (**Data Frame**) с заданными ID и данными.
 - **Error/Ошибка** – синхронизация выполняется по кадру ошибки (**Error Frame**).



17.5.3 Интерпретация данных CAN в таблице

- Time – горизонтальное смещение между текущим кадром и маркером запуска.
- Type – тип кадра "D" – кадр данных, "R" – удаленный кадр.
- ID – Идентификатор кадра, осциллограф может автоматически определять длину идентификатора кадра (11 бит или 29 бит).
- Length – длина данных.
- Data – значение данных.
- CRC – значение CRC (Циклический Избыточный Код).
- ACK – Бит подтверждения.

CAN	Time	Type	ID	Length	Data	CRC	ACK	
1	-24.1488ms	R	0x012F30DC	0		0x4BA5	yes	⬆
2	-19.9490ms	D	0x0449571D	4	0x45 4E 54 5F	0x5681	yes	
3	-15.1293ms	R	0x056A7E0C	3		0x734E	yes	
4	-10.9295ms	D	0x07819F51	8	0x53 49 47 4C 45 4E 54 5F	0x0C9B	yes	
5	-5.44975ms	R	0x012F30DC	0		0x4BA5	yes	
6	-1.24996ms	D	0x0449571D	4	0x45 4E 54 5F	0x5681	yes	
7	3.56980ms	R	0x056A7E0C	3		0x734E	yes	⬇

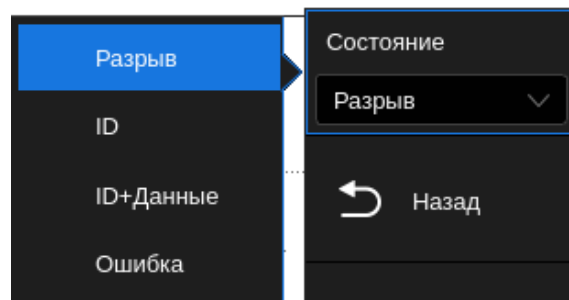
17.6 Протокол LIN

17.6.1 Настройка параметров сигнала LIN

1. В главном меню коснитесь пункта **Analysis/Анализ** > **Decode/Декодирование** для доступа в меню настройки декодирования протокола.
2. Коснитесь пункта **Bus1/Шина1** и выбрать одну из двух ячеек для создания настроек: **Bus1/Шина1** или **Bus2/Шина2**.
3. Коснитесь пункта **Bus Protocol/Протокол** и с помощью универсального регулятора выбрать протокол **LIN**. Для подтверждения выбора нажать универсальный регулятор.
4. Коснитесь пункта **Protocol Signals/Сигнал** для перехода в меню настроек параметров сигнала. Выбрать источник сигнала и пороговый уровень.
5. Коснитесь **Protocol Config/Настр Шины** для доступа в меню настройки протокола.
6. Настроить скорость передачи данных, для этого коснитесь пункта **Baud/Скорость** и выбрать значение скорости: 600 b/s, 1200 b/s, 2400 b/s, 4800 b/s, 9600 b/s, 19200 b/s или вручную

17.6.2 Синхронизация по протоколу LIN

1. В главном меню выбрать пункт **Trigger/Синхр** > **Menu/Меню** для доступа в меню настройки синхронизации.
2. Коснитесь **Type/Тип** и выбрать Serial/Последоват.
3. Коснитесь **Protocol/Протокол** и выбрать LIN.
4. Коснитесь **Setting/Параметры зап** для доступа в меню:
 - **Break/Прерывание** – синхронизация выполняется по прерыванию кадра.
 - **ID** – синхронизация выполняется по стоп биту, при условии совпадения заданного идентификатора кадра.
 - **ID+DATA** – синхронизация выполняется по кадру данных (**Data Frame**) с заданными ID и данными.
 - **Data Error/Ошибка** – синхронизация выполняется при обнаружении ошибки (контрольная сумма, ID, бит синхронизации).



17.6.3 Интерпретация данных LIN в таблице

- Time – горизонтальное смещение между текущим кадром и маркером запуска.
- ID – идентификатор кадра.
- Data Length – длина данных.
- ID Parity – контрольные биты идентификатора.
- Data – значение данных.
- Checksum – значение контрольной суммы.

LIN	Time	ID	Data Length	ID Parity	Data	Checksum
1	-39.8835ms	25H	4	00H	ENT_	93H
2	-3.63532ms	3BH	8	03H	SIGLENT_	8CH
3	36.7793ms	06H	2	00H	T_	46H
4	70.9443ms	14H	2	00H	T_	38H
5	105.109ms	25H	4	00H	ENT_	93H

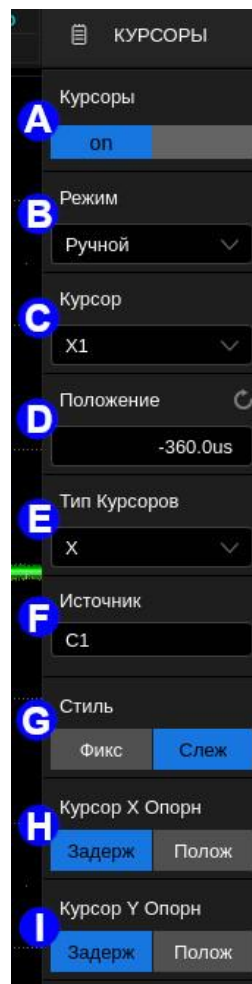
18 ИЗМЕРЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КУРСОРОВ

Курсоры – это горизонтальные и вертикальные маркеры, которые указывают X- и Y-значения на заданной осциллограмме (аналоговый канал, цифровой канал или опорная осциллограмма) и на результатах математических преобразований. Эти результаты включают напряжение, время, частоту.

Типы курсоров включают X1, X2, X1-X2, Y1, Y2 и Y1-Y2, используемые для указания значений по оси X (время или частота) и значений по оси Y (амплитуда) на выбранной форме сигнала (C1~C8/ F1~F4/M1~M4/REF/Гистограмма).

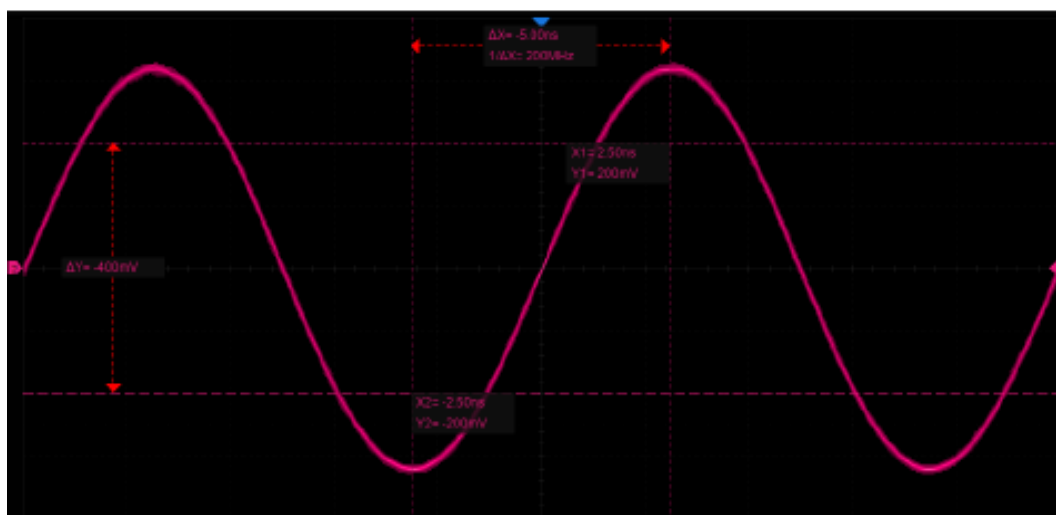
В главном меню выберите пункт **Cursors/Курсоры** > **Menu/Меню** для доступа в меню управления курсорами.

- A. Включить / выключить курсоры
- B. Выбор режима курсоров: ручной, слежение или по измерению
- C. Выбор курсора для управления: X1(Y1), X2 (Y2), X1-X2 (Y1-Y2)
- D. Установка значения положения выбранного курсора (жестами, универсальной ручкой или виртуальной клавиатурой)
- E. Выбор типа курсора X, Y или X-Y (горизонтальные, вертикальные, горизонтальные + вертикальный), эта опция поддерживается только в «ручном» режиме.
- F. Выбор источника сигнала
- G. Выбор режима отображения курсоров
- H. Выбор опорной точки для курсоров X (Задержка или Положение).
- I. Выбор опорной точки для курсоров Y (Задержка или Положение).

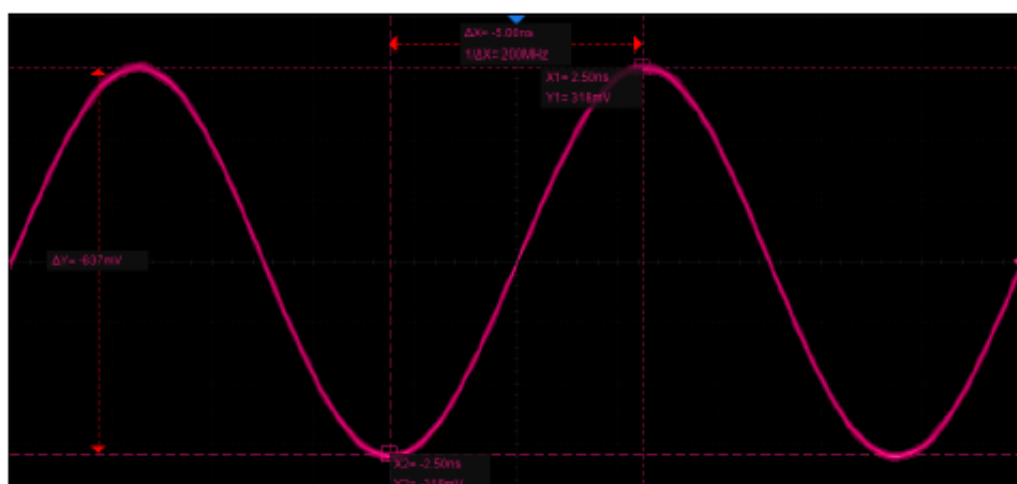


18.1 Режим курсоров

Ручной (Manual) – Вручную установите положение курсоров. Типы курсоров: (горизонтальный, вертикальный, горизонтальный + вертикальный).

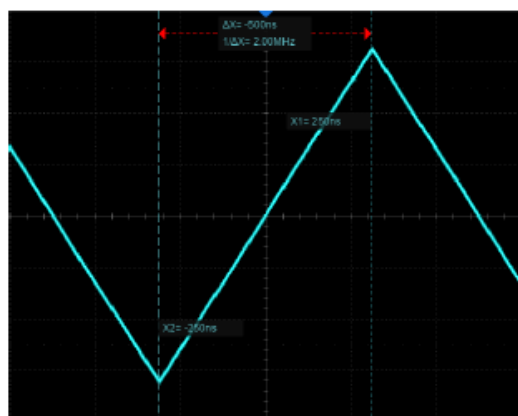


Слежение (Track) - Тип курсора автоматически устанавливается на «горизонтальный + вертикальный». В этом режиме настраиваются только горизонтальные курсоры, а вертикальные курсоры автоматически прикрепляются к точке пересечения курсора и формы сигнала источника.

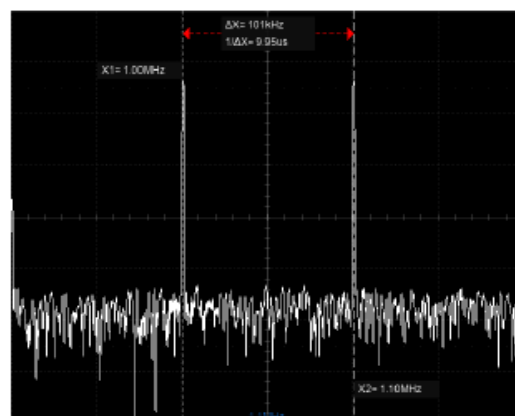


18.2 Типы курсоров

Х-курсоры представляют собой две вертикальные штрих-пунктирные линии (X1 и X2), которые используются для измерения временных параметров, в режиме БПФ измеряется частота. Курсор X1 (X2) по умолчанию расположен слева (справа) и может быть перемещен в любую область экрана. В режиме X1-X2 оба курсора перемещаются одновременно. Для перемещения курсоров необходимо использовать универсальный регулятор. Результаты измерений (X1, X2, ΔT, 1/ΔT) выводятся в правой части экрана.



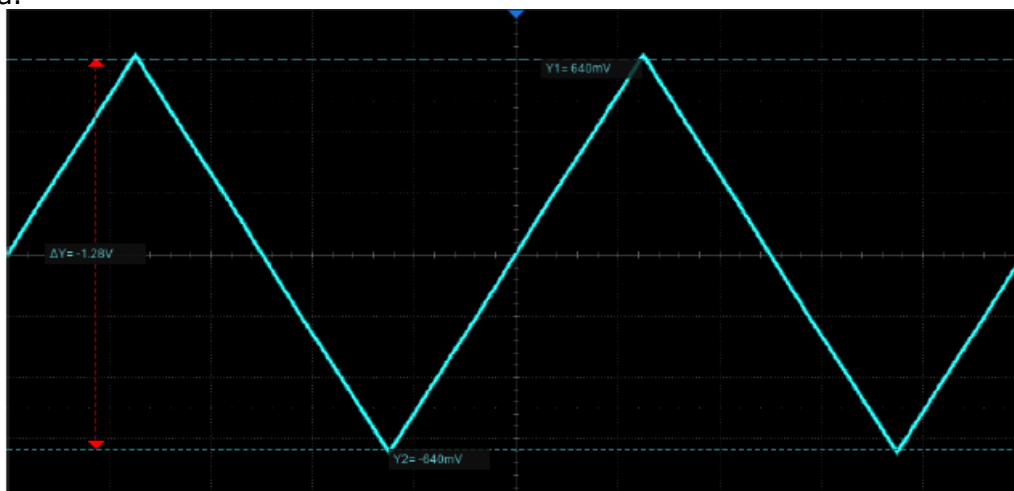
Х-курсоры (временной домен)



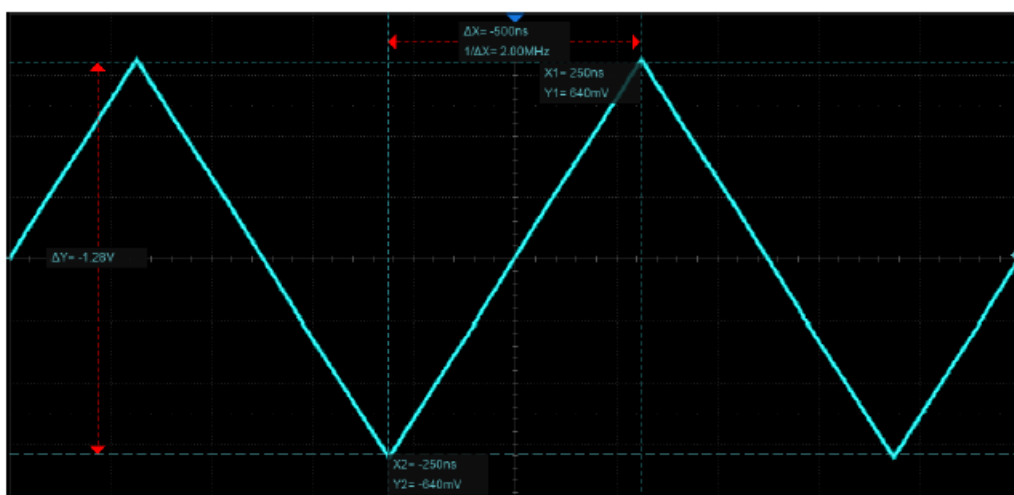
Х-курсоры (частотный домен)

Y-курсоры представляют собой две горизонтальные штрихпунктирные линии (Y1 и Y2), которые используются для измерения напряжения (В) или тока (А). Если в качестве

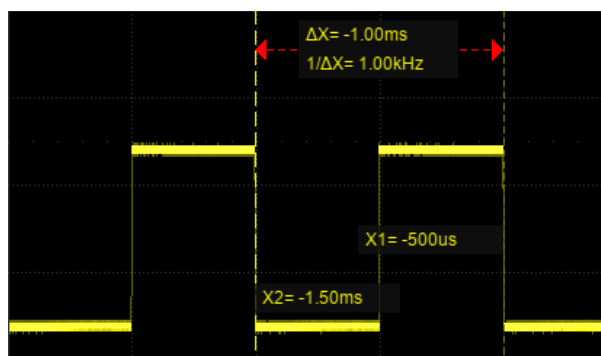
источника используется осциллограмма математики, то единицы измерения определяются математической функцией. Курсор Y1 (Y2) по умолчанию расположен в верхней (нижней) части экрана и может быть перемещен в любую его область. Для перемещения курсоров необходимо использовать универсальный регулятор. В режиме Y1-Y2 оба курсора перемещаются одновременно. Результаты измерений (Y1, Y2, ΔV) выводятся в правой части экрана.



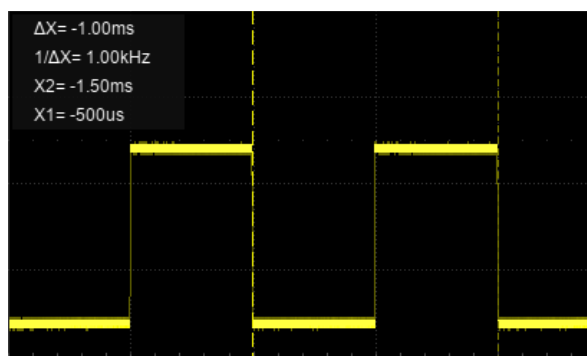
X-Y-курсоры, одновременное отображение X-курсоров и Y-курсоров.



18.3 Отображения курсоров



Режим 1 (M1)



Режим 2 (M2)

- M1 – Информация о положении каждого курсора прикрепляется к курсору, а информация о разнице находится между двумя курсорами со стрелками, соединенными с курсорами. Этот режим более интуитивно понятен.
- M2 – Информация о положении каждого курсора и разнице между курсорами отображаются в области на экране. Регион можно перемещать жестами, чтобы не перекрывать форму волны. Этот режим относительно лаконичен.

18.4 Опорная точка

Для курсоров X и Y опорную точку. Опорная точка – это привязка курсоров к текущему временному/амплитудному значению или текущему положению на экране. Данная настройка используется при изменении коэффициентов развертки или отклонения.

X-курсоры опорная точка:

- Фиксированное временное значение - при изменении временной развертки (коэффициент развертки) значение курсоров X остается фиксированным во временной области.
- Фиксированное положение - при изменении временной развертки курсоры X остаются фиксированными в позиции сетки на дисплее.

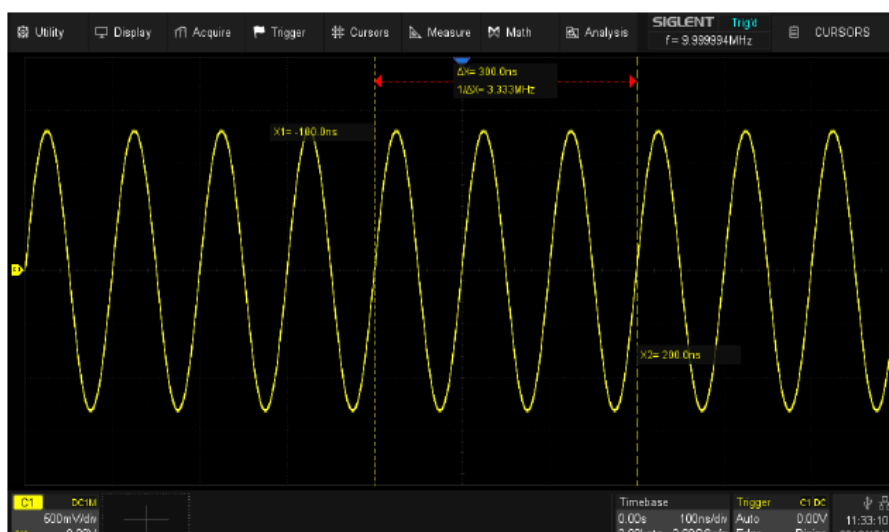
Y-курсоры опорная точка:

- Фиксированное амплитудное значение - при изменении вертикального масштаба (коэффициент отклонения) амплитудное значение курсоров Y остается неизменным.
- Фиксированное положение - при изменении вертикального масштаба курсоры Y остаются фиксированными в позиции сетки на дисплее.

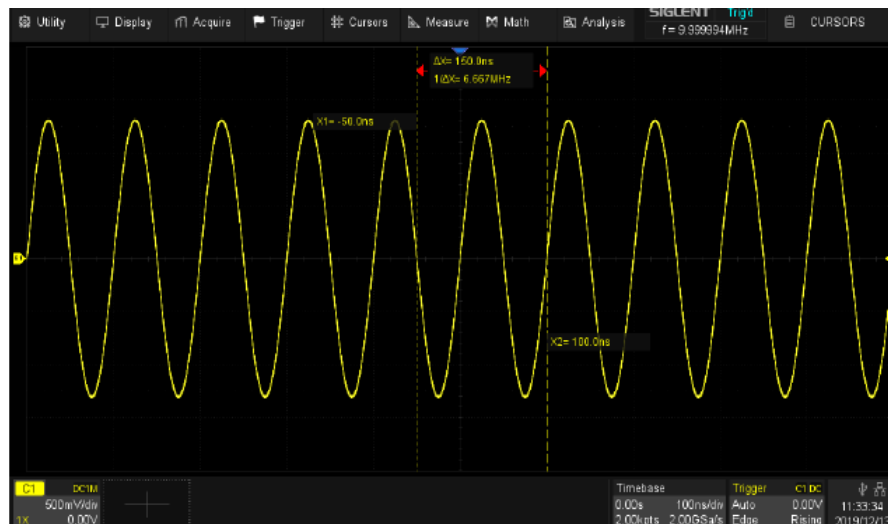
Пример приведенный ниже демонстрирует влияние выбранной опорной точки курсоров X при масштабировании сигнала.



Коэффициент развертки 50 нс/дел, $X1 = -50 \text{ нс} = -1 \text{ дел}$, $X2 = 100 \text{ нс} = 2 \text{ дел}$



В качестве опорной точки выбрано фиксированное положение. Коэффициент развертки установлен на 100 нс/дел. Положение курсоров относительно сетки экрана остается неизменным, X -1 деление и 2 деления. При этом положение во временной области изменилось, X -100 нс и 200 нс.

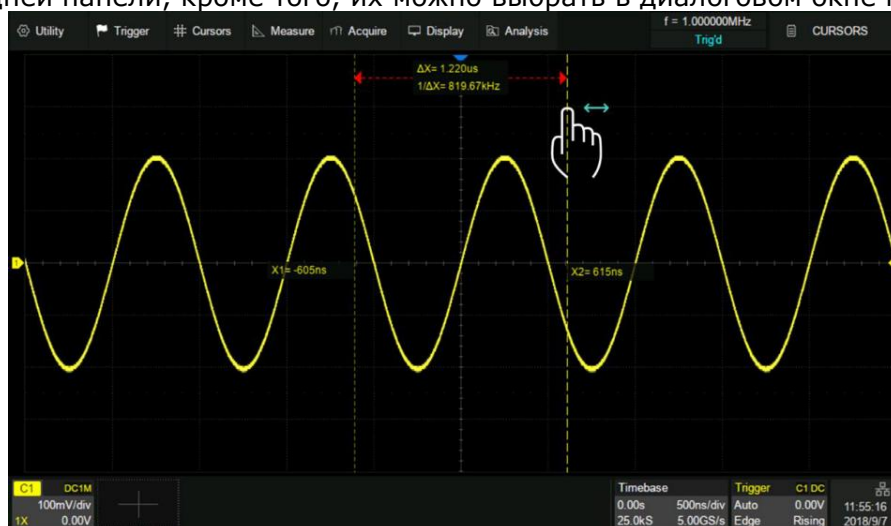


В качестве опорной точки выбрано фиксированное временное значение. Коэффициент развертки установлен на 100 нс/дел. Положение курсоров остается фиксированным во временной области, X -50 нс и 100 нс. При этом изменяется положение на сетке экрана, X -0,5 деления и 1 деление.

18.5 Выбор и перемещение курсоров

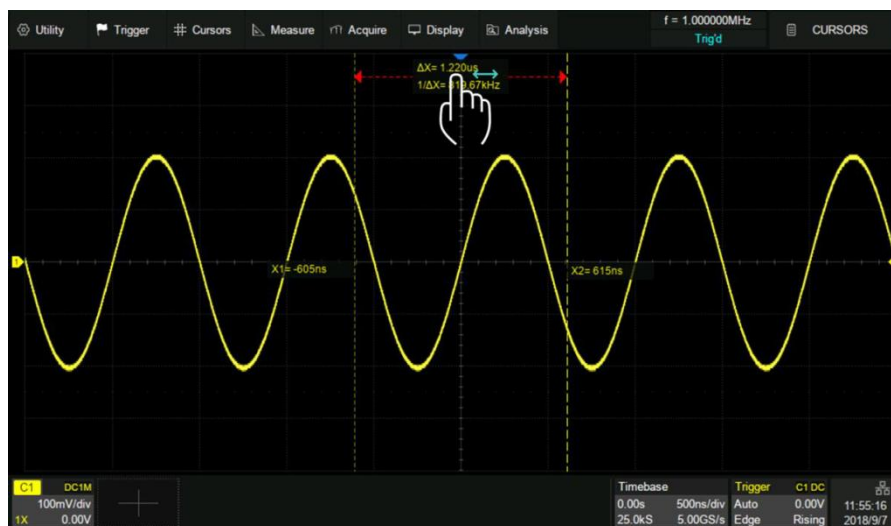
18.5.1 Управление курсорами касанием экрана

Курсоры можно выбирать и перемещать непосредственно жестами и универсальной ручкой на передней панели, кроме того, их можно выбрать в диалоговом окне курсоров.



Перемещение курсора касанием экрана

Коснитесь области отображения ΔX (или ΔY) в режиме M1 и перетащите ее, чтобы одновременно перемещать два курсора, как показано на рисунке ниже. Это эквивалентно операции с типом курсора X1-X2 или Y1-Y2.



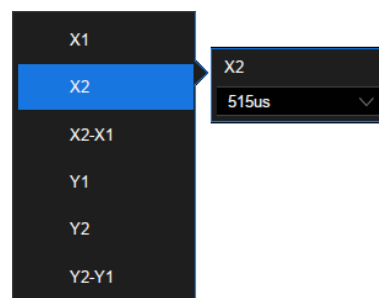
18.5.2 Управление курсорами универсальным регулятором

Переместите курсор, повернув универсальную ручку на передней панели. Нажмите ручку, чтобы выбрать разные линии курсора. Например, если текущим курсором является X1, нажмите, чтобы выбрать X2, и нажмите еще раз, чтобы выбрать X1-X2.

Жесты перемещают курсор быстро, но не точно, а ручка перемещает курсор точно, но не так быстро. Вы можете использовать обе комбинации в соответствии с вашими потребностями: во-первых, с помощью жестов достигается грубая настройка, а затем с помощью универсальной ручки выполняется точная настройка.

18.5.3 Управление курсорами через меню

Коснитесь области имени курсора в диалоговом окне, выберите курсор (и) во всплывающем списке, а затем поверните универсальную ручку, чтобы отрегулировать положение.



19 АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Автоматические измерения – это предварительно запрограммированные процедуры измерения, сокращающие операции по настройке курсоров в стандартных ситуациях, таких как измерения времени нарастания, спада, амплитуды пик-пик и т.д. Автоматические измерения рекомендуется использовать при автоматических вычислениях параметров сигнала осциллограмм. Осциллографы серии АКИП-4158 обеспечивают более 50 видов автоматических и статистических измерений.

Если по какой-то причине параметр не может быть корректно вычислен, в блоке измерительной информации на экране появится предупреждающий символ ***, что позволяет сделать вывод о корректности дальнейших действий.

При измерении некоторых параметров, например, Mean (Среднее значение) вычисляется единственная величина для всего массива данных в окне. В других случаях (Время нарастания) параметр вычисляется для всех точек реализации. Однако на экран всегда выводится последнее (для данной реализации значение).

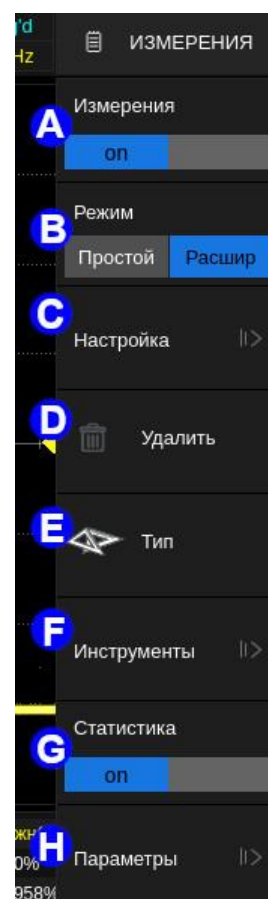
Осциллографы серии АКИП-4158 могут выполнять измерения одновременно по нескольким каналам, отображая на экране до 5 измерений со статистикой в режиме отображения M1 и до 12 параметров (без статистики) в режиме M2. Для простого отображения максимального числа измерений на заданном канале можно использовать режим *Simple/Простой*. Для отображения измерения на конкретном временном отрезке необходимо использовать функцию *Gate/Диапазон*.



- A. Область отображения сигнала, автоматически сжимается при отображении других окон
- B. Область отображения параметров «Все измерения»
- C. Параметры измерения и область отображения статистики
- D. Диалоговое окно «Измерения»

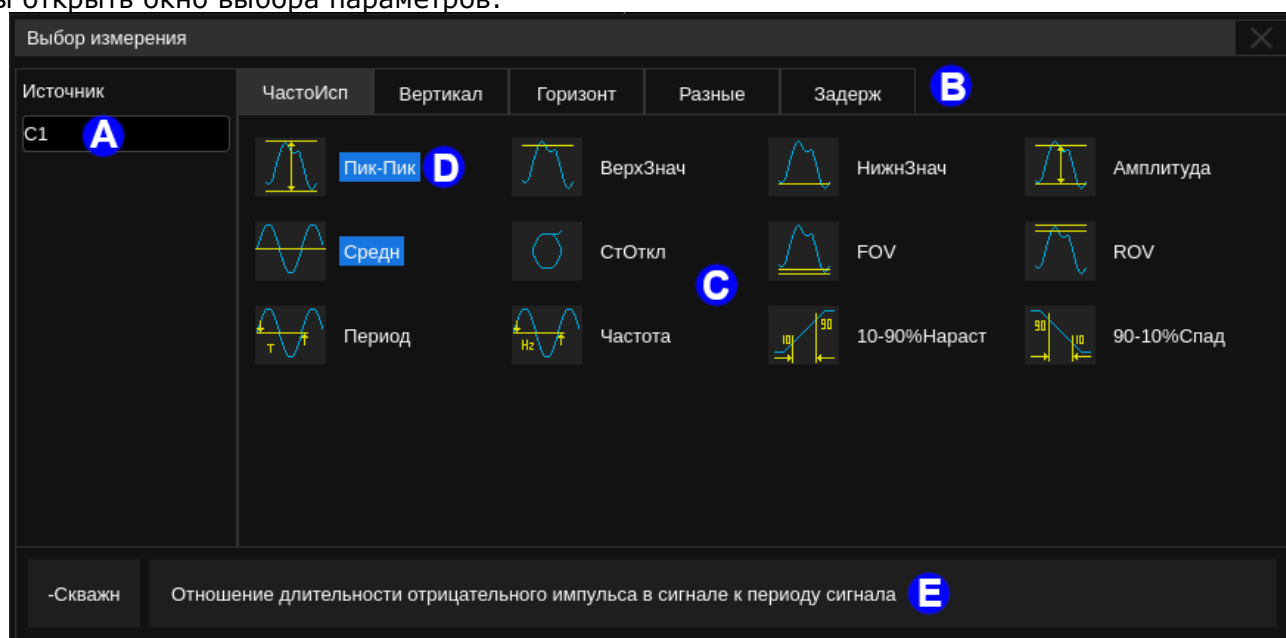
Нажмите кнопку **Measure** на передней панели прибора для входа в меню Автоматических измерений.

- A. Включить / выключить измерения
- B. Выбор режим измерения: Simple/Простой или Advanced/Расширенный. В «Простом» режиме отображаются основные параметры выбранного канала. В «Расширенном» режиме можно добавлять измерения, переключать режим отображения, включать статистику.
- C. Доступ в меню настройки измерений.
- D. Очистить все выбранные измерения.
- E. Выбор типа измерения.
- F. Выбор дополнительных инструментов измерений, включая тренды, курсоры, треки.
- G. Включить / выключить статистику.
- H. Доступ в меню настроек статистики.



19.1 Настройка параметров

Выберите расширенный режим измерений и коснитесь **TYPE/Тип** в диалоговом окне измерения или коснитесь **+** в области отображения параметров измерения и статистики, чтобы открыть окно выбора параметров:



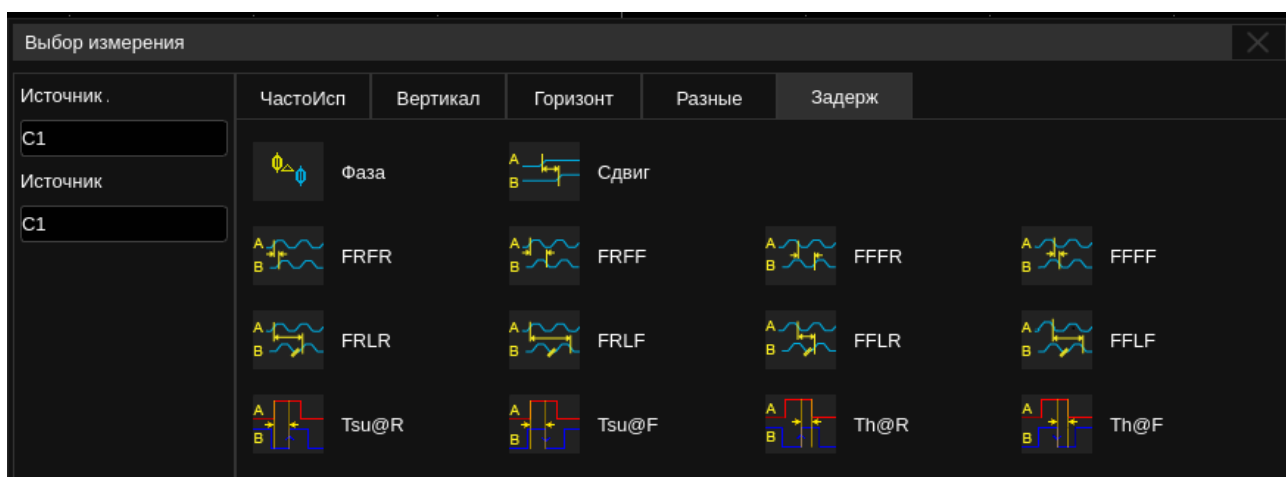
- A. Выбор источника сигнала для выполнения измерения.
- B. Вкладки классификации параметров измерений, включая часто используемые (Favorite/ЧастоИсп) амплитудные параметры (Vertical/Вертикал), временные параметры (Horizontal/Горизонт), разные параметры (Miscellaneous/Разные) и измерения временных задержек между каналами (CH Delay/Задерж).
- C. Параметры. Коснитесь параметра, который нужно измерить, чтобы активировать его, и коснитесь его снова, чтобы выключить параметр.

- D. Подсвеченные параметры выведены на экран. На рисунке выше активированы «Пик-Пик» и «Средн».
- E. Описание последнего выбранного параметра.

Порядок действий для добавления параметра измерения – выбрать источник сигнала «Source/Источник» в диалоговом окне, а затем выбрать параметр в окне параметров. Например, чтобы добавить измерения Пик-Пик для C1 и измерения Периода для C2, выполните следующие действия:

Source/Источник>C1/КАН1>Vertical/Вертикал>Pk-Pk/Пик-Пик
Source/Источник>C2/КАН2>Horizontal/Горизонт>Period/Период

Для измерения временных задержек между каналами: (CH Delay), поскольку количество задействованных источников больше 1, шаги для указания источника отличаются:



В области выбора параметров сначала указывается канал, соответствующий источнику A, а затем канал, соответствующий источнику B. Наконец, выбирается параметр измерения. Например, чтобы активировать измерение смещения между C1 и C2, необходимо выполнить следующие шаги:

Source A/Источник A> C1/КАН1> Source B/Источник B> C2/КАН2> Skew/Сдвиг

После выбора параметра он появится в области отображения параметров и статистики:

ИЗМЕР	Пик-Пик(C1)	Средн(C1)	Площ@DC(C1)	Циклы(C1)
Значен	3.05882V	1.4797761V	7.3988806mWb	4

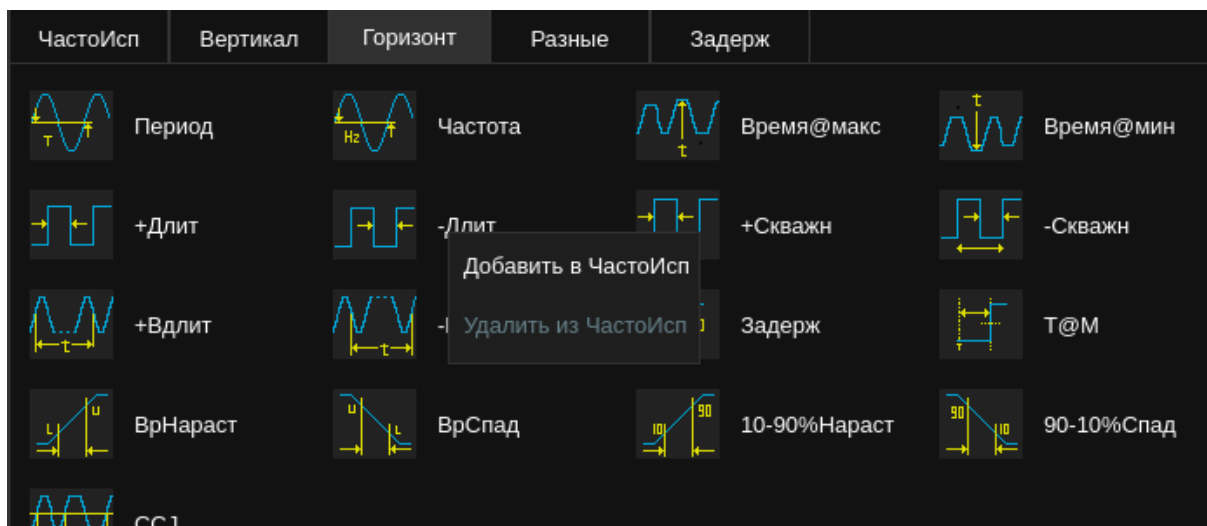
Коснитесь **+** в пустой области, чтобы добавить параметр.

Коснитесь **-** в правом верхнем углу каждого параметра, чтобы закрыть параметр.

Коснитесь **x** в правом верхнем углу области, чтобы закрыть измерение.

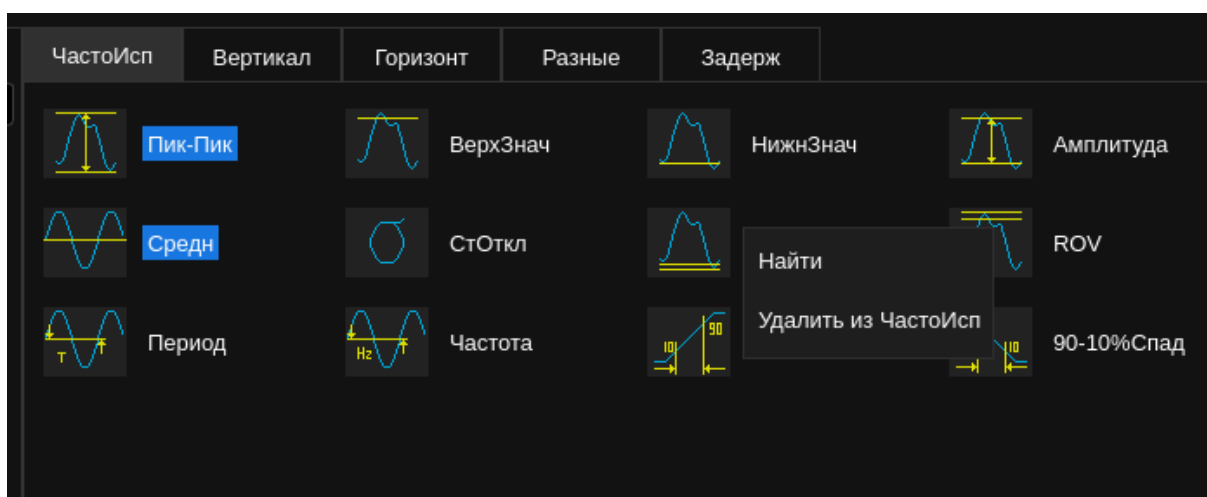
Коснитесь **CLEAR** в диалоговом окне, чтобы закрыть все параметры.

Вкладка «Favorite/ЧастоИсп» используется для хранения часто используемых видов измерений. Пользователь может настраивать данную вкладку самостоятельно. На данной вкладке может быть сохранено до 20 видов измерений. Нажмите и удерживайте элемент, чтобы добавить или удалить его на вкладку «Favorite/ЧастоИсп». На картинке ниже показан пример добавления одного из измерений в раздел Часто используемые.



Для удаления из вкладки «Favorite/ЧастоИсп» необходимо нажать и удерживать элемент который необходимо удалить из часто используемых и во всплывающем меню выбрать “Удалить из ЧастоИсп” :

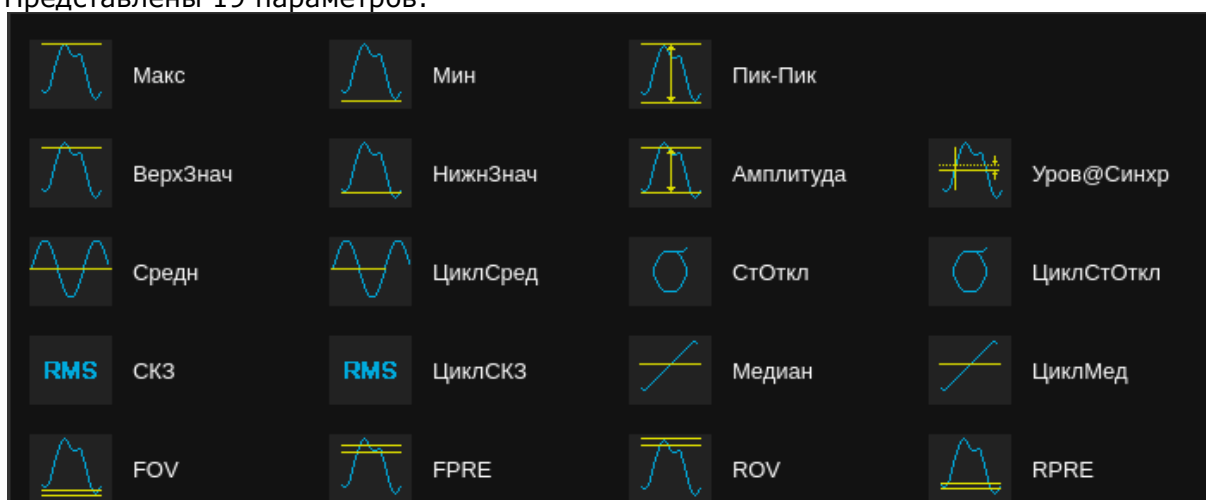
Advanced/Расширенные>Type/Тип>Favorite/ЧастоИсп>Period/Период> Delete from favorite/Удалить из часто используемых.



19.2 Тип измерения

19.2.1 Амплитудные параметры

Представлены 19 параметров:



Max/Макс: Положительный пик напряжения

Min/Мин: Отрицательный пик напряжения

Pk-Pk/Пик-Пик: Разность между положительным и отрицательным пиками напряжений ($=V_{max} - V_{min}$)

Top/ВерхЗнач: Измерение Верхнего значения формы сигнала, в пределах установленного окна

Base/НижнЗнач: Измерение Нижнего (базового) значения формы сигнала, в пределах установленного окна

Amplitude/Амплитуда: Разница между верхним и нижним значением уровня сигнала ($=V_{top} - V_{base}$)

Mean/Среднее: Среднее из значений (сумма значений сигнала, деленная на количество точек)

Cycle mean/Цикл Среднее: Усреднённое напряжение первого цикла

Stdev/СтОткл: Стандартное отклонение всех значений данных

Cycle Stdev/Цикл СтОткл: Стандартное отклонение значений данных первого цикла

RMS/СКЗ: Измерение среднеквадратического значения (СКЗ) формы сигнала (квадратный корень из суммы квадратов значений сигнала, деленной на количество точек)

Cycle RMS/Цикл СКЗ: Измерение среднеквадратического значения (СКЗ) формы сигнала (квадратный корень из суммы квадратов значений сигнала, деленной на количество точек) первого цикла

Median/Медиана: Среднее от значений основания и вершины. Такое значение, что 50% полученных точек находятся выше его, а другие 50% — ниже.

Cycle Median/Цикл Медиана: Медиана первого цикла.



Выброс - величина искажения, следующего за положительным (отрицательным) фронтом импульса, выраженная в процентах от амплитуды:

$$\text{ROV (rising edge overshoot)} = \frac{\text{local MAX} - \text{D Top}}{\text{Amplitude}} \times 100 \%,$$

где ROV – выброс+

$$\text{FOV (falling edge overshoot)} = \frac{\text{Base} - \text{D local MIN}}{\text{Amplitude}} \times 100 \%,$$

где FOV – выброс-

Overshoot (FOV)/Выброс-: Отрицательный выброс у основания импульса, после завершения спада импульса

Overshoot (ROV)/Выброс+: Положительный выброс на вершине импульса, после завершения нарастания импульса



Предвыброс - величина искажения, предшествующего положительному (отрицательному) фронту импульса, выраженная в процентах от амплитуды:

$$\text{RPRE (rising edge preshoot)} = \frac{\text{Base} - \text{D local MIN}}{\text{Amplitude}} \times 100 \%,$$

где RPRE – предвыброс+

$$\text{FPRE (falling edge preshoot)} = \frac{\text{local MAX} - \text{D Top}}{\text{Amplitude}} \times 100 \%,$$

где FPRE – предвыброс-

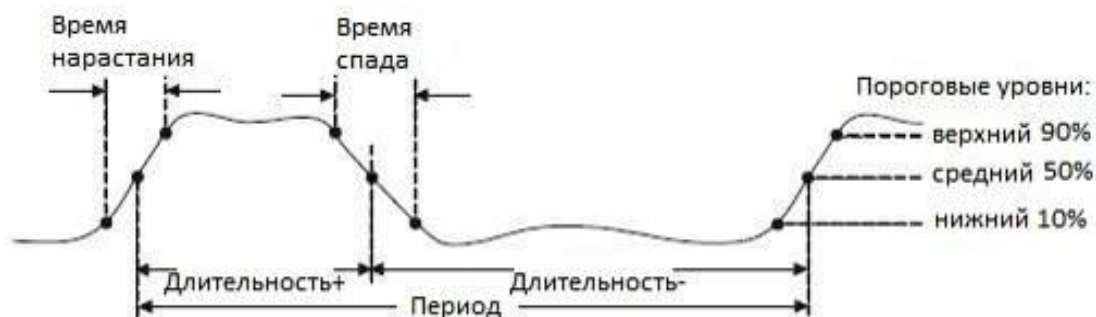
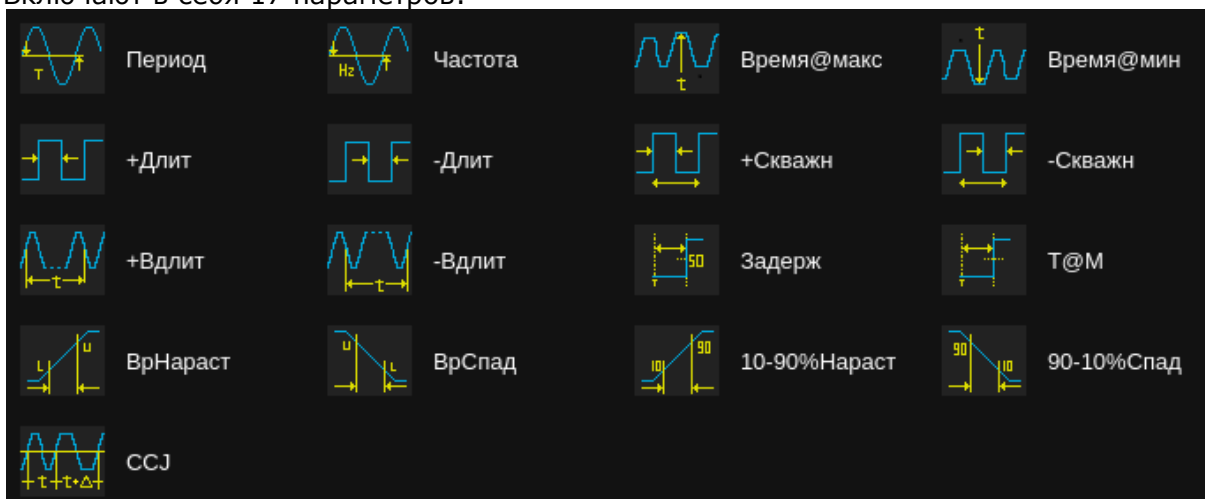
Preshoot (FPRE)/Предвыброс-: Предвыброс на вершине импульса, перед спадающим фронтом.

Preshoot (RPRE)/Предвыброс+: Предвыброс у основания импульса, перед нарастающим фронтом.

Уровень@Синхр: Величина напряжения между маркером уровня запуска и маркером канала.

19.2.2 Временные параметры

Включают в себя 17 параметров:



Period/Период: Период сигнала (T) – интервал между двумя последовательными точками на фронтах одинаковой полярности, взятыми на среднем пороговом уровне (50%).

Freq/Частота: Частота сигнала ($=1/T$)

Time@max/Время@макс: Горизонтальная координата максимального значения.

Time@min/Время@мин: Горизонтальная координата минимального значения.

+Width/+Длительность: Длительность положительного импульса – интервал между двумя последовательными точками на фронте и срезе импульса, взятыми на среднем пороговом уровне.

-Width/-Длительность: Длительность отрицательного импульса – интервал между двумя последовательными точками на срезе и фронте импульса, взятыми на среднем пороговом уровне.

+Duty/+Скважность: Отношение длительности положительного импульса в сигнале к периоду сигнала $= (Длительность+/T) \times 100\%$.

-Duty/-Скважность: Отношение длительности отрицательного импульса в сигнале к периоду сигнала $= (Длительность-/T) \times 100\%$.

+BWidth/+ВДлит: Длительность положительного пакета – длительность пакета импульсов, от первого фронта, до последнего спада.

-BWidth/-ВДлит: Длительность отрицательного пакета – длительность пакета импульсов, от первого среза до последнего фронта.

Delay/Задержка: Время от точки запуска до первого перехода 50%-и уровня сигнала

T@M: Время между точками запуска в зависимости от уровня синхронизации и наклона.

10-90%Rise/Нарастание: Время нарастания импульса от нижнего до верхнего порогового уровня (10%~90%).

90-10%Fall/Спад: Время спада импульса от верхнего до нижнего порогового уровня (90%~10%).

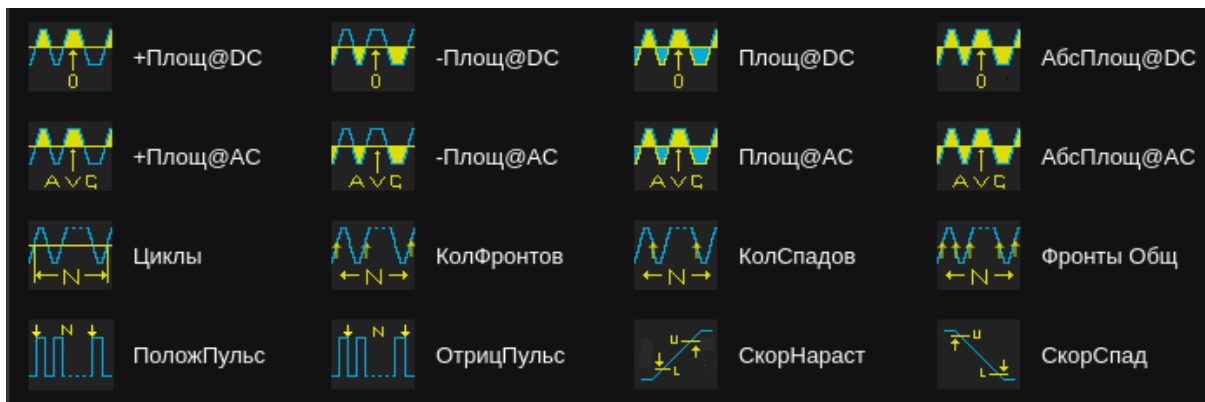
20-80%Rise/Нарастание: Время нарастания импульса от нижнего до верхнего порогового уровня (20%~80%).

80-20%Fall/Спад: Время спада импульса от верхнего до нижнего порогового уровня (80%~20%).

CSJ: Разница между двумя последовательными периодами.

19.2.3 Прочие измерения

Прочие измерения включают в себя 16 параметров:



+Area@DC/+Площадь@DC: Площадь положительной осциллограммы, выше нуля.

-Area@DC/-Площадь@DC: Площадь отрицательной осциллограммы, ниже нуля.

Area@DC /Площадь@DC: Суммарная площадь осциллограммы.

AbsArea@DC/АбсПлощадь@DC: Абсолютное значение площади осциллограммы.

+Area@AC/+Площадь@AC: Площадь положительной осциллограммы, выше среднего уровня.

-Area@AC/-Площадь@AC: Площадь отрицательной осциллограммы, ниже среднего уровня.

Area@AC /Площадь@AC: Площадь осциллограммы выше среднего уровня минус площадь ниже среднего уровня.

AbsArea@AC/АбсПлощадь@AC: Площадь осциллограммы выше среднего уровня плюс площадь ниже среднего уровня.

Cycles/Циклы: Количество циклов в периодической осциллограмме.

Rising Edges/КолФронт: Суммарное количество положительных фронтов осциллограммы.

Falling Edges/КолСпадов: Суммарное количество отрицательных фронтов осциллограммы.

Edges/Фронты Общ: Суммарное количество всех фронтов осциллограммы.

Ppulses/ПоложПульс: Суммарное количество положительных импульсов.

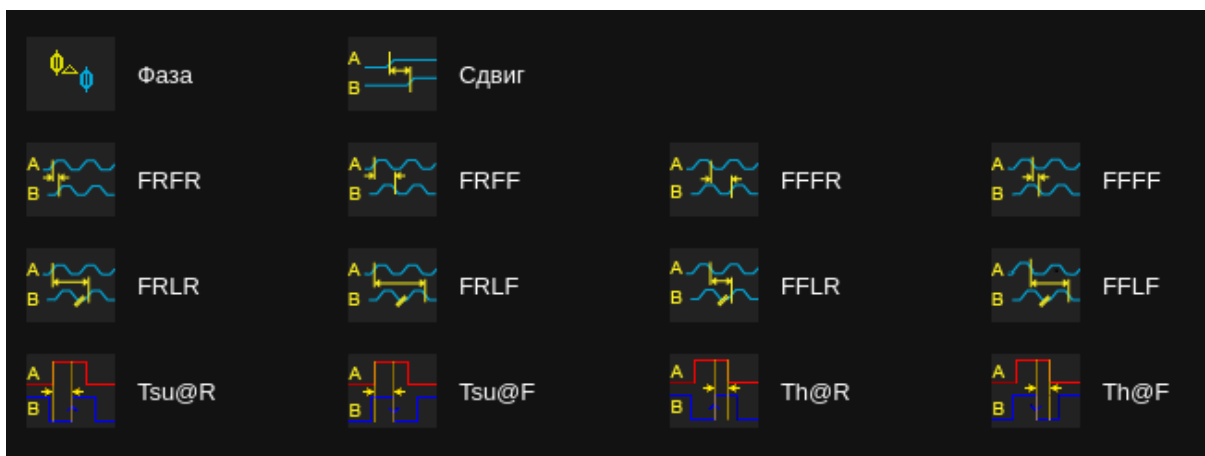
Npulses/ОтрицПульс: Суммарное количество отрицательных импульсов.

PSlope/СкорНараст: скорость нарастания положительного фронта.

NSlope/СкорСпад: скорость спада отрицательного фронта.

19.2.4 Автоматические измерения временных задержек между каналами

Измерение задержки измеряет разницу во времени между двумя каналами. Включает 14 параметров задержки:



Phase/Фазы: Разность фаз двух сигналов, выраженная в градусах. $T1 \div T2 \times 360$

Skew/Сдвиг: Разность времени двух нарастающих фронтов источника A и источника B.

FRFR: Временной интервал: Источник A, первый нарастающий фронт, и Источник B, первый нарастающий фронт.

FRFF: Временной интервал: Источник A, первый нарастающий фронт, и Источник B, первый спадающий фронт.

FFFR: Временной интервал: Источник A, первый спадающий фронт, и Источник B, первый нарастающий фронт.

FFFF: Временной интервал: Источник A, первый спадающий фронт, и Источник B, первый спадающий фронт.

FRLR: Временной интервал: Источник A, первый нарастающий фронт, и Источник B, последний нарастающий фронт.

FRLF: Временной интервал: Источник A, первый нарастающий фронт, и Источник B, последний спадающий фронт.

FFLR: Временной интервал: Источник A, первый спадающий фронт, и Источник B, последний нарастающий фронт.

FFLF: Временной интервал: Источник A, первый спадающий фронт, и Источник B, последний спадающий фронт.

Tsu@R: Время установки данных, перед нарастающим фронтом тактового сигнала.

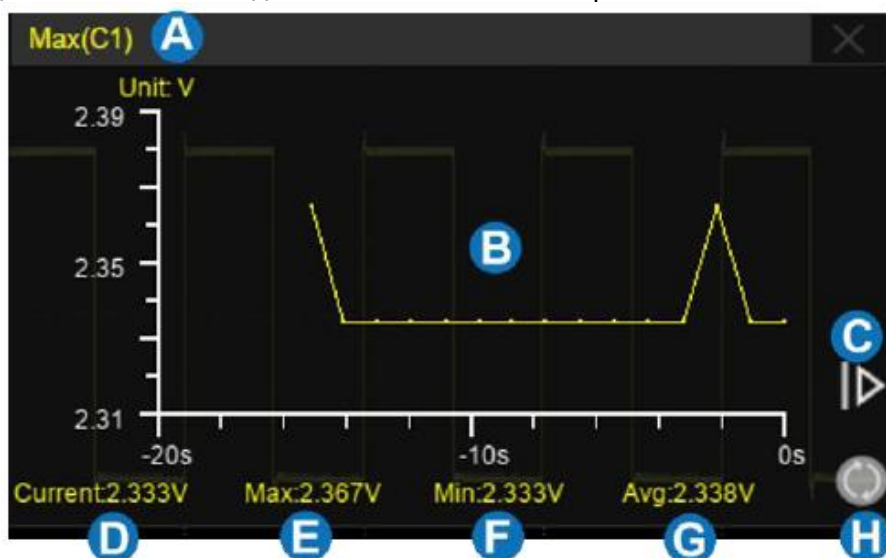
Tsu@F: Время установки данных, перед спадающим фронтом тактового сигнала.

Th@R: Время установки данных, после переднего фронта тактового сигнала.

Th@F: Время установки данных, после спада тактового сигнала.

19.3 Тренд

Функцию тренда можно включить для любого параметра автоматического измерения. Тренд позволяет наблюдать за изменением выбранного значения с течением времени.



- A. Область отображения параметра измерения
- B. Область отображения графика тренда
- C. Увеличение диапазон времени. Коснитесь, для расширения временного диапазона.
- D. Текущее значение
- E. Максимальное значение
- F. Минимальное значение
- G. Среднее значение
- H. Сброс статистики

Обнулить данные статистики и перезапустить сбор данных можно несколькими способами: нажать кнопку **Clear Sweeps** на передней панели прибора, коснитесь пункта **Reset Statistics/Сброс Статистики** в диалоговом окне настроек статистики, или нажать символ  в области отображения тренда.

19.4 Отслеживание

Функцию отслеживания (Track) можно включить только для временных параметров (например: частота, время нарастания). Данная функция позволяет отобразить изменение выбранного параметра во временной области.

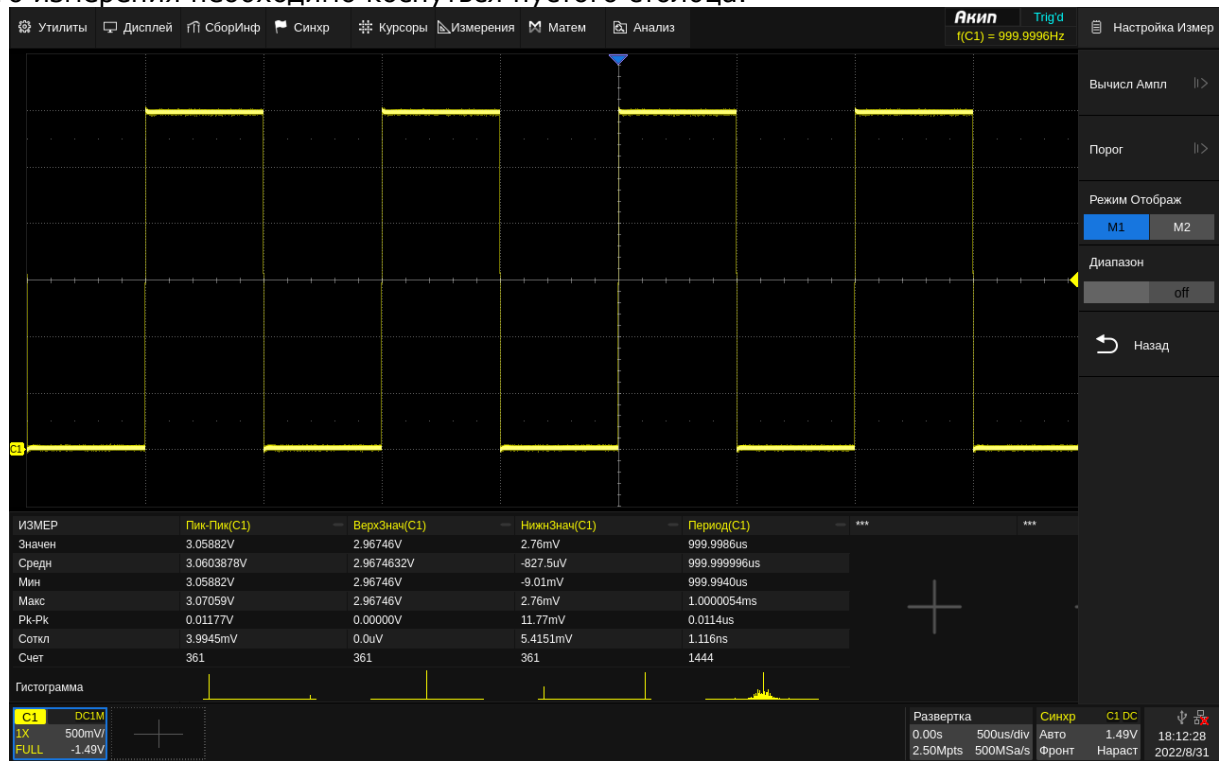


1000 — это верхний предел статистического числа в кадре, это означает, что значения, превышающие этот предел, не будут отображаться на графике трека.

19.5 Выбор режима отображения измерений

В расширенном режиме измерений (Advanced/Расширенный) поддерживаются два режима отображения: M1 и M2.

В режиме M1 одновременно отображается до 5 измеренных параметров. Когда статистика включена, она отображается под элементами измерения. Для добавления нового измерения необходимо коснуться пустого столбца.



В режиме M2 одновременно отображается до 12 измерений параметров. Когда статистика включена, она распределяется в правой части элемента измерения. Коснитесь Для добавления нового измерения необходимо коснуться пустой строки.



19.6 Статистика измерений

Включите функцию **Statistics/Статистика**, чтобы наблюдать распределение измеренных значений каждого выбранного параметра.

Результат автоматических измерений отображается в нижней части экрана прибора, за исключением, когда включена функция отображения всех результатов.

ИЗМЕР	Пик-Пик(C1)	ВерхЗнач(C1)	НижнЗнач(C1)	Период(C1)	***	***
Значен	3.05882V	2.96746V	2.76mV	999.9985us		
Средн	3.0598000V	2.9674632V	2.0330mV	1.000000001ms		
Мин	3.04706V	2.96746V	-9.01mV	999.9945us		
Макс	3.08235V	2.96746V	2.76mV	1.0000060ms		
Рк-Рк	0.03529V	0.00000V	11.77mV	0.0115us		
Соткл	3.3624mV	0.0uV	2.8279mV	1.048ns		
Счет	32662	32662	32662	130648		
Гистограмма						

- **Value/Значение** - текущее измерение
- **Mean/Среднее** - среднее всех измерений
- **Min/Мин** - минимум всех измерений
- **Max/Макс** - максимум всех измерений
- **Stedv/Соткл** - стандартное отклонение всех измерений
- **Count/Счет** - количество измерений

Обнулить данные статистики и перезапустить сбор данных можно несколькими способами: **Clear Sweeps** на передней панели прибора, коснитесь пункта **Reset Statistics/Сброс Статистики** в диалоговом окне настроек статистики, или нажать символ  в области отображения статистики.

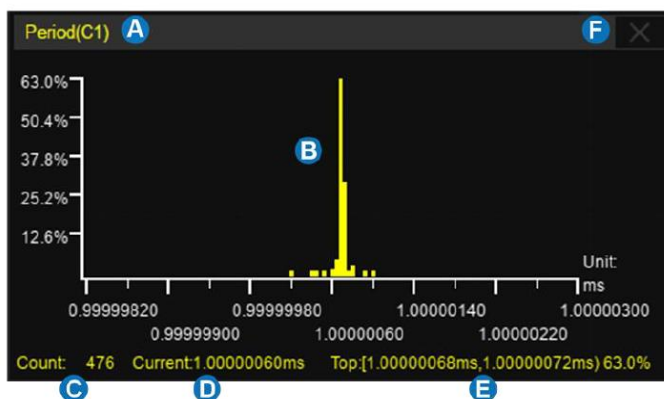
19.7 Гистограмма статистики

После включения статистики по выбранным измерениям пользователь может также активировать статистическую гистограмму. Гистограмма отображается в нижней части области статистики. Это позволяет пользователям быстро просматривать распределение вероятностей измеренных параметров. Цвет гистограммы соответствует источнику измерения (канал 1 желтый и т. д.).

ИЗМЕР	Пик-Пик(C1)	ВерхЗнач(C1)	НижнЗнач(C1)	Период(C1)	***	***
Значен	3.05882V	2.96746V	2.76mV	999.9985us		
Средн	3.0598000V	2.9674632V	2.0330mV	1.000000001ms		
Мин	3.04706V	2.96746V	-9.01mV	999.9945us		
Макс	3.08235V	2.96746V	2.76mV	1.0000060ms		
Рк-Рк	0.03529V	0.00000V	11.77mV	0.0115us		
Соткл	3.3624mV	0.0uV	2.8279mV	1.048ns		
Счет	32662	32662	32662	130648		
Гистограмма						

Одну из статистических гистограмм можно вывести на отдельный экран для получения подробной информации. Для этого необходимо коснуться гистограммы которую необходимо увеличить, откроется дополнительное окно с увеличенной гистограммой.

- A. Измеряемый параметр
- B. Область отображения гистограммы. Ось X представляет измеренные значения, а ось Y представляет вероятность.
- C. Число отсчетов статистики
- D. Текущее значение
- E. Столбец гистограммы (бин), который включает максимальное значение и вероятность попадания в данное значение.
- F. Кнопка закрытия окна гистограммы



19.8 “Простой” режим измерений

При включении простого режима измерений (Simple) на экране осциллографа одновременно отображаются все выбранные измерения для выбранного канала. Цвет шрифта отображаемых измерений соответствует цвету указанного источника. Желтый для канала 1, фиолетовый для канала 2 и т. д.

Max	1.58V	Cycle Mean	-4.28mV	ROV	2.22%	Rise	2.00ns
Min	-1.58V	Stdev	1.50V	RPRE	0.56%	Fall	2.00ns
Pk-Pk	3.17V	Cycle Stdev	1.50V	L@T	233.33mV	BWidth	4.50ms
Top	1.50V	RMS	1.50V	Period	1.00ms	+Duty	50.00%
Base	-1.50V	Cycle RMS	1.50V	Freq	1.00kHz	-Duty	50.00%
Amplitude	3.00V	FOV	2.78%	+Width	500.00us	Delay	-2.50ms
Mean	-4.19mV	FPRE	0.0%	-Width	500.00us	T@M	1.50ms

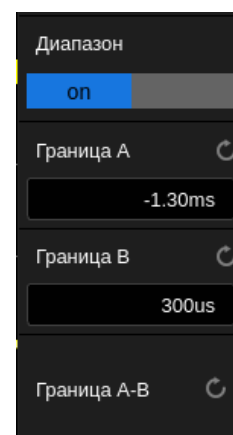
19.9 Диапазон автоматических измерений

В случае возникновения необходимости измерения параметров в заданном временном диапазоне рекомендуется использовать функцию Gate/Диапазон.

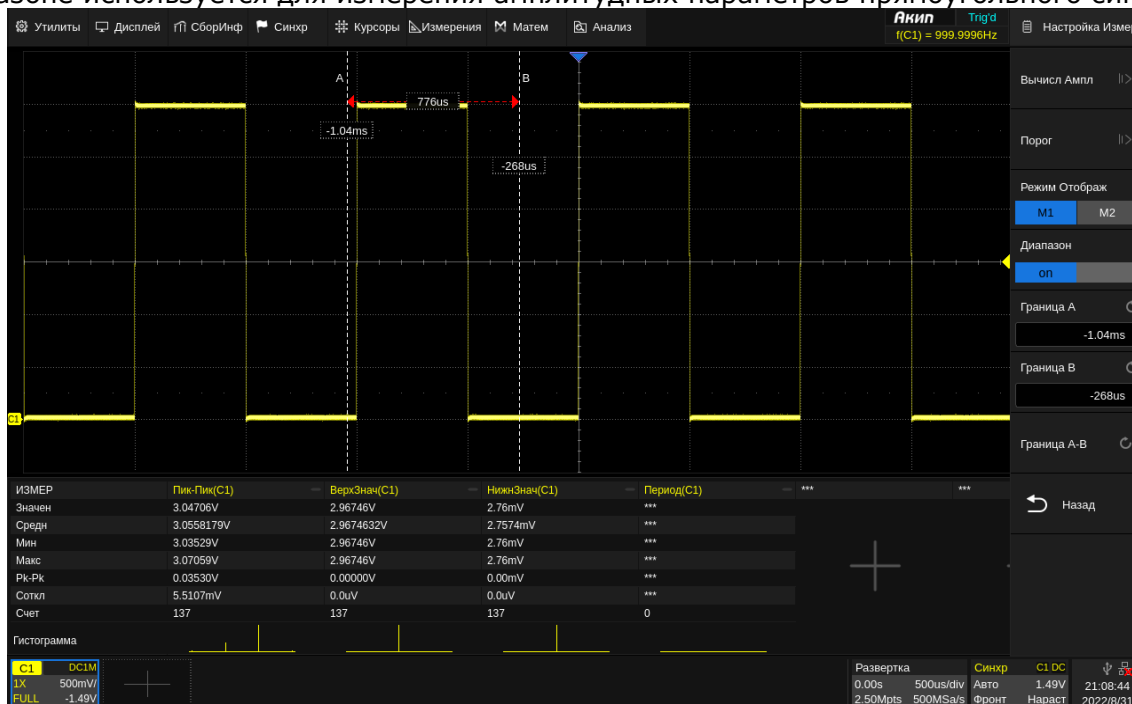
Коснитесь пункта **Gate/Диапазон** в диалоговом окне настройки измерений, затем в области сетки появятся два горизонтальных курсора A и B. Диалоговое окно временного интервала будет отображено справа.

Курсоры A и B используются для определения диапазона времени для измерения параметров. Осциллограф измеряет параметры данных только между курсорами A и B, игнорируя данные вне диапазона.

Настройка курсоров временного диапазона аналогична настройке обычных курсоров. См. «Выбор и перемещение курсоров» для получения подробной информации.



На рисунке ниже показан экран, в котором функция измерения во временном диапазоне используется для измерения амплитудных параметров прямоугольного сигнала:

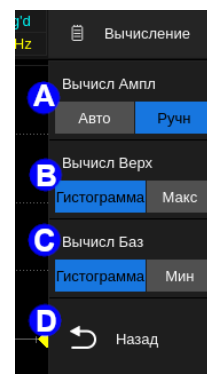


19.10 Вычисление амплитуды

В соответствии с различными типами входных сигналов пользователи могут выбрать соответствующую стратегию расчета амплитуды, которая может измерять верхние и нижние значения с большей точностью.

Для выбора стратегии расчета амплитуды необходимо в меню измерений коснуться **Настройка/Config** > **Вычисл Ампл/Amplitude Strategy**. Отобразится следующее меню:

- A. Выбор стратегии расчета амплитуды. Если установлено значение «Авто/Auto», стратегия расчета амплитуды будет выбираться автоматически в соответствии с входным сигналом, чтобы обеспечить максимальную точность измеренного значения.
- B. Установка стратегии расчета максимального значения. Если установлено значение «Гистограмма/Histogram», будет учитываться значение в верхней половине сигнала, а значение с максимальной вероятностью будет идентифицировано как верхнее значение; если установлено значение «Макс/Max», максимальное значение сигнала будет идентифицировано как верхнее значение.
- C. Установка стратегии расчета базового значения. Если установлено значение «Гистограмма/Histogram», будет учитываться значение в нижней половине сигнала, а значение с максимальной вероятностью будет идентифицировано как базовое значение; если установлено значение «Мин/Min», минимальное значение сигнала будет идентифицировано как базовое значение.
- D. Возврат в предыдущее меню.



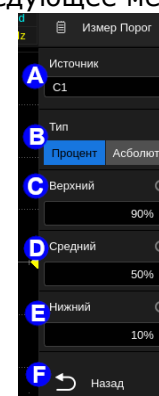
19.11 Порог измерений

Пороговые значения измерений определяются пользователем. Например, для измерения длительности импульса порог можно указать, а не зафиксировать на уровне 50 %. Для измерения времени нарастания можно указать нижний/верхний пороги, а не фиксированные значения 10%/90%.

Изменение порогового значения по умолчанию может изменить результаты измерения соответствующих элементов измерения, таких как: период, частота, +длительность, -длительность, +скважность, -скважность, +Вдлит, -Вдлит, задержка, T@M, время нарастания, время спада и другие.

Для изменения пороговых значений автоматических измерений необходимо в меню измерений коснуться **Настройка/Config** > **Порог/Threshold**. Отобразится следующее меню:

- A. Выбор источника для установки порога измерений.
- B. Выбор типа установки порогового значения.
- C. Установка верхнего значения.
- D. Установка среднего значения.
- E. Установка нижнего значения.
- F. Возврат в предыдущее меню.



Тип установки порогового значения

В процентах: Установка значения в процентном отношении от формы сигнала. Диапазон настройки нижнего и верхнего значений составляет 1% ~ 99%, нижнее значение не должно превышать среднее и верхнего значения.

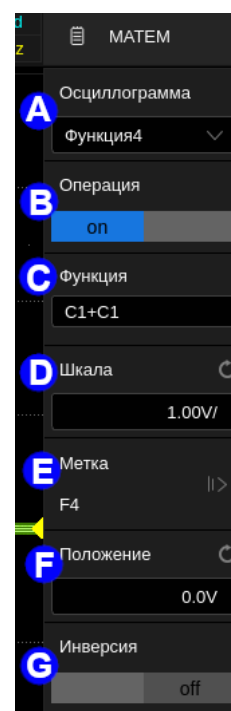
Абсолютное значение: Установка абсолютного значения в соответствии с установленным коэффициентом отклонения. Абсолютное пороговое значение зависит от масштаба по вертикали, смещения и коэффициента ослабления пробника. Эти значения должны быть установлены перед установкой абсолютных пороговых значений. Нижнее и верхнее значения ограничены диапазоном экрана. Если какой-либо абсолютный порог больше или меньше минимального или максимального значения сигнала, измерение может быть недействительным.

20 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ И БПФ

Осциллографы серии АКИП-4158 поддерживают широкий набор математических функций. Математические функции включают сложение, вычитание, умножение, деление, дифференциал, интеграл, квадратный корень и быстрое преобразование Фурье (БПФ) для сигналов аналоговых каналов. Результат математических действий может также быть измерен с помощью делений сетки или курсоров, автоматические измерения для математических функций не возможны.

Нажмите кнопку **MATH** на передней панели или коснитесь **+** в области окна дескриптора канала и во всплывающем диалоговом окне выберите **Func1/Функция1**, **Func2/Функция2**, **Func3/Функция3** или **Func4/Функция4** после чего появится диалоговое окно математики:

- A. Выбор математической осциллограммы F1 ... F4.
- B. Включить / выключить математическую операцию.
- C. Выбор математической функции.
Вызывает окно настроек функции и выбора источника.
- D. Установка вертикального масштаба математической операции.
- E. Установки текста метки математической осциллограммы.
- F. Установка вертикального положения математической операции.
- G. Включить / выключить инвертирование.



20.1 Единицы измерений математических функций

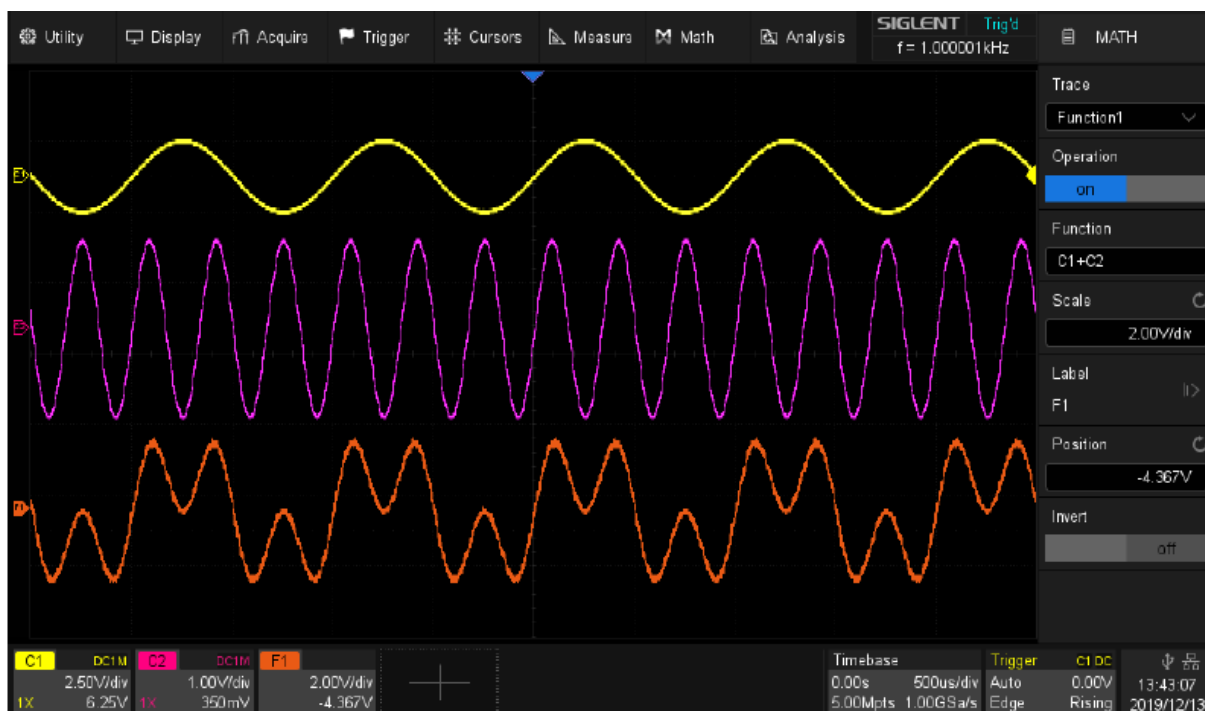
В меню настройки каналов, пользователь может выбрать единицу измерения входного сигнала **B** (вольт) или **A** (ампер). В осциллографе для математических функций доступны следующие единицы измерений.

Математическая операция	Единица измерения
Сложение (+) или вычитание (-)	V, A
Умножение (*)	V ² , A ² или W (Ватт)
Деление (/)	Нет, S (Сименс) или Ω (Ом)
БПФ (FFT)	dBVrms, Vrms, dBArms, Arms, dBm
Дифференциал (d/dt)	V/S или A/S (В/сек или А/сек)
Интеграл (∫dt)	VS или AS (В*сек или А*сек)
Корень квадратный (√)	V ^{1/2} или A ^{1/2}
Усреднение (Average)	V, A
Высокое разрешение (ERES)	V, A
Абсолютное значение (y)	V, A
Аргумент (Sign)	V, A
Экспонента (Exp или Exp10)	V, A
Логарифм (Ln или lg)	V, A
Интерполяция (intrp)	V, A

20.2 Арифметические функции

Осциллограф серии АКИП-4158 может выполнять следующие арифметические операции: сложение, вычитание, умножение или деление на любых двух аналоговых входных каналах. Значения источника А и источника В вычисляются по точкам.

На следующем рисунке показан пример $F1 = C1/КАН1 + C2/КАН2$:



20.2.1 Усреднение

Average/Усреднение — это многократное сложение последовательных записей осциллограмм с неодинаковым весом. Всего возможно усреднение от 4 до 8192 раз (4/16/32/64/128/256/512/1024/2048/4096/8192). Оно особенно полезно для уменьшения шума в сигналах, испытывающих медленный дрейф по времени или амплитуде. Кривая, зарегистрированная последней, имеет больший вес, чем все более ранние кривые: в непрерывном среднем доминируют статистические флуктуации последней зарегистрированной кривой. Вес «старых» кривых при непрерывном усреднении постепенно (по экспоненциальному закону) стремится к нулю со скоростью, уменьшающейся по мере увеличения веса.

Непрерывное усреднение выполняется по следующей формуле:

новое среднее = (новые данные + вес * старое среднее) / (вес + 1)

По этой же формуле вычисляется и итоговое среднее. Однако устанавливая значение параметра Average, вы задаете фиксированный вес, который назначается старому среднему значению, когда число усреднений достигает значения Average. Например, если значение параметра Average (вес) равно 4:

1-я развертка (старое среднее отсутствует): новое среднее = (новые данные + 0 * старое среднее) / (0 + 1) = только новые данные

2-я развертка: новое среднее = (новые данные + 1 * старое среднее) / (1 + 1) = 1/2 новых данных + 1/2 старых данных

3-я развертка: новое среднее = (новые данные + 2 * старое среднее) / (2 + 1) = 1/3 новых данных + 2/3 старых данных

4-я развертка: новое среднее = (новые данные + 3 * старое среднее) / (3 + 1) = 1/4 новых данных + 3/4 старых данных

5-я развертка: новое среднее = (новые данные + 4 * старое среднее) / (4 + 1) = 1/5 новых данных + 4/5 старых данных

6-я развертка: новое среднее = (новые данные + 4 * старое среднее) / (4 + 1) = 1/5 новых данных + 4/5 старых данных

7-я развертка: новое среднее = (новые данные + 4 * старое среднее) / (4 + 1) = 1/5 новых данных + 4/5 старых данных

Таким образом, для разверток после 4-й вклад старых средних значений начинает экспоненциально уменьшаться.



20.2.2 Высокое разрешение

Математическая функция ERES/Высокое разрешение основана на так называемой технике ультра-образца, когда происходит усреднение соседних точек дискретизации для уменьшения случайных помех во входном сигнале и генерировании сглаженной осциллограммы на экране. Этот режим обычно используется, когда частота дискретизации АЦП выше скорости захвата во внутреннюю память.

Режим высокого разрешения может использоваться как в однократном запуске, так и для периодически повторяющихся сигналов, и этот режим не влияет на скорость обновления экрана. Данный режим ограничивает полосу пропускания реального времени, поэтому он эффективен в качестве фильтра низких частот.

В таблице ниже показано соотношение между битами ERES и полосой пропускания:

ERES биты	Полоса пропускания (-3 дБ)
0,5	$0,25 \cdot \text{частота дискретизации}$
1	$0,115 \cdot \text{частота дискретизации}$
1,5	$0,055 \cdot \text{частота дискретизации}$
2	$0,028 \cdot \text{частота дискретизации}$
2,5	$0,014 \cdot \text{частота дискретизации}$
3	$0,007 \cdot \text{частота дискретизации}$
3,5	$0,0035 \cdot \text{частота дискретизации}$
4	$0,0017 \cdot \text{частота дискретизации}$

20.3 Алгебраические функции

Осциллограф серии АКИП-4158 может выполнять следующие алгебраические операции: дифференциал (d/dt), интеграл ($\int dt$), квадратный корень ($\sqrt{}$), абсолютное значение ($|y|$), аргумент (Sign), экспонента (Exp или Exp10), логарифм (Ln или lg), интерполяция (intrp).

20.3.1 Дифференциал

Дифференциал (d/dt) - вычисление дискретной производной по времени из выбранного источника.

$$di = \frac{y(i + dx) - y(i)}{dx}$$

, где

di – дифференциал осциллограммы

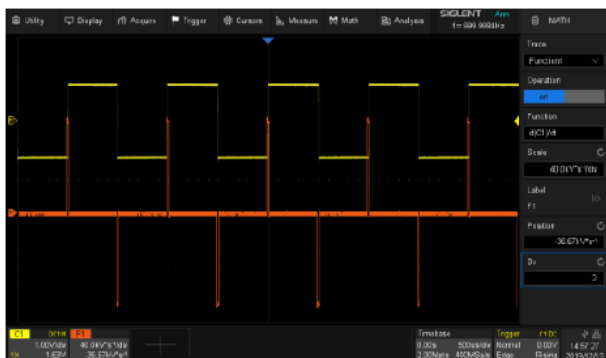
y – точки данных аналогового канала

i – индекс точки данных.

dx – разница во времени между точками данных.

Кнопка управления меню **dx** в меню математической функции **d/dt** позволяет установить разницу во времени между точками данных. Установка значения **dx** выполняется универсальным регулятором в диапазоне от 0,02div до 0,20div. DIV - число пиксельных точек в каждом делении на экране осциллографа. В осциллографах серии АКИП-4158

каждое деление состоит из 100 пикселей. Например: установка 0,2div = 0,2 * 100 = 20 пикселей. Это означает, что вычисление будет выполняться по 20 дискретным точкам и временной разницы между ними.



dx=2



dx=6

20.3.2 Интеграл

Функция **dt** (интеграл) вычисляет интеграл выбранного источника. Функцию интеграл можно использовать для расчета энергии импульса в вольт - секундах или измерения площади осциллограммы.

$$I_n = c_0 + \Delta t \sum_{i=0}^n y_i$$

, где

I – интеграл осциллограммы.

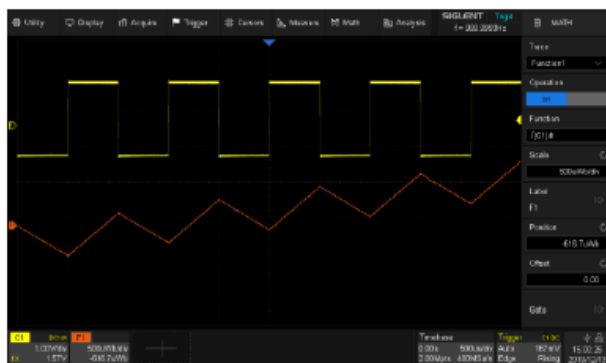
Δt – разница во времени между точками данных.

y – канал 1, 2 или опорная осциллограмма.

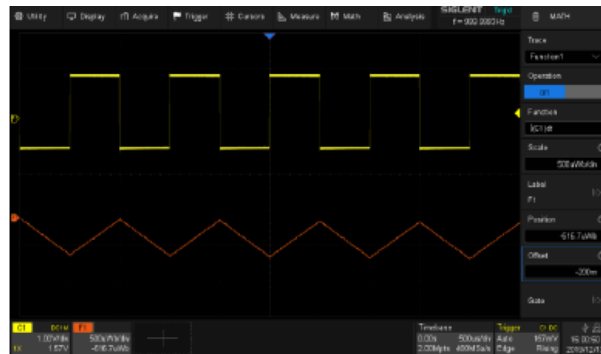
c₀ – произвольная постоянная.

i – индекс точки данных.

Кнопка управления меню **Offset/Отклонение** в меню математической функции **dt** позволяет задать коррекционный коэффициент постоянного смещения входного сигнала.

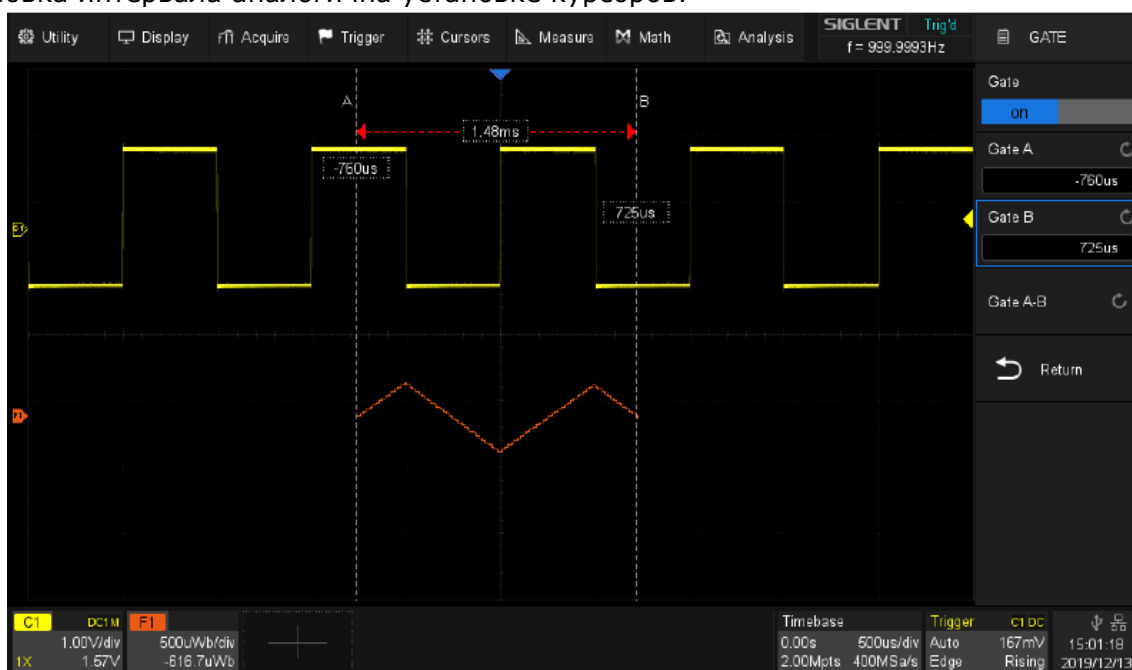


Результат интегрирования сигнала прямоугольной формы без смещения



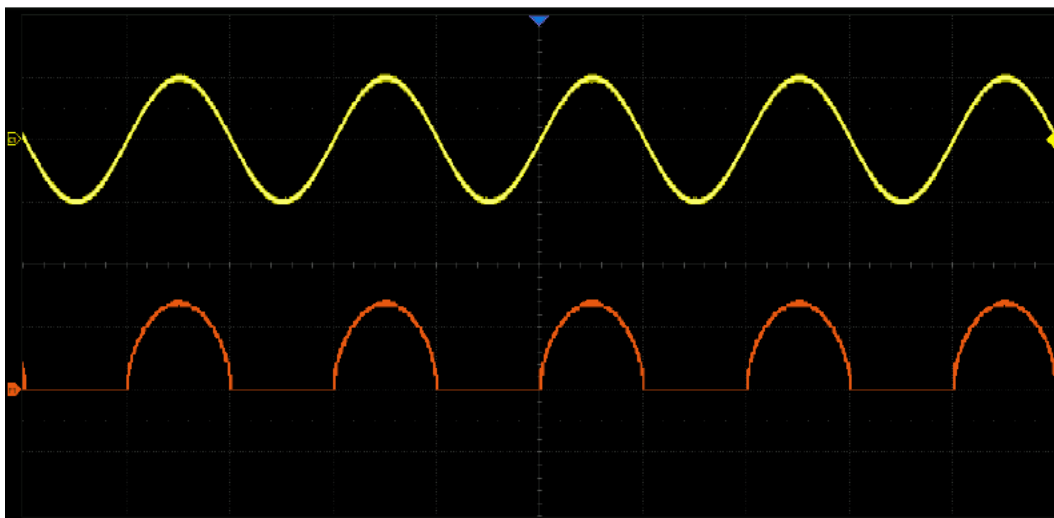
Результат интегрирования меандра с компенсацией смещения

Математическая операция вычисления интеграла может использоваться одновременно с функцией **Gate/Диапазон**. Пользователь может задать временно интервал для вычисления интеграла. Для этого необходимо в меню математики коснуться пункта **Gate/Диапазон** и в открывшемся меню задать значения Gate A/Диапазон A и Gate B/Диапазон B, что бы определить временной интервал для вычисления математики. Установка интервала аналогична установке курсоров.



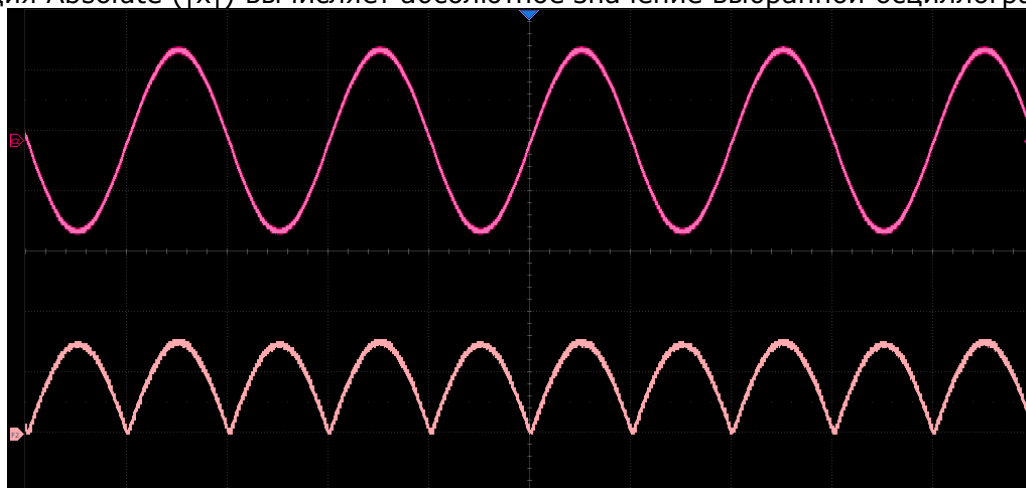
20.3.3 Корень квадратный

Функция $\sqrt{}$ (корень квадратный) вычисляет квадратный корень для выбранного источника.



20.3.4 Абсолютное значение

Функция Absolute ($|x|$) вычисляет абсолютное значение выбранной осциллограммы.



20.3.5 Аргумент осциллограммы

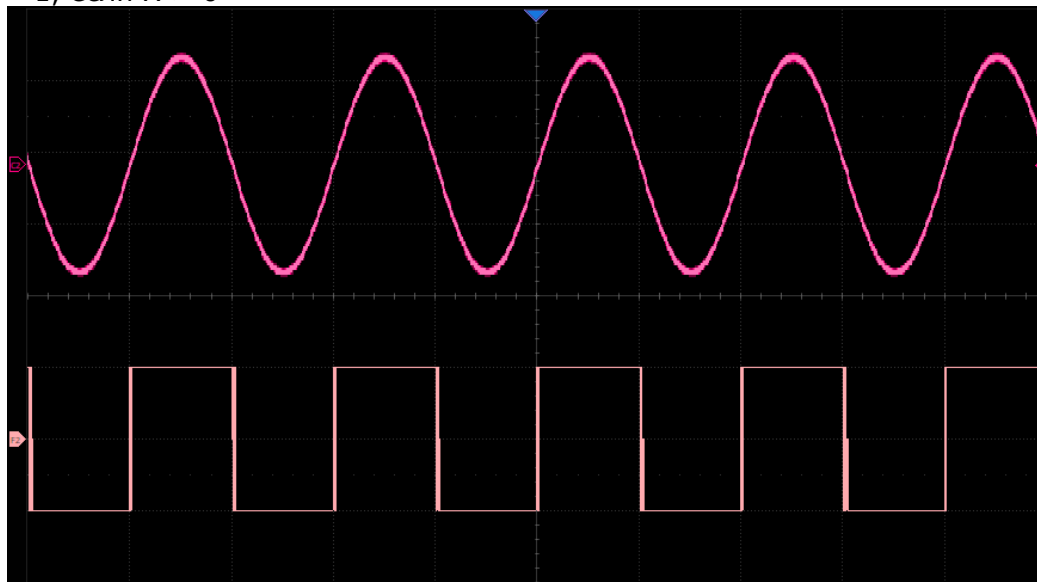
В математике функция аргумента или сигнум-функция (от *signum* на латыни «знак») представляет собой нечетную математическую функцию, которая извлекает знак действительного числа.

Аргумент действительного числа x определяется следующим образом:

$\text{Sign}(x) = -1$, если $X < 0$;

$= 0$, если $X = 0$;

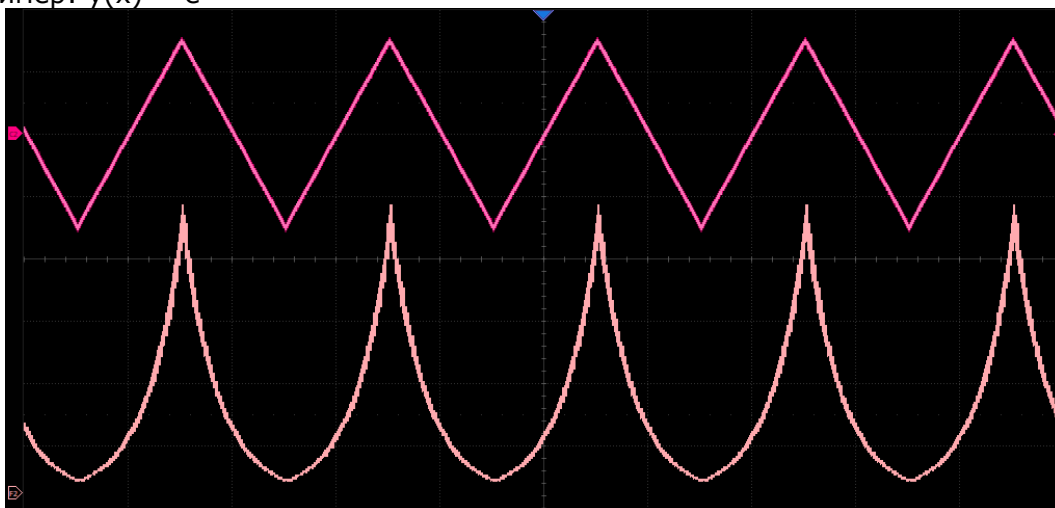
$= 1$, если $X > 0$



20.3.6 Экспонента

Экспоненциальная функция включает в себя экспоненциальную операцию e^x , по основанию константы e , и экспоненциальную операцию 10^x , по основанию 10.

Например: $y(x) = e^x$



20.3.7 Логарифм

Логарифмическая функция включает в себя логарифм по основанию e ($\ln$) и логарифм по основанию 10 ($\lg$). В логарифмическом режиме, если значение сигнала отрицательное (сигнал находится ниже уровня земли), результат отображается как ноль.

Например: $F1 = e^x$, где x — тригонометрическая функция осциллограмма. $F2 = \ln(F1)$.



20.4 Интерполяция

Между соседними точками выборки форма сигнала интерполируется в соответствии с выбранным методом интерполяции и коэффициентом интерполяции. Коснитесь в главном меню пункта **Acquire/СборИнф > Menu/Меню > Interpolation/Интерполяция**, чтобы задать метод интерполяции, а коэффициент интерполяции можно установить равным 2, 5, 10 или 20 в меню математики.



коэффициент = 2

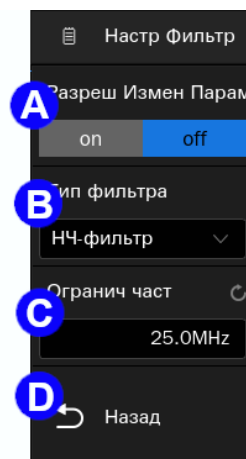


коэффициент = 20

20.5 Фильтры

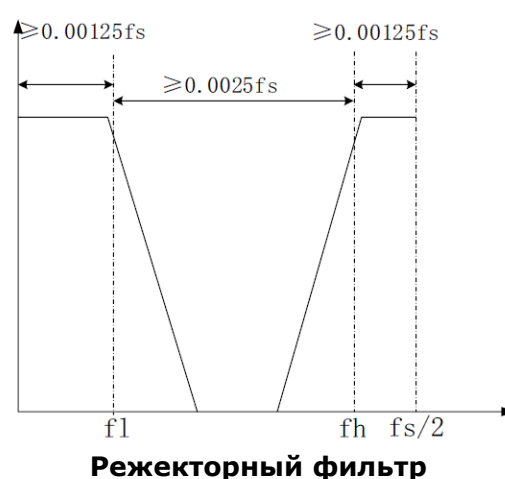
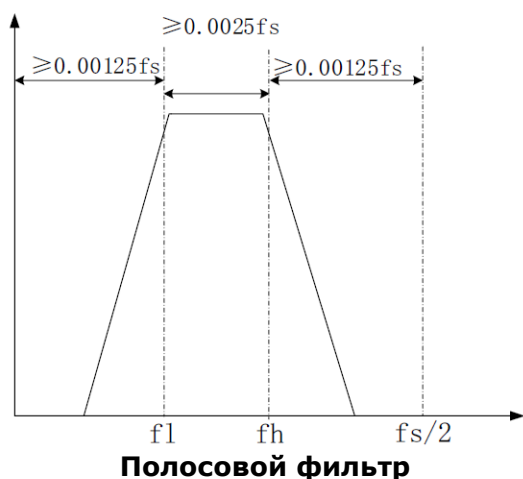
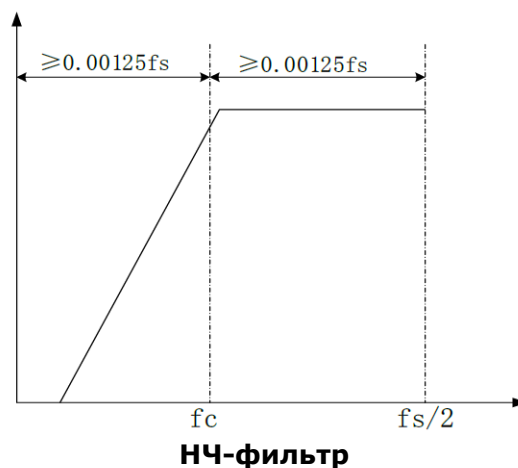
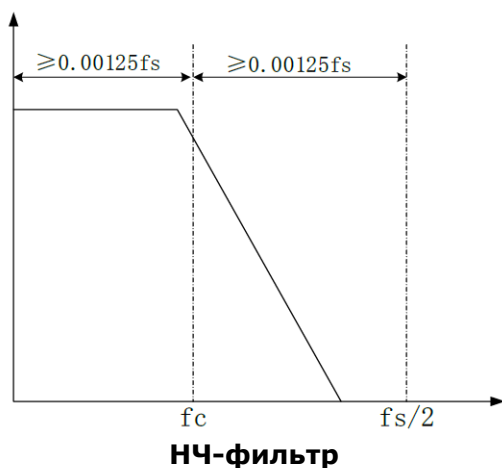
В осциллографах серии АКИП-4158 имеется математическая функция FIR (КИХ фильтр) – программирование частотного фильтра. Предусмотрены следующие типа фильтров: фильтр нижних частот, верхних частот, полосовой фильтр и режекторный фильтр. В настройках фильтра пользователю необходимо выбрать тип фильтра и частоту среза, порядок фильтра будет рассчитан автоматически.

- A. Активация функции автоматической установки частоты дискретизации осциллографа в соответствии с выбранными параметрами фильтра.
- B. Выбор типа фильтра.
- C. Установка значения частоты среза.
- D. Возврат к предыдущему меню.



Автоматическая установка частоты дискретизации.

В отличие от идеального «прямоугольного» фильтра, настоящий КИХ-фильтр срезается от полосы пропускания к полосе подавления в соответствии с порядком фильтра. КИХ-фильтр 1022-го порядка обеспечивает спад со скоростью $0,00125 \cdot f_s$ (где f_s — частота дискретизации), что означает, что существуют некоторые ограничения при установке частоты среза при заданной частоте дискретизации. На следующих рисунках подробно показаны ограничения:



Для примера можно взять НЧ-фильтр. Требуется, чтобы частота среза (f_c) была не менее $0,00125 \cdot f_s$ (т.е. $f_c \geq 0,00125 \cdot f_s$), а широкий диапазон спада f_c плюс $0,00125 \cdot f_s$ не

превышал первую зону Найквиста (т.е. $(f_s/2) - f_c \geq 0,00125f_s$). Если f_s (частота дискретизации) = 20 Гвыб/с, то допустимый диапазон частоты среза (f_c) составляет от 25 МГц до 9,975 ГГц.

Если ожидается, что значение f_c выйдет за пределы допустимого диапазона при определенной частоте дискретизации, необходимо изменить частоту дискретизации. Например, при частоте дискретизации 20 Гвыб/с, не возможно задать частоту среза 20 МГц. По это частота дискретизации будет автоматически уменьшена до 10 Гвыб/с, чтобы соответствовать пределу ($f_c \geq 0,00125*f_s$).

Профессиональные пользователи, имеющие предварительные знания КИХ-фильтров и знакомые с работой данного осциллографа, могут вручную установить частоту дискретизации на основе интересующей частоты среза. В противном случае рекомендуется активировать функцию «Автоматическая настройка частоты дискретизации». При активации данной функции, осциллограф переключает режим Сбора Информации с фиксированного значения памяти, на фиксированное значение частоты дискретизации и управляет этим значением в зависимости от заданной частоты среза.



ПРИМЕЧАНИЕ. При установке слишком низкого значения частоты среза, значение частоты дискретизации возможно не будет удовлетворять теореме Найквиста (т. е. значение f_s больше не превышает и не равно удвоенной максимальной частоте входного сигнала). В этом случае необходимо повысить значение частоты среза.

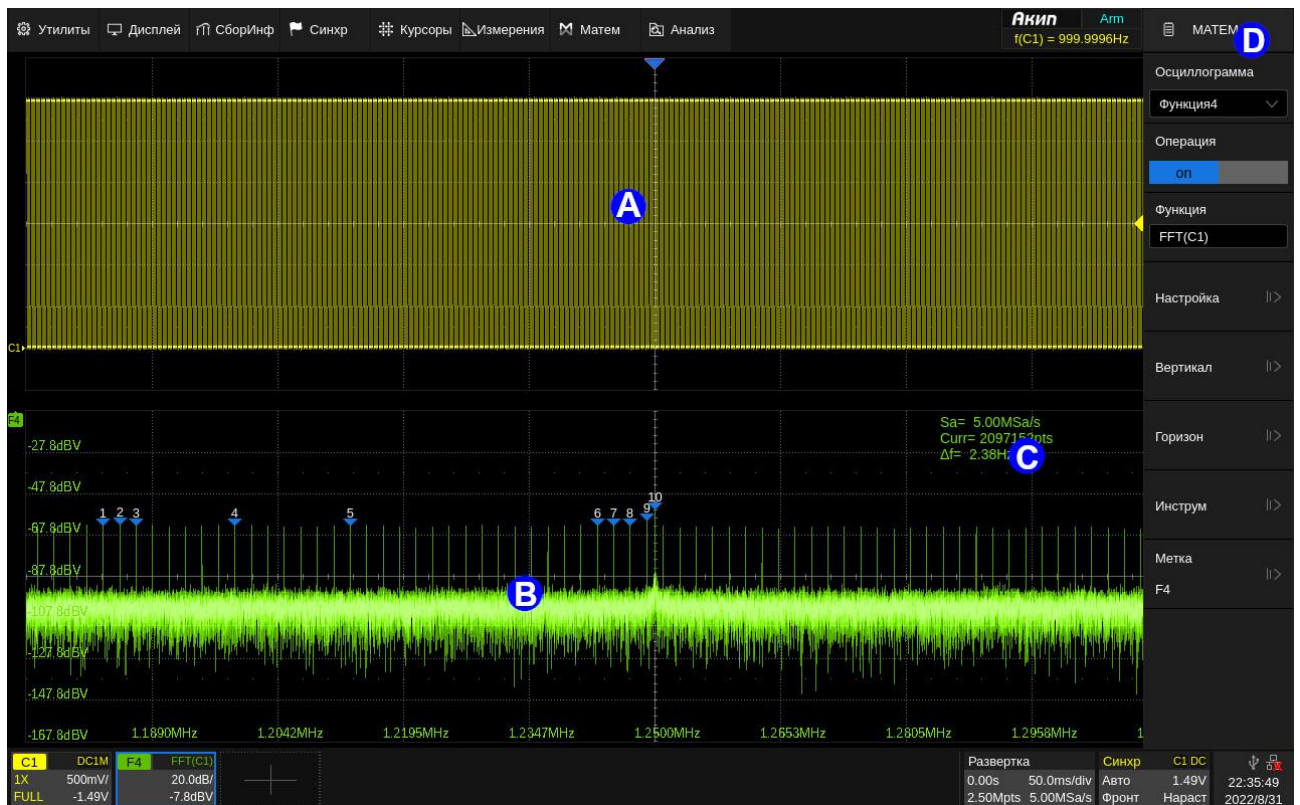
20.6 Частотный анализ (БПФ)

БПФ (Быстрое преобразование Фурье) - Преобразование формы сигнала реального времени в спектр сигнала. Режим БПФ позволяет найти частотные компоненты (спектр) сигнала во временной области. Режим БПФ используется для просмотра следующих типов сигналов:

- Анализ гармонических составляющих в сетях питания;
- Измерение гармонических составляющих и искажений в системах;
- Определение характеристик шумов в источниках постоянного напряжения;
- Тестирование импульсного отклика фильтров и систем;
- Анализ вибрации.

Для использования режима БПФ необходимо выполнить следующие действия:

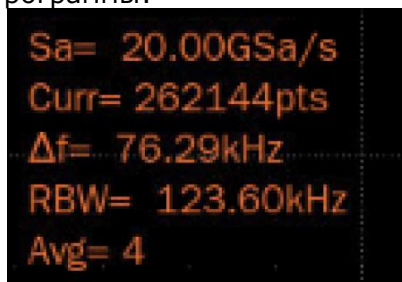
- Установить источник сигнала (во временной области);
- Отобразить спектр БПФ;
- Выбрать тип окна БПФ;
- Настроить частоту выборки для отображения основной частоты и гармоник без искажений;
- Использовать элементы управления масштабом для увеличения спектра;
- Провести измерения спектра с помощью курсоров.



- A. Область отображения формы сигнала во временной области
- B. Область отображения спектра (БПФ)
- C. Область отображения параметров БПФ
- D. Диалоговое окно БПФ

20.6.1 Параметры БПФ

Параметры БПФ отображаются в правом верхнем углу области отображения спектрограммы:



- **Частота дискретизации БПФ / FFT sample rate (Sa)**

Результаты операции БПФ представляют первую зону Найквиста ($DC \sim Sa/2$) частотного спектра. Необходимо иметь в виду, что частота дискретизации БПФ может не соответствовать частоте дискретизации во временной области. Предполагая, что максимальное количество точек установлено на 2 М:

- ✓ Когда количество точек во временной области, N , меньше 2 М, БПФ принимает число, которое является целочисленной степенью 2, ближайшей к N . В этом случае частота дискретизации БПФ = частота дискретизации во временной области.
- ✓ Когда значение N больше 2 М, БПФ сначала прореживает N точек на D , для максимального приближения к памяти 2 М, а затем берет первые 2 М для вычисления. В этом случае частота дискретизации БПФ = частота дискретизации во временной области / D .
Например, в случае, если частота дискретизации во временной области составляет 5 ГГц, а количество отсчетов составляет 5 М, БПФ сначала прореживает отсчеты на 2, до 2,5 М, а затем берет первые 2 М для расчета спектра. В этом примере частота дискретизации БПФ = $5 \text{ ГГц} \div 2 = 2,5 \text{ ГГц}$.

- **Число точек БПФ / FFT points (Curr)**

Текущее число точек БПФ, представляющие собой целую степень 2, максимально до 8 М точек (точное значение 8388608).

- **Частотный интервал / Frequency interval (Δf)**

Частотный интервал между двумя соседними точками в последовательности БПФ. Данный интервал отображает разрешающую способность по частоте.

- **Полоса пропускания ПЧ/RBW**

Ширина фильтра промежуточной частоты (ПЧ), зависит от выбранной оконной функции. Для разных оконных функций имеются разные пропорциональные отношения между RBW и Δf .

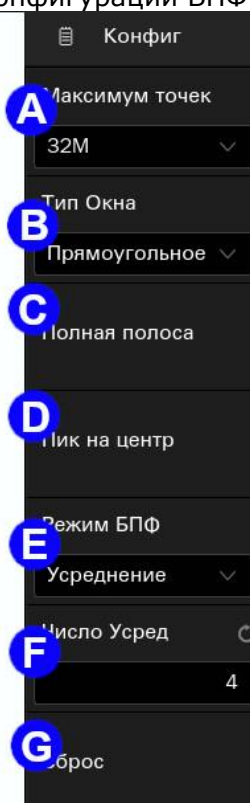
- **Число отсчетов при усреднении / Average count of FFT (Avg)**

Отображается, только если для режима БПФ включена функция усреднения, отображает число цикло усреднения.

20.6.2 Настройка БПФ

1. Нажать кнопку **Math** на передней панели прибора, для входа в меню математики.
2. Выбрать функцию для отображения БПФ, Fun1/Функц1 или Fun2/Функц2.
3. Коснуться пункта **Function/Функция**, в открывшемся окне выбрать **FFT/БПФ**.
4. Коснитесь пункта **Config/Настройка** для перехода в меню конфигурации БПФ.

- A. Выбор максимального числа точек БПФ.
- B. Выбор типа окна (Прямоугольное, Блэкман, Хеннинг, Хэмминг и Флэттоп).
- C. Автоматическая установка вертикального масштаба, опорного уровня, центральной частоты и горизонтального масштаба в соответствии с максимальной частотной составляющей сигнала.
- D. Автоматическая установка центральной частоты на максимальную частотную составляющую.
- E. Выбор режима БПФ (Нормальный/Normal, Усреднение/Average и Удержание максимума/Max-Hold).
- F. Установка числа усреднений, если выбран режим Усреднение.
- G. Сброс усреднений.



5. Коснитесь пункта **Source/Источник**, в появившемся списке выбрать источник математической операции. В качестве источника математической операции могут быть аналоговые каналы, а также опорные осциллограммы.
6. Коснитесь пункта **Window/Окно**, выбрать типа окна.

Выбор окна определяется характеристиками входного сигнала, который необходимо исследовать, а также характеристиками функции окна. Выбор окна снижает утечку частот в спектре БПФ. При выполнении быстрого преобразования Фурье предполагается, что временной сигнал повторяется бесконечно. Для целого числа циклов (1,2) временной сигнал начинается и заканчивается на одном и том же уровне и в форме сигнала отсутствуют разрывы. При нецелом числе циклов во временном сигнале начальная и конечная точки имеют разные уровни. Переход от начальной к конечной точке приводит к разрыву в форме сигнала, что в свою очередь приводит к появлению высокочастотных переходных составляющих.

Применение окна к сигналу во временной области изменяет форму сигнала таким образом, что начальное и конечное значение сближаются, в результате чего уменьшается величина разрыва.

Функция математических операций включает пять типов окна БПФ. Типы окна определяют компромисс между разрешением по частоте и точностью амплитудных измерений. Выбор окна определяется необходимостью измерения конкретных величин и характеристиками исходного сигнала.

Rectangle/Прямоугольное окно: Выбор прямоугольного окна. Это окно подходит для сигналов, не имеющих разрывов. Прямоугольное окно обладает лучшим разрешением по частоте, но низким разрешением по амплитуде.

Области применения:

Переходные процессы или всплески, в тех случаях, когда уровень сигнала до и после события равны или близки по значению.

Сигналы синусоидальной формы с равной амплитудой и частотой.

Широкополосный шум с медленным изменением спектра.

Окно Blackman/Блэкмена: Окно Блэкмена обеспечивает худшую погрешность измерения по частоте, чем окно Хеннинга, но обеспечивает лучшее исследование сигналов с малой амплитудой.

Области применения:

Наблюдение высших гармоник сигнал одной частоты.

Окно Hanning/Хеннинга: Выбор этого окна обеспечивает большую точность измерения по частоте, но меньшую точность измерения по амплитуде по сравнению с прямоугольным окном.

Области применения:

Сигналы синусоидальной формы, а так же узкополосный шум.

Переходные процессы или всплески, в тех случаях, когда уровень сигнала до и после события, существенно различаются.

Окно Hamming/Хэмминга: У данного типа окна немного лучше разрешение по частоте, чем у Хеннинга, но меньшую точность измерения по амплитуде по сравнению с прямоугольным окном.

Области применения:

Сигналы синусоидальной формы, а так же узкополосный шум.

Переходные процессы или всплески, в тех случаях, когда уровень сигнала до и после события, существенно различаются.

Окно Flat Top/Флэттоп: У данного типа окна лучшее разрешение по амплитуде, но меньшая точность по частоте по сравнению с прямоугольным окном.

Области применения:

Сигналы синусоидальной формы, а так же узкополосный шум.

Оптимально для измерений, когда необходима высокая точность по амплитуде.

20.6.3 Выбор режима БПФ

Коснитесь пункта *FFT Mode/Режим БПФ* для выбора режима работы БПФ.

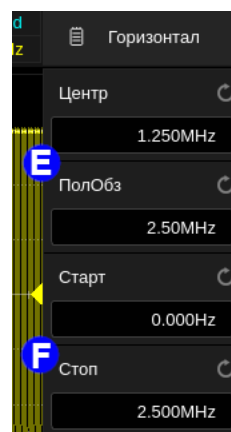
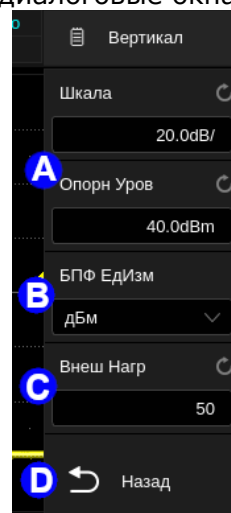
- *Normal/Нормал:* стандартное отображение спектрограммы.
- *Max-Hold/МаксУдерж:* отображение спектрограммы в режиме удержания максимальных значений. Для сброса накопленных значений необходимо нажать кнопку **Clear Sweeps** на передней панели прибора.
- *Average/Усредн:* отображение спектрограммы в режиме усредненных значений. Диапазон установки числа усреднений: от 4 до 1024. Для сброса накопленных значений необходимо нажать кнопку **Clear Sweeps** на передней панели прибора.

20.6.4 Настройка вертикального и горизонтального масштаба

В меню математики, выбрать пункт *Vertical/Вертикальные* настройки или *Horizontal/Горизонтальные* настройки.

В зависимости от выбранного меню откроются следующие диалоговые окна.

- A. Установка вертикального масштаба и опорного уровня.
- B. Выбор единиц измерения вертикально шкалы. На выбор пользователю доступны следующие варианты: dBVrms, dBm или Vrms. В зависимости от выбора, для построения БПФ используется логарифмическая или линейная шкала. Для анализа и отображения спектра сигнала в широком динамическом диапазоне рекомендуется использовать единицу измерения dBVrms.
- C. Выбор значения внешней нагрузки. Диапазон установки: 1 Ом ... 1 МОм. Используется для корректного пересчета в дБм.
- D. Возврат к предыдущему меню
- E. Установка центральной частоты и полосы обзора.
- F. Установка начальной и конечной частоты развертки.



Единицы измерения.

В качестве единиц измерения вертикальной оси могут быть выбраны: дБм (dBm), дБВскз (dBVrms), Вскз (Vrms). При выборе дБм (dBm) или дБВскз (dBVrms) автоматически выбирается логарифмическая или линейная шкала БПФ. Единицу измерения дБВскз (dBVrms) рекомендуется использовать для отображения сигнала с большим динамическим диапазоном. дБм (dBm) - это единица измерения мощности, правильный результат измерения может быть получен только в том случае, если значение Ext Load (внешняя нагрузка) установлено в соответствии с сопротивлением нагрузки фактического измеренного сигнала.

Для выбора единицы измерения необходимо коснуться пункта **Unit/БПФ ЕдИзм** и в выпадающем списке выбрать соответствующую единицу измерения.

Управление вертикальной шкалой.

Коснитесь пункта **Ref Level/ОпорнУров**, затем повернуть универсальный регулятор для установки значения опорного уровня и смещения сигнала по вертикали.

Коснитесь пункта **Scale/Шкала**, затем повернуть универсальный регулятор для установки разрешения по вертикали (по уровню).

Управление горизонтальной шкалой.

Коснитесь пункта **Center Freq/Центр**, затем повернуть универсальный регулятор для установки значения центральной частоты.

Коснитесь пункта **Span/ПолОбз**, затем повернуть универсальный регулятор для установки значения полосы обзора частоты.

Коснитесь пункта **Start/Старт**, затем повернуть универсальный регулятор для установки начального значения частоты развертки.

Коснитесь пункта **End/Стоп**, затем повернуть универсальный регулятор для установки конечного значения частоты развертки.

Искажения БПФ

Проблемы могут возникать, когда осциллограф регистрирует временной сигнал, содержащий гармоники с частотами выше частоты Котельникова. Скорость регистрации отсчетов для частот выше частоты Котельникова является недостаточной. Это приводит к появлению зеркальных низкочастотных гармоник относительно частоты Котельникова. Такие паразитные гармоники называют искажениями.

Частота Котельникова (Найквиста)

Максимальная частота, которую без ошибок может измерить цифровой осциллограф в режиме реального времени, равняется половине частоты дискретизации. Эту частоту называют частотой Котельникова. Скорость регистрации отсчетов для частот выше частоты Котельникова является недостаточной, что приводит к искажениям БПФ.

Устранение искажений

Для устранения искажений попробуйте применить следующие меры:

С помощью регулятора **Время/Деление** (с – нс) задать более высокое значение частоты дискретизации. Так как с увеличением частоты дискретизации увеличится частота Котельникова, искаженные гармоники будут отображаться на правильных частотах.

Если нет необходимости просматривать гармоники выше 20 МГц, включить ограничение полосы пропускания.

Применить внешний фильтр к исходному сигналу, чтобы ограничить диапазон его гармоник значением ниже частоты Котельникова.

Определить паразитные гармоники и игнорировать их.

Использовать средства управления масштабом и курсоры для увеличения и выполнения измерений в спектре БПФ.

Сигналы, имеющие составляющую постоянного тока или смещение, могут стать причиной неверной амплитуды результата FFT (БПФ). Для того чтобы уменьшить влияние составляющей постоянного тока, включить связь с источником сигнала по переменному току (закрытый вход AC).

Чтобы уменьшить влияние белого шума и помех дискретизации для периодических или однократных сигналов, установить режим усреднения регистрации осциллографа.

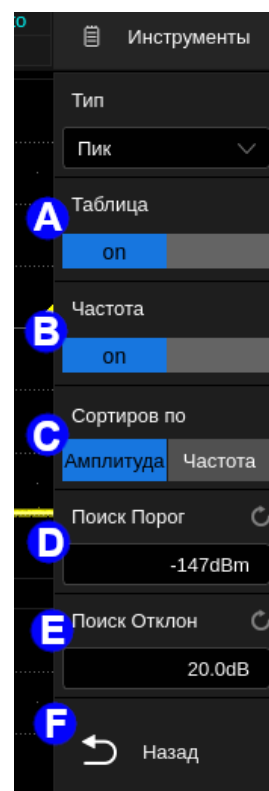
Для отображения на экране результатов FFT (БПФ) с большим динамическим диапазоном рекомендуется использовать шкалу dBVrms (дБВскз). Шкала dBVrms (дБВскз) для вывода на экран использует логарифмический масштаб.

20.6.5 Инструменты БПФ

Осциллографы серии АКІП-4158 предоставляют два инструмента для обработки сигналов БПФ: поиск пиков и маркеры. В режиме поиска пиков, осциллограф может автоматически искать и отмечать на спектрограмме подходящие пиковые значения. Поддерживается одновременный поиск до 10 пиков. Основываясь на режиме поиска пиков, маркерные измерения позволяют обнаруживать гармоники сигнала. Поддерживается одновременно до 8 маркеров.

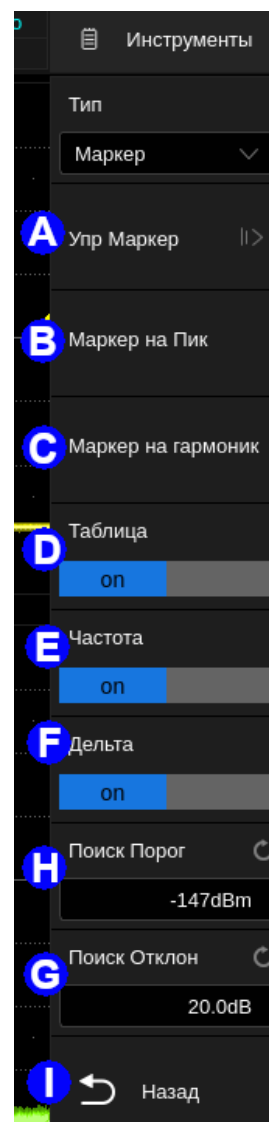
Для перехода в меню инструментов БПФ необходимо коснуться пункта **Tools/Инструменты** в меню математика. В случае если выбран тип инструмента **Peaks/Пик** меню будет выглядеть следующим образом:

- А. Включение или выключение таблицы. В таблицы отображаются значения пиков в соответствии с заданными настройками пунктов Search Threshold/Поиск Порога и Search Excursion/Поиск отклонения.
- В. Включение отображения частоты пика в таблице.
- С. Выбор сортировки пиков, по частоте или амплитуде.
- Д. Установка порогового значения, только пики превышающие данное значение будут отображаться на экране.
- Е. Установка разницы между пиковым значением и минимальным уровнем сигнала. Отображаться будут пики с разницей больше установленного значения отклонения.
- Г. Возврат к предыдущему меню

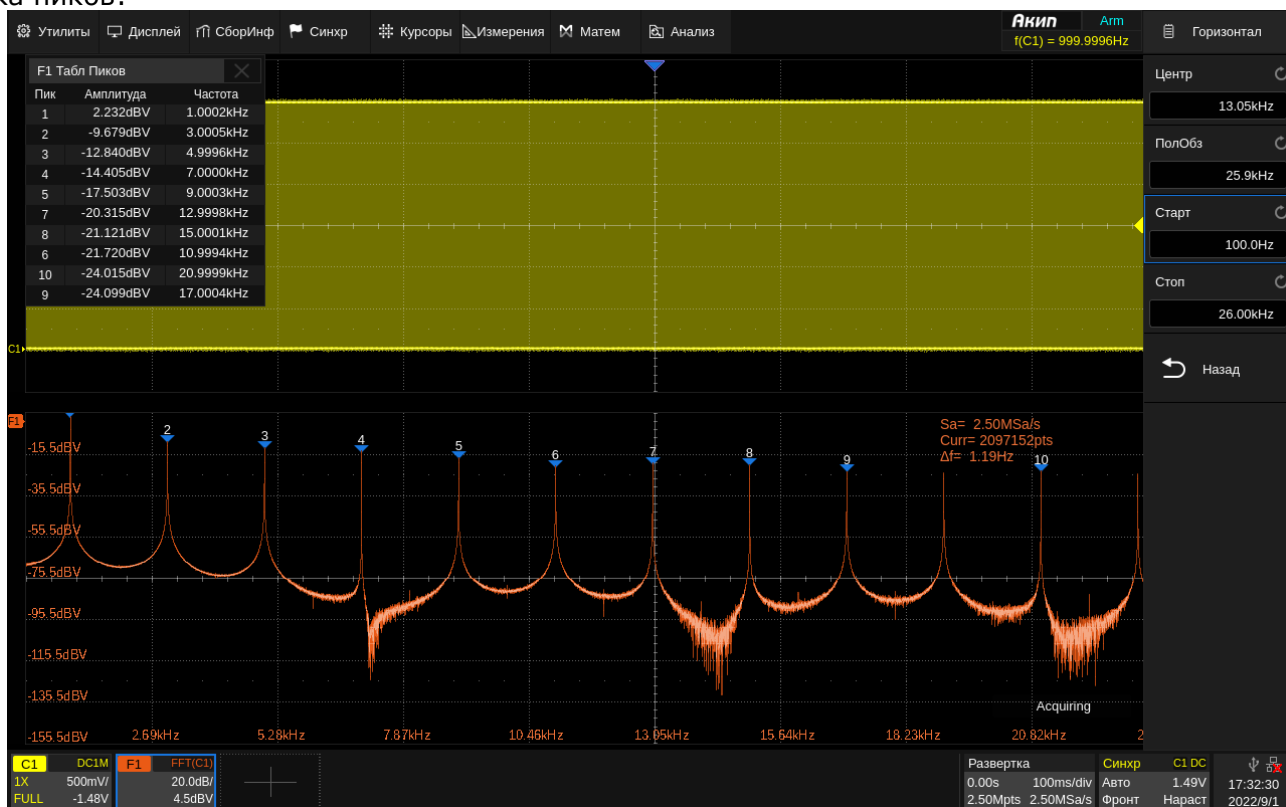


В случае если выбран тип инструмента **Markers/Маркер** меню будет выглядеть следующим образом:

- A. Управление маркерами. Коснитесь, чтобы управлять отображением и положением каждого маркера.
- B. Установка маркера на пиках. Автоматическая отметка пика, который соответствует условиям Search Threshold/Поиск Порога и Search Excursion/Поиск Отклонения.
- C. Установка маркера по гармоникам. Автоматическая отметка гармоник сигнала.
- D. Включение или выключение таблицы маркеров.
- E. Включение или выключение отображения частоты маркеров.
- F. Включение или выключение отображения дельта значения.
- G. Установка порогового значения, только пики превышающие данное значение будут определены как пики.
- H. Установка разницы между пиковым значением и минимальным уровнем сигнала. Отображаться будут пики с разницей больше установленного значения отклонения.
- I. Возврат к предыдущему меню



Нижe показан экран осциллографа в режиме БФ с включенным инструментом поиска пиков:



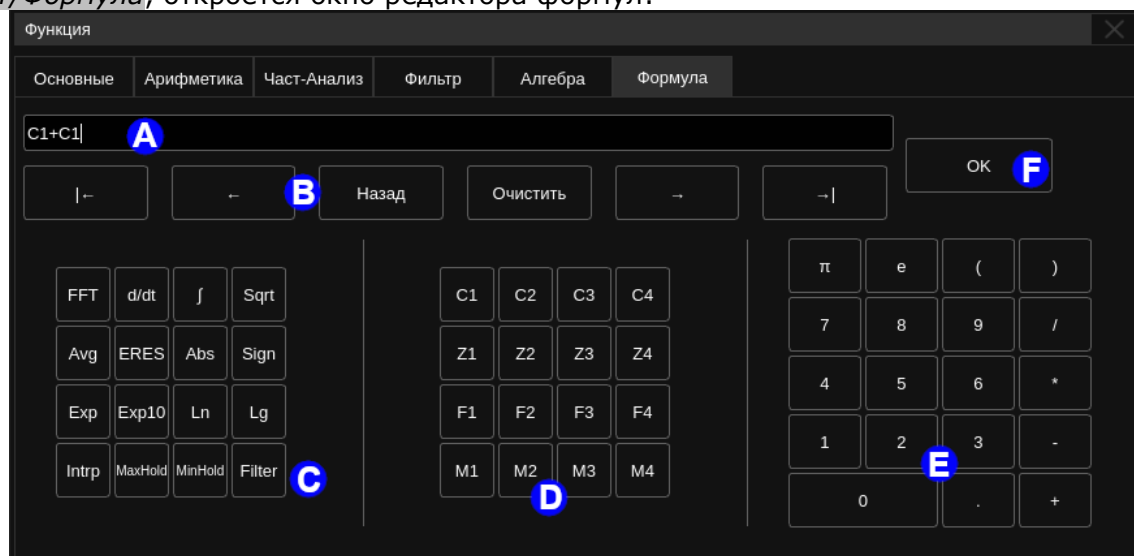
20.6.6 Измерение БФ с помощью курсоров

Для выполнения курсорных измерений, необходимо нажать кнопку **Cursors**. В открывшемся меню коснитесь пункта **Курсор/Cursor** для включения курсорных измерений. Для выполнения частотных измерений использовать курсоры X1 и X2, разница между двумя частотами отображается символом ΔX . Для выполнения амплитудных измерений использовать курсоры Y1 и Y2, разница между двумя амплитудами отображается символом ΔY . В качестве источника курсорных измерений необходимо выбрать математическую функцию.

Примечание. Компоненты постоянного тока в сигнале могут иметь большую амплитуду вблизи частоты 0 Гц. Если ваше приложение не требует измерения постоянной составляющей, рекомендуется установить режим связи канала источника на «АС».

20.7 Редактор формул

Находясь в окне выбора математических функций выбрать вкладку *Formula Editor/Формула*, откроется окно редактора формул:



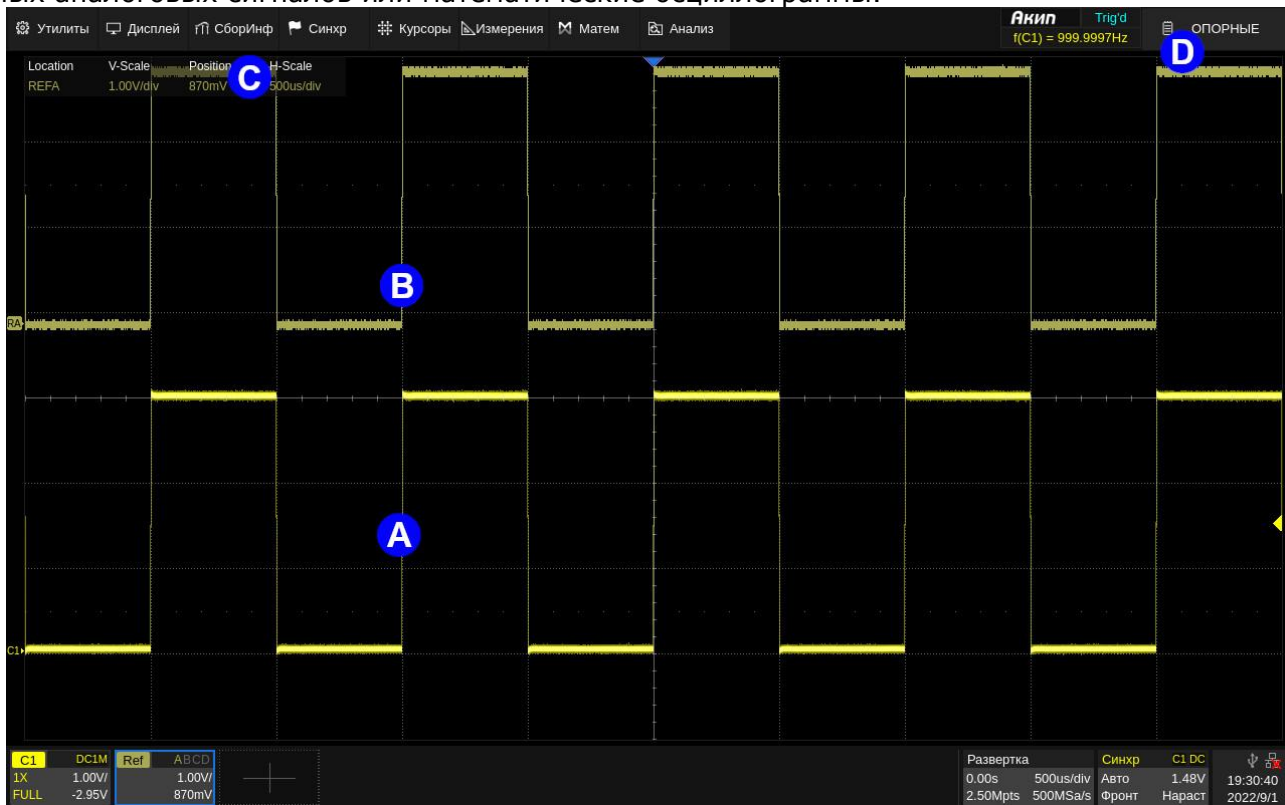
- A. Текстовое поле отображения формулы.
- B. Рабочая область текстового поля, в которой можно очистить и изменить введенную формулу.
- C. Специальные операторы
- D. Источник операции. Sx представляет аналоговую осциллограмму, Zx представляет осциллограмму растяжки, а Fx представляет математическую осциллограмму.
- E. Область клавиатуры, которая содержит основные арифметические операторы сложение (+), вычитание (-), умножение (*), деление (/).
- F. Кнопка подтверждения. После ввода формулы нажмите эту кнопку, для применения созданной формулы.

Ниже приведен созданного сигнала через редактор формул:



21 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПОРНЫХ ОСЦИЛЛОГРАММ

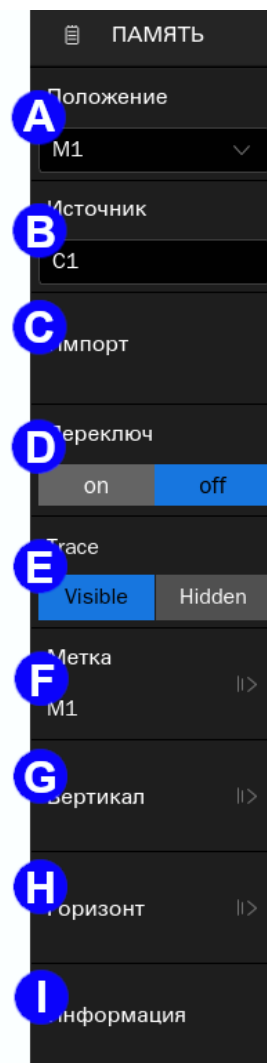
Опорные осциллограммы – это сохранённые в памяти осциллограммы, которые могут быть выведены на экран. Функция использования опорного сигнала доступна после сохранения выбранной осциллограммы в энергонезависимой памяти. Осциллографы серии АКИП-4158 позволяют сохранять в качестве опорных осциллограмм, осциллограммы входных аналоговых сигналов или математические осциллограммы.



- A. Аналоговый канал осциллографа
- B. Опорная осциллограмма
- C. Справочная информация
- D. Справочное диалоговое окно, скрытое на этом рисунке

Нажать кнопку **Memory** на передней панели прибора или коснуться **+** в области окна дескриптора и выберите **Memory/Память**, затем выбрать одну из ячеек памяти от M1 до M4, чтобы вызвать диалоговое окно ПАМЯТЬ (настройка опорных осциллограмм).

- A. Выбор местоположения опорного сигнала (M1 / M2 / M3 / M4)
- B. Выбор источника (C1 ~ C4 и M1 ~ M4 или данные из файла)
- C. Выполнить импортирование осциллограммы из выбранного источника в заданную ячейку памяти
- D. Открыть или закрыть осциллограмму из памяти как опорную
- E. Включить / выключить отображение опорный осциллограммы
- F. Создание текстовой метки для опорной осциллограммы
- G. Настройка вертикальных параметров
- H. Настройка горизонтальных параметров
- I. Вызов панели отображения информации о опорной осциллограмме: источник, вертикальные параметры, горизонтальные параметры, частота дискретизации и количество точек.



Установка вертикального положения и масштабирования опорной осциллограммы выполняется регуляторами на передней панели сигнала расположенными в поле Vertical и Horizontal. А так же с помощью сенсорного управления.

Пункт меню **Sync with windows/Синх с окном** в разделе горизонтальных позволяет синхронизировать изменения коэффициента развертки аналоговых каналов и опорной осциллограммы.

Примечание. Опорные осциллограммы хранятся в оперативной памяти устройства и будут потеряны после сбоя питания или перезапуска прибора. Если вы хотите сохранить форму сигнала как энергонезависимые данные, используйте операцию сохранения файлов данных для сохранения данных в указанном пути хранения. Сохраненный двоичный файл (bin) можно импортировать в память сигнала.

22 ПОИСК

В осциллографах серии АКИП-4158 реализована функция поиска событий в сигнале по заданным условиям. Установки условий для поиска событий могут быть связаны со схемой синхронизации, и имеют возможность переноса настроек поиска в настройки синхронизации, или обратный перенос настроек синхронизации в настройки поиска. Каждое событие, удовлетворяющее условиям поиска, маркируется белым треугольником в верхней части экрана. Максимально возможно число событий для регистрации равно 1000.



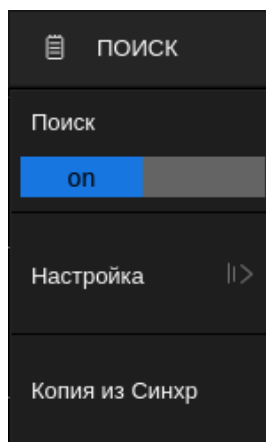
- A. Индикатор поиска события, отмечающий момент времени события
- B. Общее количество событий, отмеченных на дисплее
- C. Диалоговое окно поиска

В состоянии остановки в области **B** отображается индекс текущего события / общее количество событий. Текущее событие - это событие в центре дисплея.



Выберите меню **Analysis/Анализ** > **Search/Поиск**, чтобы вызвать диалоговое окно поиска и включить его.

1. Коснитесь кнопки управления ON для включения режима поиска.



2. Коснитесь кнопки управления меню **Setup/Настройка** для входа в меню настроек поиска. Меню настроек зависит от выбранного условия поиска. Краткое описание меню приведено ниже.

Режим поиска	Описание меню настроек
Edge/Фронт	Положительный фронт (Rising/Рост), отрицательный фронт (Falling/Спад) или любой фронт (Alter/Поперем).
Slope/Скорость	Положительный фронт (Rising/Рост) или отрицательный фронт (Falling/Спад). Условие поиска, Limit Range/Запуск Когда : <=; >=; [--,- -]; --][--.
Pulse/Импульс	Polarity/Полярность: Positive/Положительная или Negative/Отрицательная. Условие поиска, Limit Range/Запуск Когда : <=; >=; [--,- -]; --][--.
Interval/Интервал	Положительный фронт (Rising/Рост) или отрицательный фронт (Falling/Спад). Условие поиска, Limit Range/Запуск Когда : <=; >=; [--,- -]; --][--.
Runt/Пант	Polarity/Полярность: Positive/Положительная или Negative/Отрицательная. Условие поиска, Limit Range/Запуск Когда : <=; >=; [--,- -]; --][--.

Вернуться в основное меню режима поиска и при необходимости выбрать один из вариантов копирования настроек.

Copy from Trig/Копия из Синхр: копирование настроек схемы синхронизации в настройки условий поиска.

Copy to Trig/Копия в Синхр: копирование настроек условий поиска в настройки схемы синхронизации.

Cancel Copy/Канал Копия: копирование настроек условий поиска между каналами.

23 НАВИГАЦИЯ

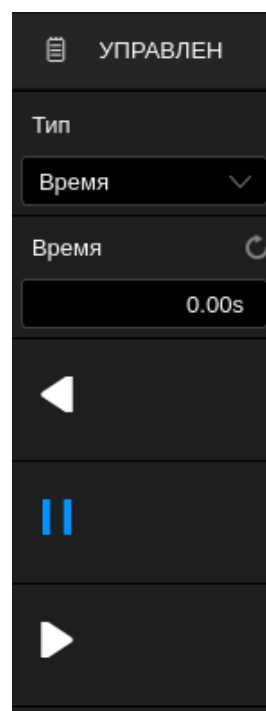
В осциллографах серии АКИП-4158 доступна функция навигации по одному из трех возможных типов: по Событию, по Времени, по Кадру Истории.

23.1 По времени

1. Нажать кнопку **Navigate** на передней панели прибора для перехода в меню режима Навигация.
2. Коснитесь кнопки управления меню **Type/Тип**, затем универсальным регулятором выбрать **Time/Время**.

Доступно два варианта навигации по Времени:

3. Коснитесь кнопки управления меню **Time/Время**, затем вращая универсальный регулятор для выбора требуемого значения времени, или нажать универсальный регулятор и ввести конкретное значение с помощью виртуальной клавиатуры.
4. Использовать кнопки навигации в меню прибора **◀■▶**, для воспроизведения назад, остановки или воспроизведения вперед во времени. Многократное нажатие кнопок **◀ ▶** изменяет скорость воспроизведения: медленно, средне, быстро.



23.2 По Кадру Истории

Функция навигации по кадру истории доступна только при активном режиме История.

1. Нажать кнопку **Navigate** на передней панели прибора для перехода в меню режима Навигация.
2. Коснитесь кнопки управления меню **Type/Тип**, затем универсальным регулятором выбрать **History Frame/Кадр**.
3. Коснитесь кнопки управления меню **Frame Num/Число кадр**, затем выбрать кадр одним из возможных способов:
4. Повернуть универсальный регулятор для выбора требуемого кадра или нажать универсальный регулятор и ввести конкретное значение с помощью виртуальной клавиатуры.
5. Использовать кнопки навигации в меню прибора **◀■▶**, для воспроизведения назад, остановки или воспроизведения вперед по кадру.

23.3 По Событию

1. Функция навигации по Событию доступна только при активном режиме Поиск и остановленном сборе данных.
2. Нажать кнопку **Navigate** на передней панели прибора для перехода в меню режима Навигация.
3. Коснитесь кнопки управления меню **Type/Тип**, затем универсальным регулятором выбрать **Search Event/Событие**.
4. Доступно два варианта навигации по Событию:
5. Коснитесь кнопки управления меню **Event Num/Число событ**, затем вращая универсальный регулятор для выбора требуемого значения, или нажать универсальный регулятор и ввести конкретное значение с помощью виртуальной клавиатуры.
6. Использовать кнопки навигации в меню прибора **◀ ▶**, для переключения назад или вперед по событию.

24 ПОИСК АНОМАЛИЙ И АНАЛИЗ СИГНАЛА С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ SIGNALSCAN

Для анализа формы сигнала и поиска, содержащихся в нем аномалий возможно использовать возможности схемы синхронизации. Но такой способ позволяет захватить сигнала с заданными параметрами и увидеть его четко посередине экрана, но этот метод не лишен некоторых недостатков.

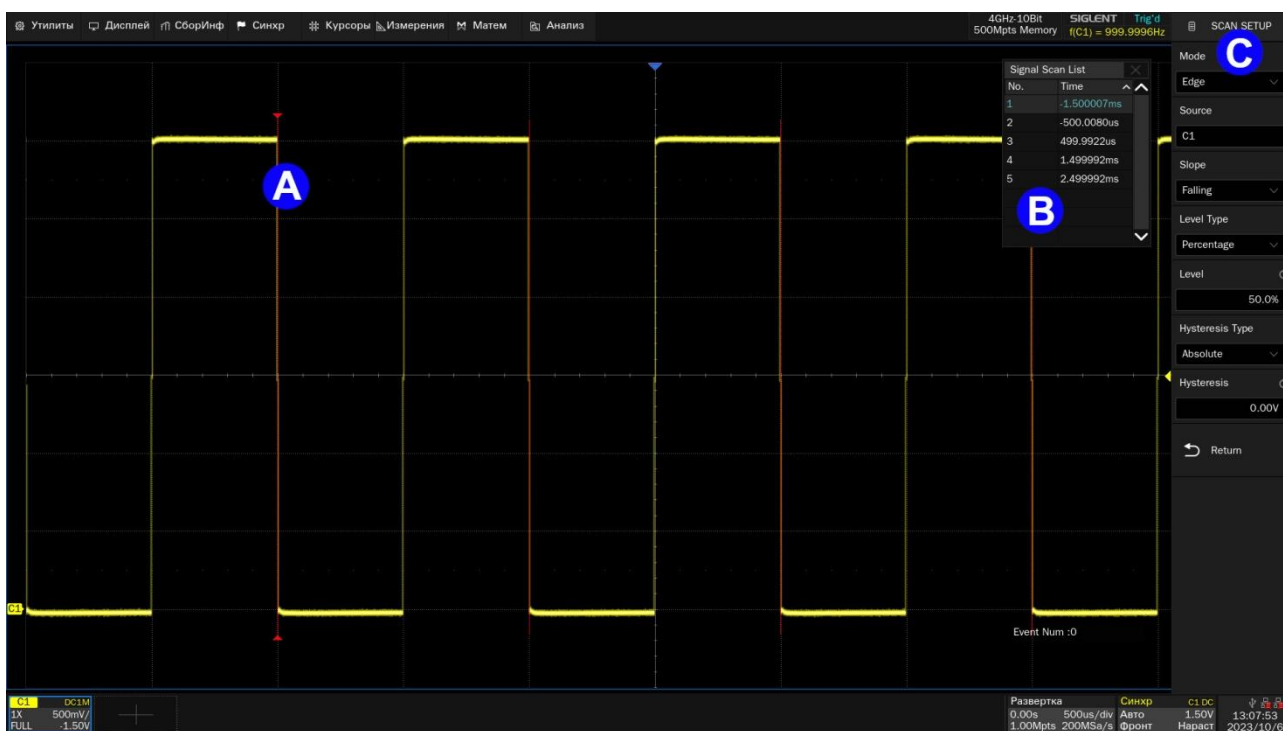
Во-первых он позволяет захватить сигнал по заданным параметрам схемы синхронизации, но при смене параметров анализа этого же захваченного сигнала, повторный анализ произвести уже невозможно.

Во-вторых за время ожидания полезного события, другие события, которые могут представлять интерес для анализа теряются из-за простоя схемы запуска развертки.

В-третьих даже расширенные возможности схемы синхронизации имеют достаточно ограниченный набор условий запуска или ограниченный диапазон задаваемых параметров для таких условий. Более широкие возможности по анализу сигналов как в реальном масштабе времени, так уже захваченного и сигнала в длинную память обеспечивают режимы трендов и графиков слежения, построенные по результатам обработки выбранного вида измерения. В основе этого типа анализа лежат методы цифровой обработки захваченного осциллографом сигнала и ограничения возникают из-за ограниченности тех или иных алгоритмов измерения амплитудно-временных параметров и максимальной частоты дискретизации конкретного экземпляра цифрового осциллографа. Но и это способ не является идеальным, поскольку позволяет обеспечить анализ сигнала только на основе временных измерений, плохо применим для амплитудных измерений входного сигнала, не позволяет регистрировать некоторую структуру сигнала, например не монотонности сигналов и рванты, и это метод сопряжен со значительными временными затратами при анализе.

Режим SignalScan является новым программным инструментом для анализа и поиска артефактов в «живом» сигнале реального времени.

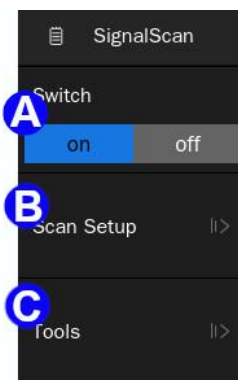
Функция сканирования сигнала (SignalScan) позволяет автоматически выполнять поиск в захваченном сигнале по заданным пользователем условиям. Найденные события отображаются красными вертикальными линиями или прямоугольными рамками. В отличие от аппаратного поиска (режим Search), функция SignalScan поддерживает больше условий поиска, но скорость поиска будет относительно меньшей. В режиме YT максимальное общее количество событий поиска составляет 1000000. Программный поиск не поддерживается в режиме самописца (ROLL). Функция поиска поддерживает горизонтальное масштабирование.



- A. Найденное событие – отметка в соответствующей области сигнала, выделяется красной вертикальной линией или прямоугольником. Два маленьких треугольных символа над и под красной меткой обозначают выбранное в данный момент событие в списке.
- B. Список результатов поиска.
- C. Диалоговое окно настройки параметров поиска.

Выберите меню **Analysis/Анализ** > **SignalScan**, чтобы вызвать диалоговое режима сканирования сигнала и включить его.

- A. Включение или выключение функции SiglanScan
- B. Меню настроек параметров поиска.
- C. Меню инструментов поиска



24.1 Настройка поиска

В меню настройки поиска пользователь может выбрать режим поиска, задать пороговые значения и источник поиска.

Доступно пять режимов поиска: Edge/Front, Non Monotonic/Не Монотонный, Measure/Измерения, Serial Pattern/Последовательные Данные и Bus Pattern/Шина Данных.

Для каждого из режимов поиска доступны различные настройки:

Edge/Front – фронт или срез, уровень, гистерезис.

Non Monotonic/Не Монотонный - фронт или срез, верхний и нижний уровень, гистерезис.

Measure/Измерения – тип автоматического измерения, порог, фильтр.

Serial Pattern/Последовательные Данные – длина данных (от 2 до 64 бит), шаблон, сигнал, восстановление тактовой частоты.

Bus Pattern/Шина Данных - поиск шаблонов по нескольким каналам. Поддержка смешанных шаблонов аналоговых и цифровых каналов. Необходимо установить шаблон и пороговое значение для каждого канала. Шаблон может отображаться в двоичном, десятичном, десятичном или шестнадцатеричном формате без знака.

Метод настройки каждого условия поиска аналогичен соответствующему типу синхронизации.

24.2 Инструменты поиска

Меню инструментов поиска имеет следующий вид:

- A. Открыть или закрыть таблицу событий.
- B. Включить или отключить автоматическую настройку параметров масштабирования (ZOOM).
- C. Выбор текущего события.
- D. Переход в меню настройки гистограммы поиска.
- E. Переход в меню настройки наложения сигналов.
- F. Выбор действия при обнаружении события (нет, остановка сбора данных, снимок экрана, сохранение формы сигнала, звуковой сигнал).

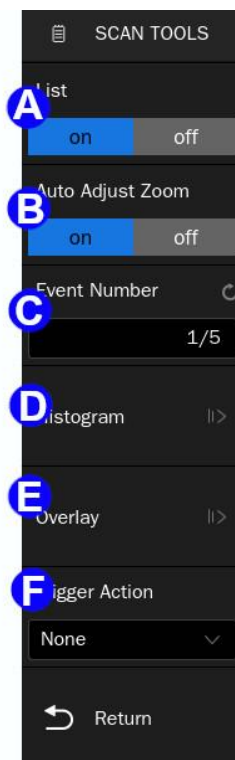


Таблица событий отображает перечень всех найденных в сигнале событий. Поверните ручку регулятора Universal или коснитесь нужного события в таблице для его выбора. Выбранное событие помечается на осциллограмме красным треугольником.

Коснитесь заголовка таблицы для изменения порядка отображения, по нарастанию или убыванию. Вид таблицы зависит от выбранного режима поиска.

Signal Scan List		✕
序号	时间	^ ^
1	-9.6181ns	
2	-9.1278ns	
3	-8.2888ns	
4	-7.7840ns	
5	-7.3098ns	
6	-6.4952ns	
7	-6.0408ns	
8	-5.3213ns	▼

Edge/Front

Signal Scan List				✕
序号	起始时间	结束时间	幅度	^
1	-42.700ns	-42.600ns	125.0uV	
2	-40.750ns	-40.600ns	166.7uV	
3	-35.300ns	-35.200ns	83.3uV	
4	-33.250ns	-33.000ns	1.0000mV	
5	-28.550ns	-28.200ns	250.0uV	
6	-27.400ns	-27.150ns	500.0uV	
7	-18.650ns	-18.500ns	333.3uV	
8	-10.650ns	-10.500ns	375.0uV	▼

Non Monotonic/Не Монотонный

Signal Scan List			
序号	起始时间	结束时间	
1	-49.438ns	-46.938ns	
2	-44.438ns	-41.938ns	
3	-39.438ns	-36.938ns	
4	-34.438ns	-31.938ns	
5	-29.438ns	-26.938ns	
6	-24.438ns	-21.938ns	

Serial Pattern/
Последовательные Данные

Signal Scan List			
序号	起始时间	结束时间	上升时间
1	-45.158ns	-43.712ns	1.446ns
2	-40.159ns	-38.691ns	1.469ns
3	-35.146ns	-33.711ns	1.435ns
4	-30.169ns	-28.698ns	1.472ns
5	-25.178ns	-23.677ns	1.501ns
6	-20.135ns	-18.712ns	1.423ns
7	-15.167ns	-13.679ns	1.487ns
8	-10.164ns	-8.711ns	1.454ns

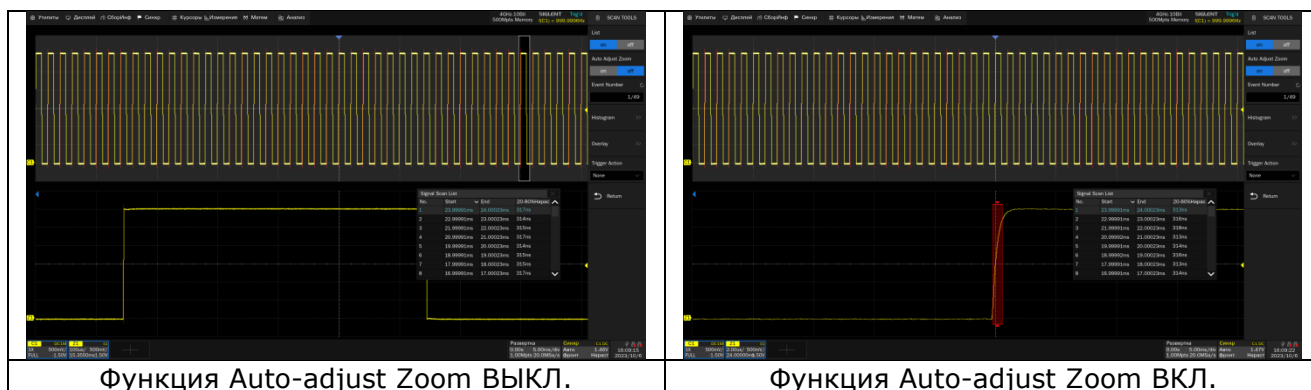
Measure/Измерения

Signal Scan List			
序号	起始时间	结束时间	数据
1	-1.000000ns	889.1658ps	1010B
2	889.1658ps	3.373635ns	1011B
3	3.373635ns	4.000000ns	1010B
4	4.000000ns	5.889166ns	1111B
5	5.889166ns	8.382221ns	1111B
6	8.382221ns	10.89333ns	1110B
7	10.89333ns	13.36454ns	1111B
8	13.36454ns	15.88692ns	1110B

Bus Pattern/Шина Данных

Для использования функции поиска при масштабировании сигнала (ZOOM) необходимо активировать опцию **Auto-adjust Zoom**.

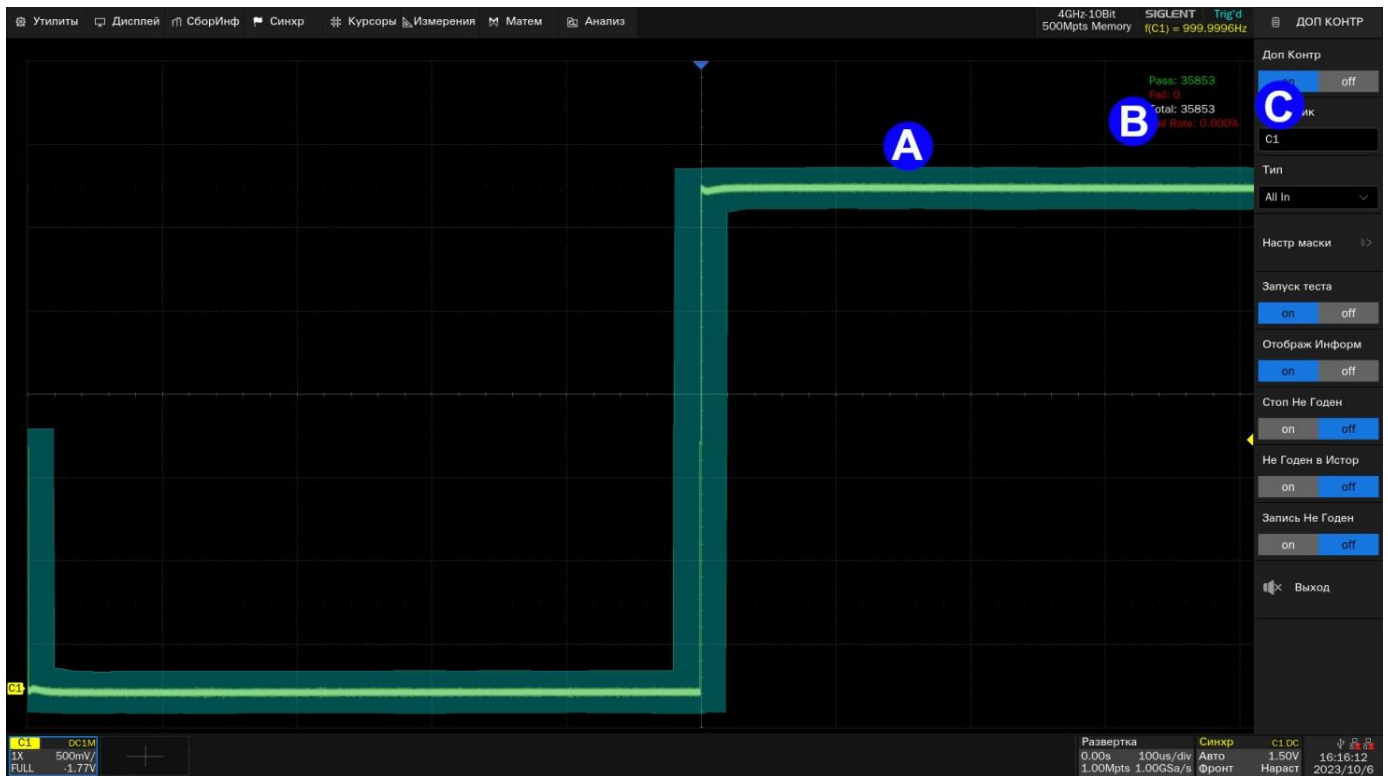
При активации данной функции и переход в режим Растяжки сигнала, в окне растяжки будет отображаться выбранное событие. Как показано на рисунках ниже.



25 ДОПУСКОВЫЙ КОНТРОЛЬ

Функция допускового контроля *Pass/Fail/Доп/Контр* может отслеживать изменения сигналов, судя по тому, находится ли сигнал внутри predetermined области маски или нет.

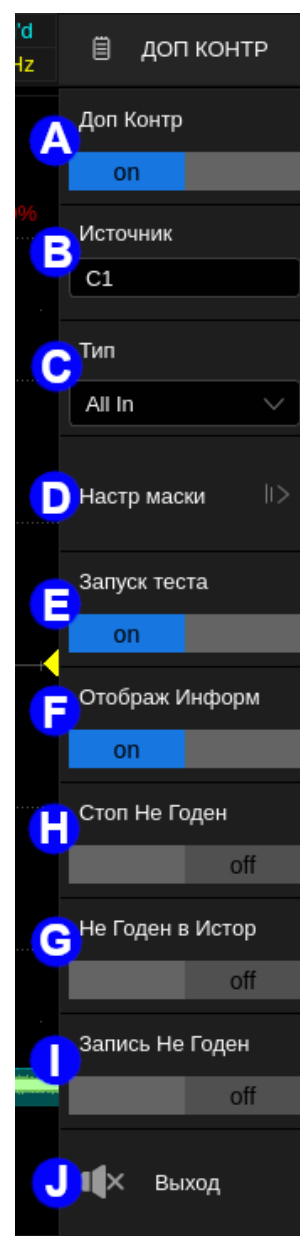
Результат испытаний отображается на экране, так же может быть настроена система звукового оповещения и формирования выходного импульса на разъеме **[TRIG OUT]**, расположенного на задней панели, по заданному условию.



- A. Маска зеленого цвета. Любая точка, выходящая за пределы, выделяется красным цветом вместо обычного цвета сигнала.
- B. Область отображения информации о результатах, включая количество пропущенных, ошибочных кадров, общее количество тестов и частоту отказов.
- C. Диалоговое окно допускового контроля.

Для входа в меню необходимо нажать *Analysis/Анализ* > *Mask Test/Доп Контр*:

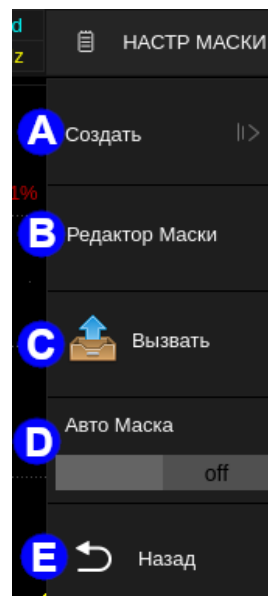
- A. Включить / выключить тест
- B. Выбор источника (C1/КАН1 ~ C4/КАН4)
- C. Выбор правила (All In, All Out, Any In и Any Out)
- D. Переход в меню настроек маски
- E. Включить / выключить операцию допускового контроля. Выключение операции во время теста немедленно остановит тест, и счетчики в области отображения информации остановятся. Снова включите операцию, перезапустите тест, и все счетчики будут очищены.
- F. Включить / выключить информационный дисплей
- G. Включить / выключить «Стоп Не Годен/Stop on Fail». Когда он включен, осциллограф останавливает сбор данных, как только обнаруживает сбой
- H. Включить / выключить «Не Годен в Историю/Failure to History». Когда он включен, осциллограф будет сохранять каждый кадр сбоя, для просмотра в режиме "История".
- I. Включить / выключить «Запись Не Годен/Capture on Fail». Когда он включен, осциллограф будет сохранять снимок при каждом сбое на внешний USB диск.
- J. Включить / выключить звуковой сигнал при возникновении сбоя



25.1 Настройки маски

Коснитесь пункта **Mask Setup/Настройки Маски** в диалоговом окне **Mask Test/Допусковый Контроль**, чтобы выполнить настройки маски. Существует два метода создания маски: один - путем установки значений по горизонтали и вертикали, а другой - путем рисования многоугольной маски.

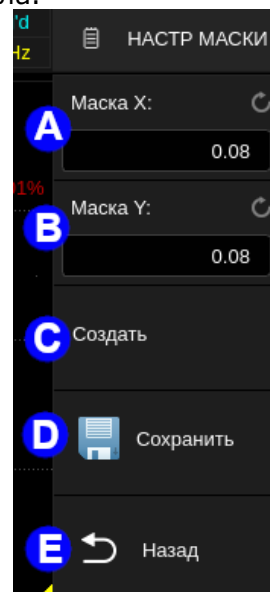
- A. Доступ в меню создания автоматической маски в соответствии с формой сигнала.
- B. Доступ в меню создания пользовательской маски, используя инструмент Mask Editor/Редактор Маски.
- C. Загрузите маску из памяти прибора.
- D. При включении автоматической маски, созданная маска будет автоматически подстраиваться при изменении горизонтальных или вертикальных настроек осциллографа.
- E. Возврат в предыдущее меню.



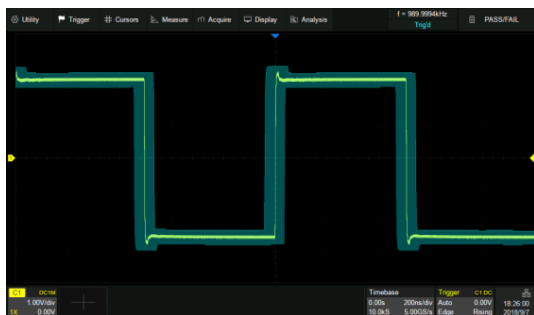
25.2 Создание маски

Маску можно создать на основе существующей формы сигнала.

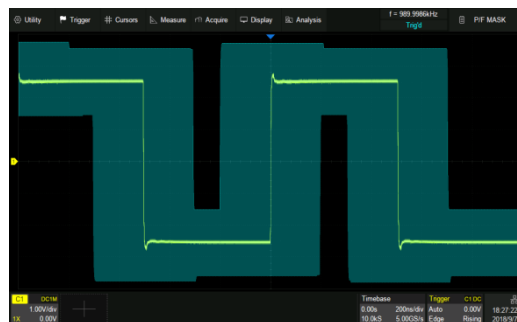
- A. Установка расстояния между маской и сигналом по горизонтали.
- B. Установка расстояния между маской и сигналом по вертикали.
- C. Создание маски на основе настроек в **A** и **B**.
- D. Сохранение созданной маски в память прибора.
- E. Возврат в предыдущее меню.



Установите значения для Mask X и Mask Y (в делениях отображаемой сетки), а затем коснитесь пункта Create Mask/Создать, чтобы сгенерировать маску. Диапазон регулировки по горизонтали и вертикали составляет 0,08 ~ 4,00 дел.



X=0.2 div, Y=0.2 div

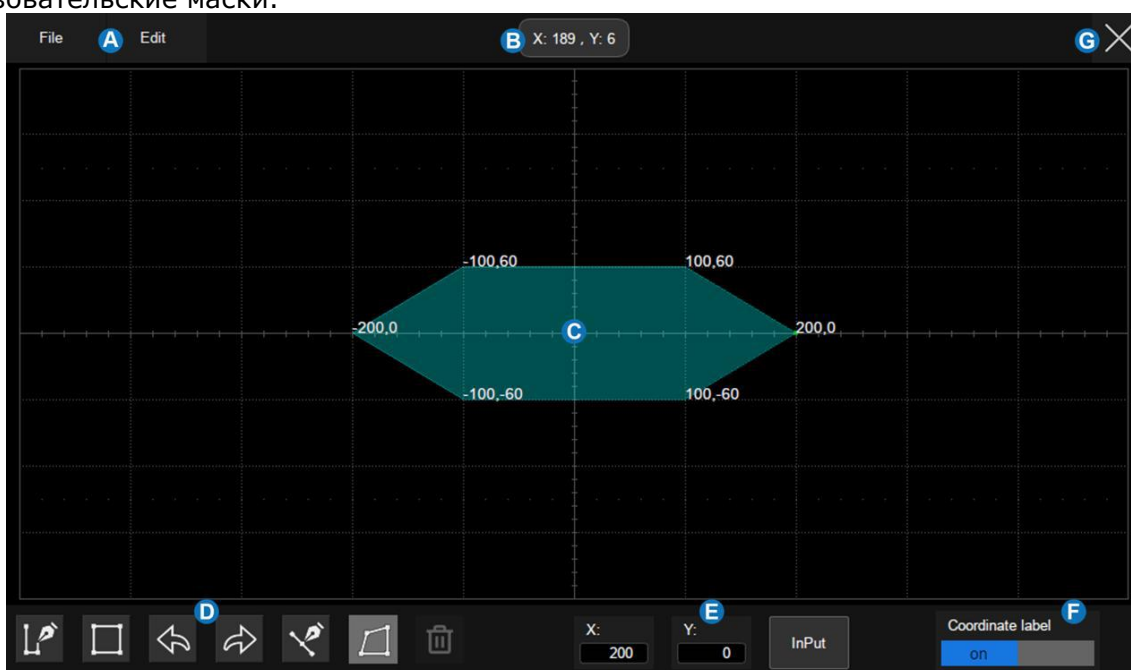


X=1 div, Y=1 div

Сохранение и вызов файлов маски (*.msk) аналогичны работе с файлами настройки, подробности см. В главе «Сохранить/Вызвать».

25.3 Редактирование маски

Редактор масок - это встроенный инструмент, который позволяет создавать пользовательские маски.



- A. Меню
- B. Координата последней точки касания на дисплее
- C. Маска области редактирования, которая эквивалентна области сетки. В этом примере шестиугольник был создан как часть маски
- D. Панель инструментов
- E. Координаты области редактирования. Установите X-ординату и Y-ординату с помощью виртуальной клавиатуры, а затем коснитесь пункта Input/Ввод, чтобы выполнить обновление ординаты.
- F. Отображать / скрыть координаты вершин многоугольника на дисплее
- G. Закрыть окно редактирования

Меню

В строке меню есть два раздела меню. Меню **File / Файл** включает в себя обычные файловые операции, такие как:

- **New/Новый:** Создать новый файл маски
- **Open/Открыть:** Открыть существующий файл маски
- **Save/Сохранить:** Сохранить текущий файл маски
- **Exit/Выход:** выход из редактора масок

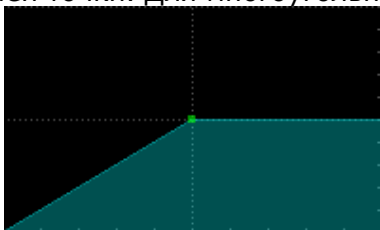
Примечание. Файл маски, созданный с помощью меню «Создать маску», не может быть вызван редактором масок.

Содержимое меню «**Edit / Редактирование**» эквивалентно панели инструментов.

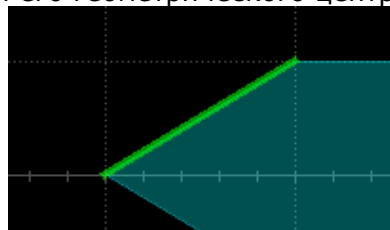
Панель инструментов

-  Рисование. Создание вершин многоугольника касанием экрана или вводом значений в области  редактирования координат.
-  Создать многоугольник: создает многоугольник на основе нарисованных вершин с помощью операции Draw
-  Отменить
-  Восстановить
-  Вставить точку: вставляет вершину на выбранной стороне
-  Редактировать полигон: Редактирует полигон. Вершины, стороны и многоугольник – все это редактируемый объект
-  Удалить многоугольник: удаляет выбранный многоугольник

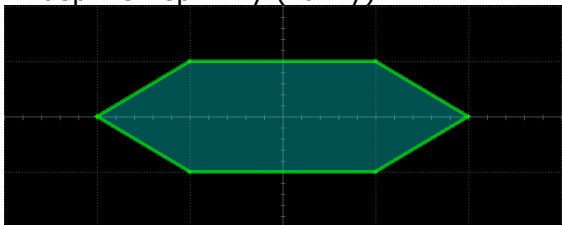
Чтобы отредактировать объект вершины, стороны или многоугольника, сначала выберите его, а затем переместите его жестом перетаскивания или введя нужное значение в области  редактирования координат. Для стороны это значение для его средней точки. Для многоугольника ордината - для его геометрического центра.



Выберите вершину (точку)



Выберите сторону (отрезок)



Выберите полигон

25.4 Выбор правила

Правило выборки результатов допускового контроля указывается в области Type/Тип в диалоговом окне Mask Test/Допусковый Контроль.

- **All In/Все в:** все точки данных должны быть внутри маски, чтобы пройти тест. Даже одна точка вне маски вызовет сбой.
- **All Out/Все вне:** все точки данных должны быть вне маски, чтобы пройти тест. Даже одна точка внутри маски вызовет сбой.
- **Any In/Любой в:** Любая точка данных внутри маски будет распознана как «Годен». Все данные за пределами маски - «Не годен».
- **Any Out/Любой вне:** любая точка данных вне маски будет распознана как «Годен». Все точки данных внутри маски - «Не годен».

25.5 Запуск / остановка теста.

Коснитесь пункта **Operation/Операция**, чтобы запустить/остановить тест. Остановка выполняемого теста и перезапуск теста очистит счетчик пропущенных кадров, ошибочных кадров, общее количество кадров и частоту отказов.

26 МУЛЬТИМЕТР

Функцию DVM (цифровой мультиметр) можно использовать для измерения таких параметров, как амплитуды постоянного или переменного тока. Осциллограф серии АКИП-4158 измеряет указанный параметр входного сигнала и может отображать его в различных форматах, в том числе: аналоговая шкала, гистограмма и тренд. DVM асинхронен с системой сбора данных осциллографа. Источники DVM и измерений могут быть разными, и DVM может работать корректно, даже если сбор данных осциллографа остановлен (обозначается красной кнопкой Run/Stop).

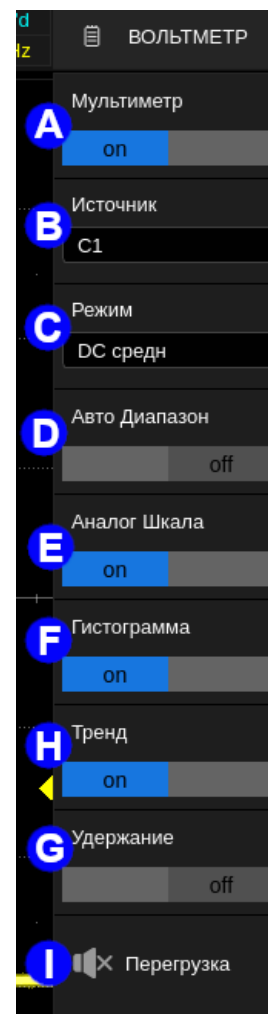


- A. Область отображения гистограммы.
- B. Область отображения тренда.
- C. Область отображения результатов измерения и аналоговой шкалы.
- D. Диалоговое окно мультиметра.

Маску можно создать на основе существующей формы сигнала.

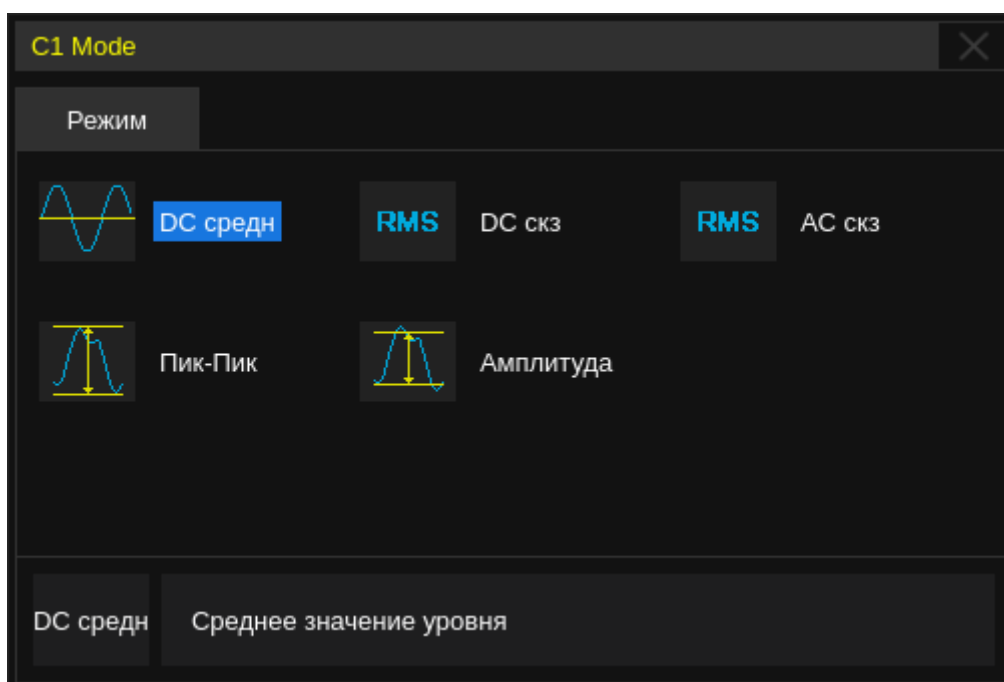
Для доступа к меню мультиметра необходимо нажать **Анализ/Analysis** > **Мультиметр/DVM**

- A. Включение/выключение мультиметра.
- B. Выбор источника измерений (C1/КАН1 ~ C4/КАН4)
- C. Выбор режима измерений: DC Mean/DC среднее, DC RMS/DC скз, AC RMS/AC скз, Peak-Peak/Пик-Пик и Amplitude/Амплитуда.
- D. Включение/Выключение автоматического диапазона.
- E. Включение/Выключение отображения аналоговой шкалы.
- F. Включение/Выключение отображения гистограммы.
- G. Включение/Выключение отображения тренда.
- H. Включение/Выключение удержания результата измерений.
- I. Включение/Выключение звукового сигнала о перегрузки (превышение входных параметров).



26.1 Виды измерений

Режим мультиметра поддерживает 5 видов измерений. Для выбора режима измерения необходимо выбрать **Режим/Mode**, откроется следующее диалоговое окно:



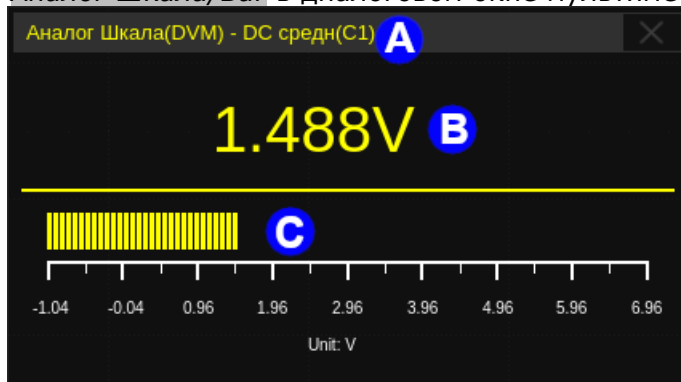
- **DC Mean/DC средн:** среднее значение данных.
- **DC RMS/DC скз:** среднеквадратичное значение данных при связи по постоянному току.
- **AC RMS/AC скз:** среднеквадратичное значение данных при связи по переменному току.
- **Peak-Peak/Пик-Пик:** разница между максимальным и минимальным значением данных.
- **Amplitude/Амплитуда:** Разница между вершиной и основанием в бимодальной форме сигнала. Если не бимодальный, разница между макс. и мин.

26.2 Диаграммы

После выбора режима измерений пользователи могут коснуться экрана, для включения или выключения отображения различных диаграмм: аналоговая шкала, гистограмма и тренд. Цвет данных на диаграммах соответствует цвету источника (аналогового канала).

Аналоговая шкала

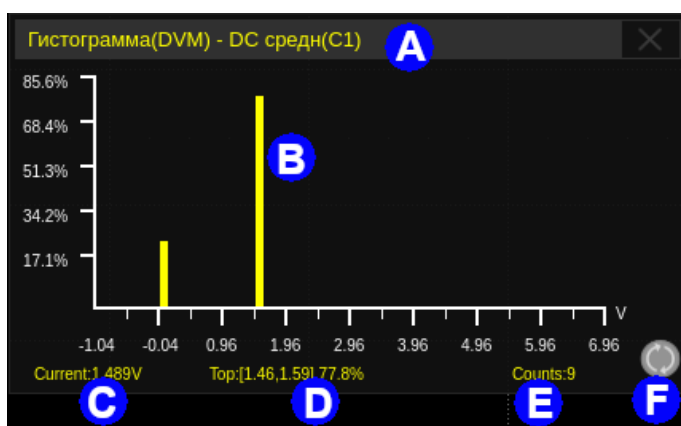
Аналоговая шкала отображает текущее измеренное значение. Коснитесь пункта меню **Аналог Шкала/Bar** в диалоговом окне мультиметра.



- A. Выбранный режим измерения.
- B. Текущее измеренное значение.
- C. Аналоговая шкала, соответствующая текущему измеренному значению.

Гистограмма

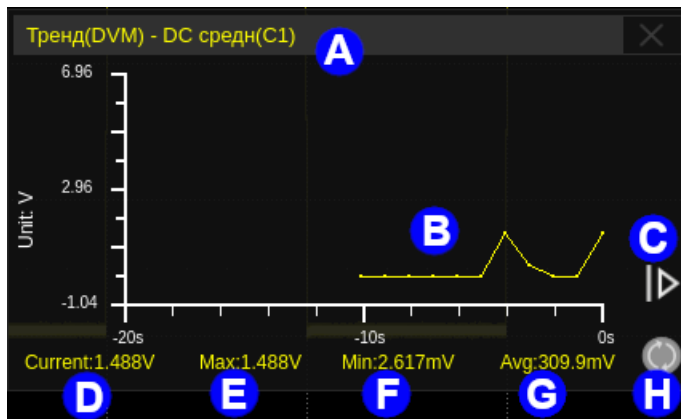
Гистограмма визуально показывает распределение вероятностей измеренных значений. Коснитесь пункта меню **Гистограмма/Histogram** в диалоговом окне мультиметра.



- A. Выбранный режим измерения.
- B. Область отображения гистограммы.
- C. Текущее измеренное значение.
- D. Бин, включающий максимальное значение и вероятность попадания в него измеренных значений.
- E. Число отсчетов статистики.
- F. Сброс числа отсчетов статистики.

Тренд

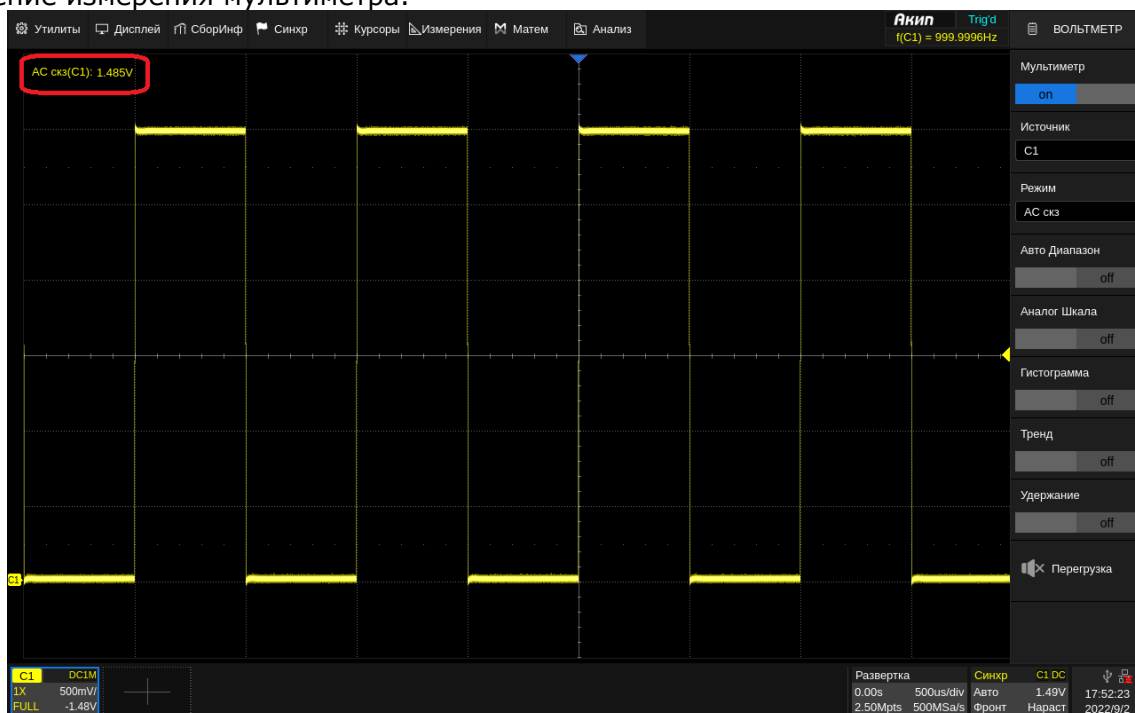
Тренд, это визуальная диаграмма отображения тенденцию изменения измеренных значений во времени. Коснитесь пункта меню **Тренд/Trend** в диалоговом окне мультиметра.



- A. Выбранный режим измерения.
- B. Область отображения тренда.
- C. Расширение диапазона времени. Коснутся, для расширения временного диапазона.
- D. Текущее измеренное значение.
- E. Максимальное из измеренных значений.
- F. Минимальное из измеренных значений.
- G. Среднее значений всех измерений.
- H. Сброс числа отсчетов статистики.

Обнулить данные статистики и перезапустить сбор данных можно нажав символ  в области отображения гистограммы или тренда.

Когда все 3 диаграммы отключены, в левом верхнем углу области отображения осциллограммы появляется простая информационная строка, показывающая текущее значение измерения мультиметра.



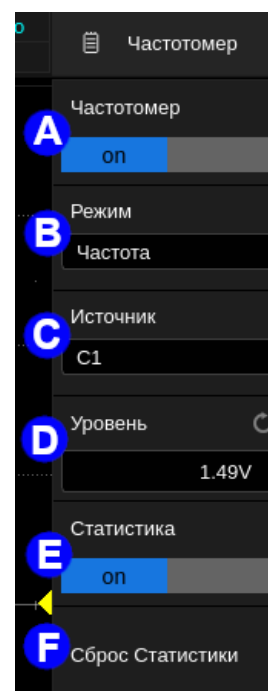
27 ЧАСТОТОМЕР

27.1 Описание и общие настройки

Режим частотомера используется для измерения частоты, периода сигнала или подсчета событий (счетчик импульсов). Частотомер асинхронен с системой сбора данных осциллографа. Частотомер будет работать и измерять выбранный параметр даже если сбор данных осциллографа остановлен.

Коснитесь пункта меню **Analysis/Анализ** > **Counter/Частотомер** для того, что бы открыть диалоговое окно меню частотомера:

- A. Включение/Выключение частотомера
- B. Выбор режима измерения: Частота, Период, Счетчик импульсов
- C. Выбор источника входного сигнала (C1/Кан1 ~ C4/Кан4)
- D. Установка уровня запуска
- E. Включение/Выключение статистики
- F. Сброс накопленных данных статистики



Статистика

Когда статистика включена, частотомер будет накапливать измеренные данные и отображать результаты статистики на экране.

ЧАСТОТОМЕР	Частота(C1)
Знач	999.9997Hz
Средн	1.041335kHz
Мин	999.9995Hz
Макс	1.454694kHz
СтОткл	130.7153Hz
Счет	11
Уровень	1.49V

Value/Знач - последнее измеренное значение

Mean/Средн - среднее значение всех отсчетов

Min/Мин - минимальное значение всех отсчетов

Max/Макс - максимальное значение всех отсчетов

Stdv/СтОткл - стандартное отклонение всех отсчетов, используемое для оценки распределения параметров подсчета

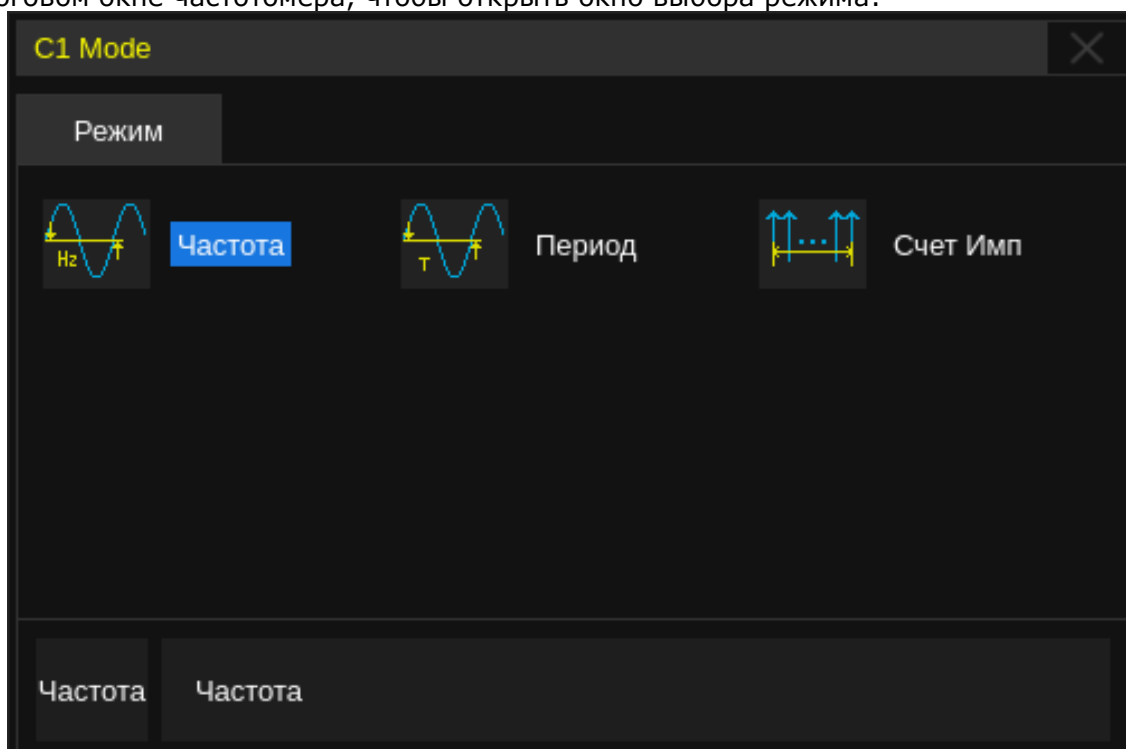
Count/Счет - количество собранных отсчетов

Level/Уровень - уровень запуска

Для сброса накопленных данных статистики необходимо выбрать пункт **Reset Statistics/Сброс Статистики**.

27.2 Режимы измерений

Частотомер имеет три режима измерений. Коснитесь пункта **Mode/Режим** в диалоговом окне частотомера, чтобы открыть окно выбора режима:

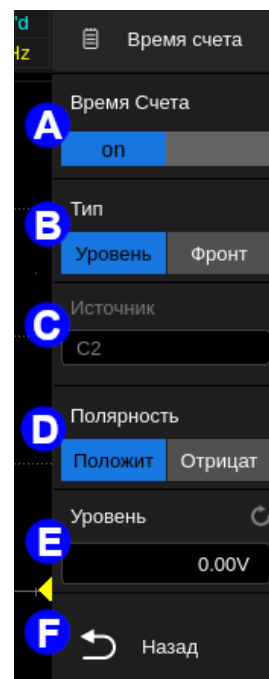


- **Frequency/Частота** – среднее значение частоты за период времени
- **Period/Период** – величина, обратная средней частоте за период времени
- **Totalizer/Счет Импульсов** – счетчик импульсов (событий)

Когда выбран режим **Totalizer/Счет Импульсов**, необходимо выбрать фронт (нарастающий или спадающий) сигнала по которому будет выполняться подсчет. Если включен режим **Gate/Время счета**, то счет будет выполняться только для сигнала удовлетворяющего настройкам внешнего запуска.

Коснитесь пункта **Gate Setting/Настройка** для вызова соответствующего диалогового окна настроек:

- Включение/выключение режима **Gate/Время счета**
- Выбор типа: Level/Уровень или After Edge/После Фронта
- Область отображения источника внешнего запуска. C1/КАН1 и C2/КАН2 - источники запуска друг для друга, C3/КАН3 и C4/КАН4 - источники запуска друг для друга
- Если выбран тип Level/Уровень то необходимо выбрать полярность: Positive/Положительная или Negative/Отрицательная. Если выбран тип After Edge/После Фронта то фронт сигнала запуска Rising/Нарастание или Falling/Спад
- Установить уровень запуска
- Вернуться в предыдущее меню



28 НАСТРОЙКИ ЭКРАНА

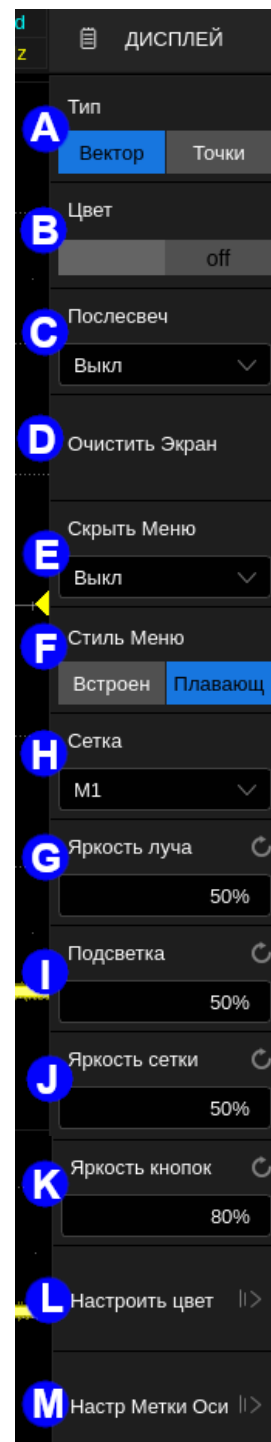
В меню настроек экрана пользователь может выбрать способ отображения осциллограммы, цветовую градацию, послесвечение, тип сетки экрана, уровень яркости свечения луча и сетки экрана, а также прозрачность всплывающих окон.

В главном меню выбрать пункт **Display/Дисплей** > **Menu/Меню** для входа в меню настройки экрана:

- A. Выбор способа отображения осциллограммы на экране Vectors/Вектор или Dots/Точки.
- B. Включить / выключить цветовой градиент осциллограммы.
- C. Поле настроек послесвечения.
- D. Очистка дисплей. Операция выполняет сброс накопления послесвечения, удаляет все сигналы, отображаемые на экране, и сбрасывает их.
- E. Установка времени отображения меню на экране прибора. После того как заданное время истечет, боковое меню будет автоматически скрыто.
- F. Выбор типа меню: Embedded/Встроенное или Floating/Плавающее.

Если выбран тип Embedded/Встроенное, область сетки будет сжата по горизонтали для отображения полной формы сигнала при отображении диалогового окна. Если выбран тип Floating/Плавающее, то в этом случае диалоговое окно будет непосредственно покрывать часть области сетки при отображении на экране прибора.

- G. Выбор типа сетки (M1, M2 и M3).
- H. Установка яркости осциллограммы (0 ~ 100%).
- I. Установка яркости подсветки экрана (0 ~ 100%).
- J. Установка яркости сетки (0 ~ 100%).
- K. Установка яркости подсветки кнопок (0 ~ 100%).
- L. Доступ в меню выбора цвета отображаемых осциллограмм.
- M. Настройка отображения меток на оси.

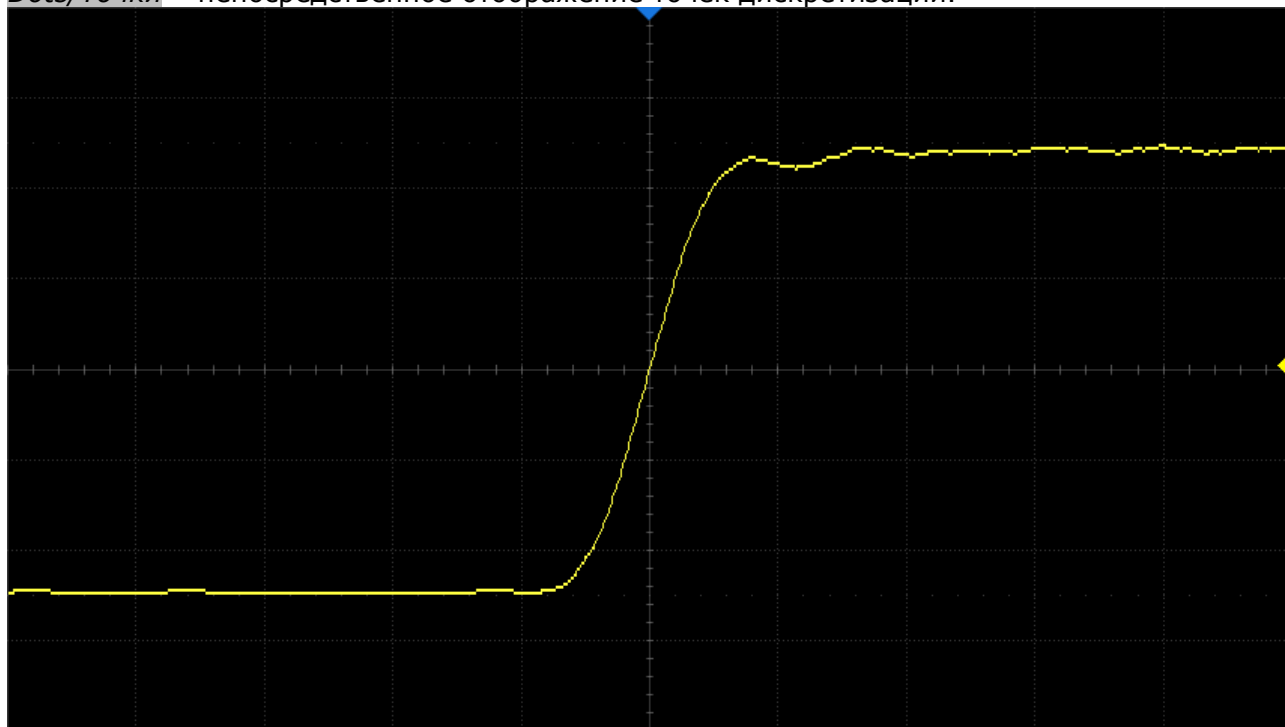


28.1 Тип отображения

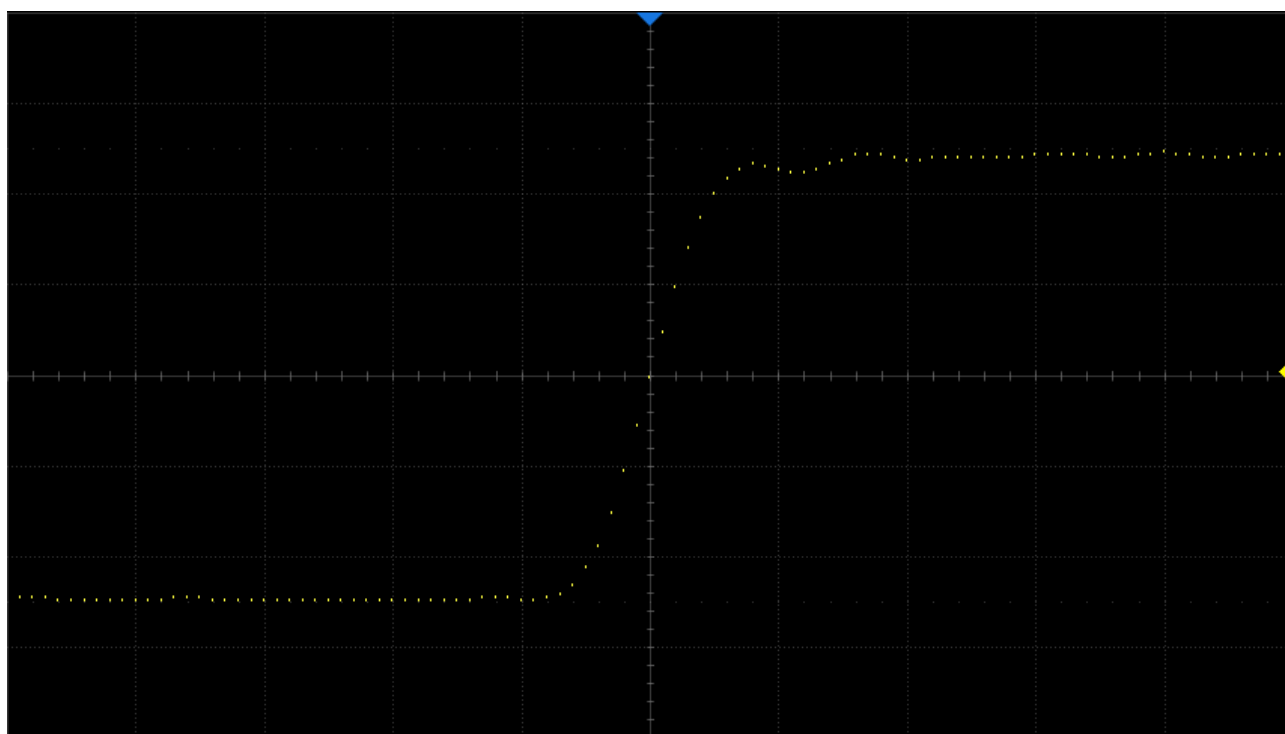
Коснитесь пункта *Display/Дисплей* для перехода в меню настроек экрана. Коснитесь пункта *Type/Тип* для выбора способа отображения осциллограммы на экране:

Vectors/Вектор – точки дискретизации отображаются соединенными линиями.

Dots/Точки – непосредственное отображение точек дискретизации.



Векторное отображение сигнала



Точечное отображение сигнала

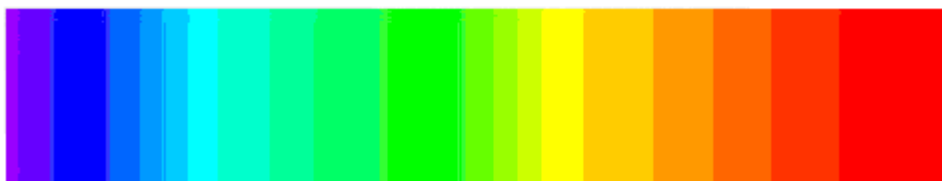
Примечание. Когда прибор находится в режиме работы Run из-за высокой скорости обновления осциллограмм на экране, отображаемый сигнал представляет собой наложение нескольких кадров. Следовательно, то, что при использовании режима отображения *Dots/Точки* это не точки дискретизации, а эффект отображения, аналогичный режиму эквивалентной выборки. Для того что бы отобразить на экране точки, прибор необходимо перевести в режим Stop.

28.2 Настройка типа интенсивности осциллограммы

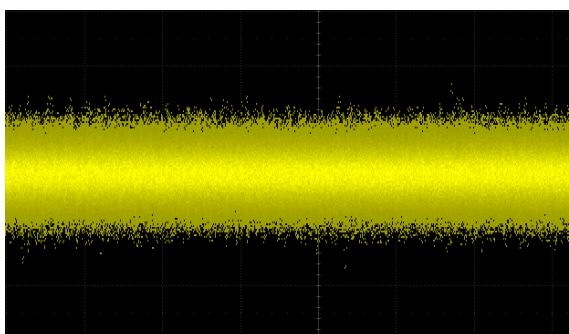
Градиент интенсивности сигнала может быть установлен на градации серого или цветную шкалу. При установке интенсивности на цвет градиент интенсивности аналогичен градиенту термического цвета, когда зоны высокой интенсивности отображаются красным, а зоны низкой интенсивности – синим.

Коснитесь пункта *Display/Дисплей* для перехода в меню настроек экрана. Коснитесь пункта *Color/Цвет* для включения цветовой градации сигнала.

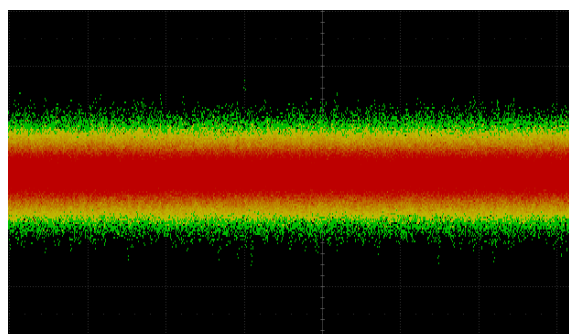
Холодные цвета → Теплые цвета



Цветовая градация



Цветовой градиент выключен



Цветовой градиент включен

28.3 Функция послесвечения

Функция *Persistence/Послесвечение* позволяет осциллографу имитировать контур традиционного аналогового осциллографа. Осциллограмма контура может быть конфигурирована на «persist» в соответствии с назначенным временем.

Ниже описан порядок действий для настройки и отключения функции послесвечения.

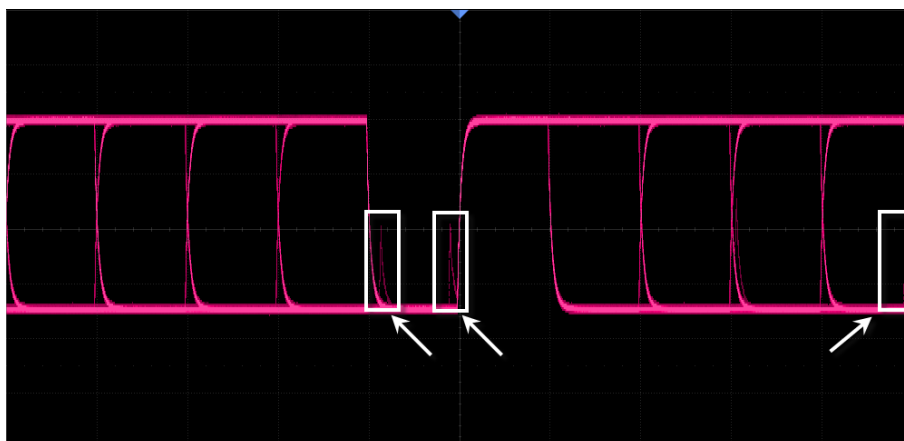
Коснитесь пункта *Display/Дисплей* для перехода в меню настроек экрана.

Коснитесь пункта *Persist/Послесвеч*, для выбора одной из следующих опций:

Off/Выкл – послесвечение выключено.

Установка времени послесвечения (1 с, 5 с, 10 с, 30 с) – установка времени накопления послесвечения с помощью универсального регулятора, после истечения установленного времени накопленные данные будут удалены и замещены новыми данными.

Infinite/Бесконеч – выбор бесконечного накопления послесвечения, накопление данных будет выполняться непрерывно, без удаления. Бесконечное послесвечение можно использовать для измерения шума и джиттера, для обнаружения редких событий.

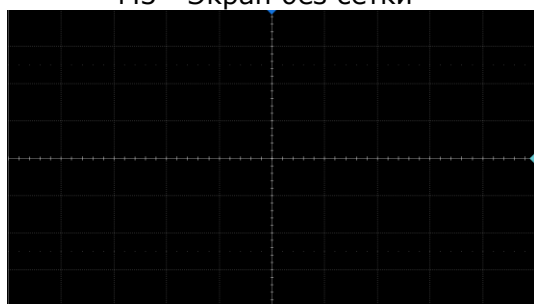


28.4 Выбор типа сетки

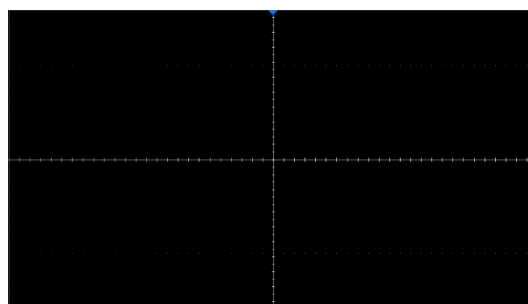
M1 - Сетка 8x10

M2 - Сетка 2x2

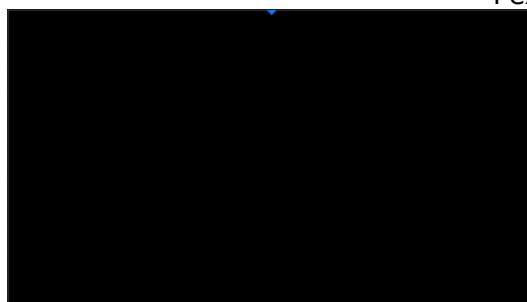
M3 - Экран без сетки



Режим M1



Режим M2



Режим M3

28.5 Очистка экрана

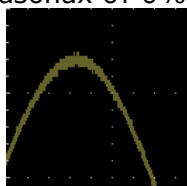
Для очистки дисплея выбрать пункт *Display/Дисплей*. В открывшемся выбрать пункта *Clear Display/Очистить Экр*, осциллограф выполнит сброс собранных данных и выполнит перезапуск сбора, и синхронизации.

28.6 Настройка уровня интенсивности

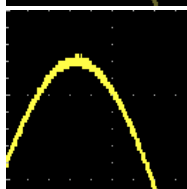
Ниже описан порядок действий для настройки уровня интенсивности сигнала.

1. Выберите пункт *Display/Дисплей* для перехода в меню настроек экрана.
2. Коснитесь пункта *Intensity/ЯркЛуча*, выбрать уровень интенсивности сигнала с помощью универсального регулятора. Установка интенсивности происходит в диапазонах от 0% до 100%, по умолчанию установлено значение в 50%.

Примеры:



Интенсивность осциллограммы 0 %



Интенсивность осциллограммы 100 %

28.7 Настройка цвета

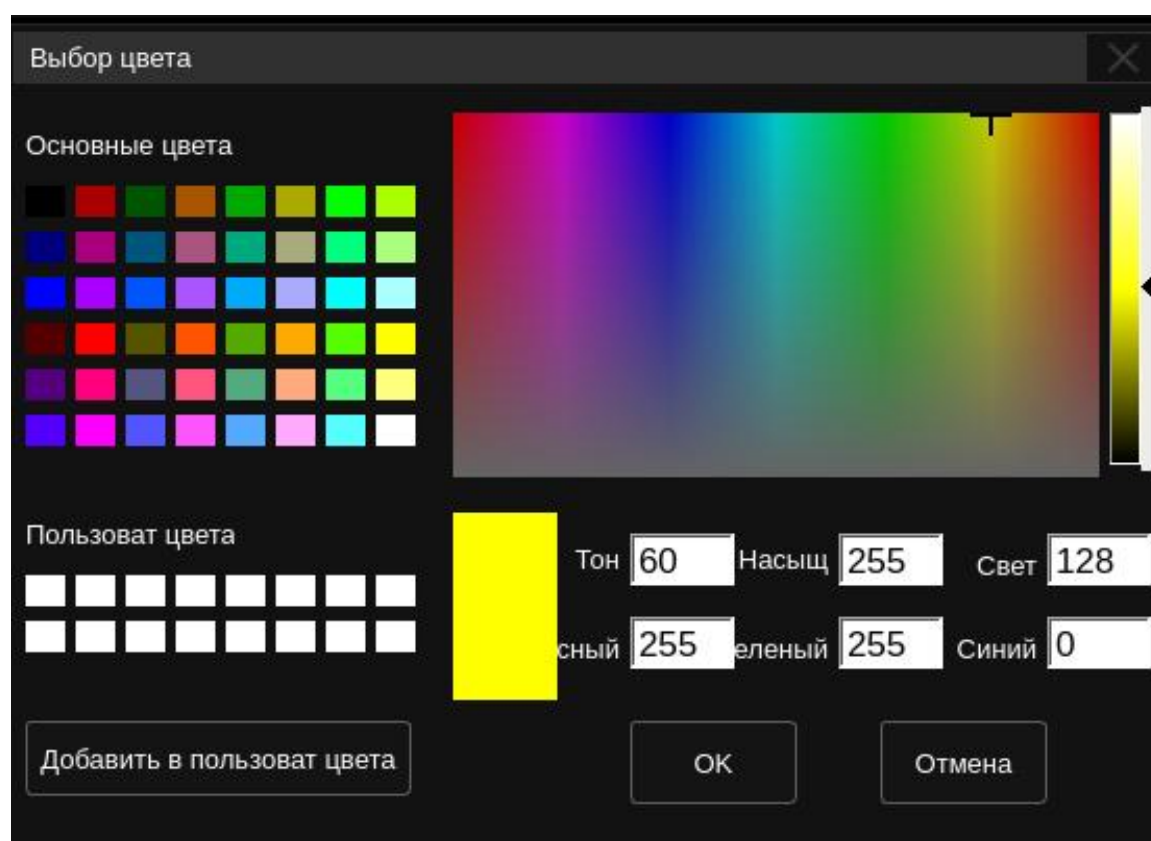
Меню настройки цвета позволяет задать пользовательские цвета для различного вида осциллограмм.

1. Выберите пункт *Display/Дисплей* для перехода в меню настроек экрана.
2. Проллистните меню вниз выполнив движение смахивания.
3. Коснитесь пункта *Color Setting/Настроить Цвет*.

В открывшемся окне коснитесь прямоугольника цвета нужной осциллограммы, чтобы выполнить настройку цвета из всплывающей палитры. Коснитесь области «*Default/Нач Уст*», чтобы восстановить цвета по умолчанию для всех каналов.



Выберите цвет прямо на палитре и просмотрите его оттенок, насыщенность, свет и значения RGB или напрямую измените параметры цвета, чтобы настроить цвет. После внесения изменений коснитесь **OK** для подтверждения.



29 ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ (ОПЦИЯ)

Осциллографы серии АКИП-4158 имеют возможность использования опции генератора сигналов. Для использования генератора сигналов необходимо приобрести программную опцию SDS7000A-FG. Физический выход генератора расположен на задней панели прибора.

Опция генератора сигналов позволяет воспроизводить два вида сигналов: сигналы стандартной формы (функциональный генератор) и сигналы произвольной формы (Arb генератор).

Сигналы произвольной формы подразделяются на две группы: встроенные системные сигналы и сохраненные сигналы (созданные пользователем). Встроенные формы сигналов хранятся во внутренней энергонезависимой памяти. Встроенные произвольные формы сигналов, для удобства работы, разделены на несколько групп: Common, Math, Engine, Window, Trigo. Собственные формы сигналов пользователь может создавать с помощью программного обеспечения EasyWave, установленного на ПК. Созданные формы сигналов могут быть импортированы в память прибора с помощью внешнего USB-диска.

Ключевые возможности:

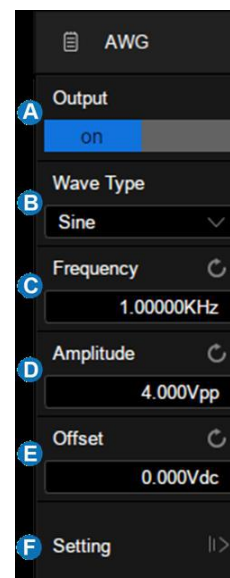
- Встроенные формы сигналов: синус, прямоугольник, пила, импульс, шум, DC.
- Сигналы произвольной формы: 45 встроенных форм и 2 ячейки памяти для пользовательских сигналов.
- Максимальная частота выходного сигнала 50 МГц.
- Максимальный выходной уровень от -3 В до +3 В.
- Номинальное напряжение изоляции: ± 42 Впик.

29.1 Включение генератора и управление выходом

В главном меню выбрать пункт **Utilities/Утилиты** затем выбрать **Wave Gen/Меню Генератора**.

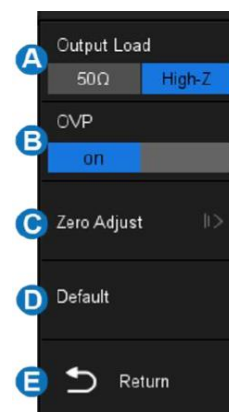
Основные настройки

- Включить / выключить выход генератора
- Выбор типа сигнала (синус, меандр, пила, импульс, шум, постоянный ток и СПФ)
- Установка частоты
- Установка амплитуды
- Установка смещения
- Дополнительные настройки (см ниже).



Дополнительные настройки

- А. Выбор выходной нагрузки
- В. Включить / выключить OVP (защита от перенапряжения)
- С. Настройка нуля*
- Д. Сброс настроек по умолчанию
- Е. Возврат в предыдущее меню



* Для калибровки выхода генератора и установки нуля, необходимо:

Автоматическая калибровка:

Для выполнения автоматической калибровки необходимо подключить выход генератора к каналу 1 осциллографа. Коснуться пункта **Auto/Авто**, запустится процедура автоматической калибровки. По окончании калибровки на экране отобразится сообщение «Zero adjust completed! »/«Калибровка выполнена!».

Ручная калибровка:

Ручная калибровка может быть выполнена на любом канале осциллографа.

В качестве примера использован канал 2.

1. Подключить выход генератора к каналу 2 осциллографа. В настройках канала установить связь по постоянному току, включить ограничение полосы пропускания. Значение пробника $\times 1$.
2. Установить значение коэффициента отклонения осциллографа 1 мВ/дел. Параметры выходного сигнала на генераторе: DC, 0 В.
3. На осциллографе, включить автоматические измерения, кнопка **Measure/Измер** на передней панели прибора. Выбрать тип измерения, Mean/Среднее.
4. Вернуться в меню генератора и коснуться пункта **Manual/Вручную**, и с помощью универсального регулятора выполнить подстройку сигнала. Установленное значение выходного сигнала должно соответствовать измеренному среднему значению в диапазоне ± 1 мВ. Калибровка завершена, на экране отобразится сообщение «Zero adjust completed! »/«Калибровка выполнена!».

29.2 Формы сигнала

В таблице ниже отображены стандартные формы сигналов с характеристиками и возможными параметрами для настройки.

Форма сигнала	Параметры для настройки	Частотный диапазон	Выходной уровень (50 Ом)	Смещение (50 Ом)
Синусоидальная	Для регулировки параметров использовать универсальный регулятор: Частота, Уровень, Смещение	1 мГц...50 МГц	2 мВ ... 3 В	$\pm 1,5$ В
Прямоугольная	Для регулировки параметров использовать универсальный регулятор: Частота, Уровень, Смещение, Скважность	1 мГц...10 МГц	2 мВ ... 3 В	$\pm 1,5$ В
Пилообразная	Для регулировки параметров использовать универсальный регулятор: Частота, Уровень, Смещение, Симметрия	1 мГц...300 кГц	2 мВ ... 3 В	$\pm 1,5$ В
Импульс	Для регулировки параметров использовать универсальный регулятор: Частота, Уровень, Смещение, Длительность	1 мГц...10 МГц	2 мВ ... 3 В	$\pm 1,5$ В
Шум	Для регулировки параметров использовать универсальный регулятор: Стандартное отклонение, Среднее	25 МГц		
DC	Для регулировки параметров использовать универсальный регулятор: постоянное смещение			$\pm 1,5$ В
СПФ	Для регулировки параметров использовать универсальный регулятор: Частота, Уровень, Смещение	1 мГц...5 МГц	2 мВ ... 3 В	$\pm 1,5$ В

30 ЗАПИСЬ / ВЫЗОВ ОСЦИЛЛОГРАММ И ПРОФИЛЕЙ

Осциллографы серии АК ИП-4158 позволяют сохранять во внутреннюю память или на внешний USB Flash диск профили настроек, осциллограммы в формате CSV для обработки на ПК, изображение (снимок экрана) и др.

30.1 Типы сохраняемых файлов

Setups/Настройки – сохранения профиля пользовательских настроек. При сохранении профиля настроек в памяти осциллографа или на USB Flash диске создается файл с расширением **"*.XML"**. В памяти осциллографа может быть сохранено до 10 профилей настроек, охраненные файлы хранятся в ячейках №1...№10. Ранее сохраненные профили настроек могут быть вызваны из памяти для быстрой настройки осциллографа.

BMP – сохранение снимка экрана на внешний USB Flash диск с расширением **"*.BMP"**. Сохраненный файл изображения может быть открыт на персональном компьютере.

JPG – сохранение снимка экрана на внешний USB Flash диск с расширением **"*.JPG"**. Сохраненный файл изображения может быть открыт на персональном компьютере.

PNG – сохранение снимка экрана на внешний USB Flash диск с расширением **"*.PNG"**. Сохраненный файл изображения может быть открыт на персональном компьютере.

Binary – сохранение массива данных захваченной осциллограммы на внешний USB Flash диск с расширением **"*.BIN"**. Данные всех активных каналов могут быть сохранены в одном файле. Вызов двоичного файла, в осциллографе, не поддерживается.

CSV – сохранение массива данных захваченной осциллограммы на внешний USB Flash диск с расширением **"*.CSV"**. CSV файл может содержать параметры захваченного сигнала, для сохранения данных параметров необходимо нажать кнопку управления меню **Para Save/ВспомДанные – On/Вкл.** Вызов CSV, в осциллографе, не поддерживается.

Matlab – сохранение массива данных захваченной осциллограммы на внешний USB Flash диск с расширением **"*.DAT"**. Данные всех активных каналов могут быть сохранены в одном файле. Вызов двоичного файла, в осциллографе, не поддерживается.

To Default Key/Начальные установки – выбор типа начальных установок вызываемых нажатием кнопки НАЧ УСТ на передней панели прибор. Доступно два варианта начальных установок: текущие установки (пользовательские) и заводские установки.

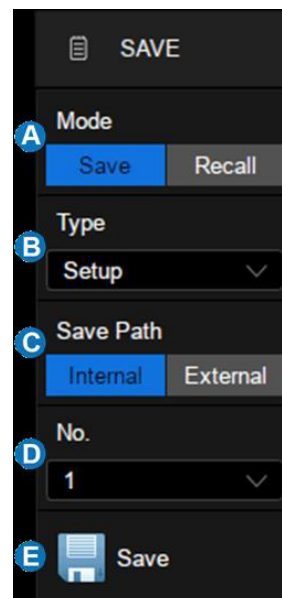
Тип	Внутренняя память	Внешняя память	Вызов
Setups/Настройки	✓	✓	✓
BMP	×	✓	×
JPG	×	✓	×
PNG	×	✓	×
Binary	×	✓	×
CSV	×	✓	×
Matlab	×	✓	×

30.2 Использование внутренней памяти

30.2.1 Запись

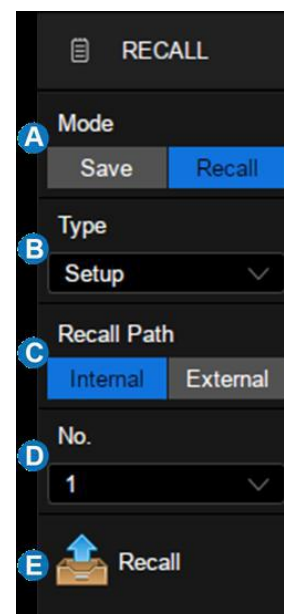
В главном меню выбрать пункт *Utilities/Утилиты* затем выбрать *Save/Recall/Запись/Вызов* для перехода в меню Запись/Вызов.

- A. Выберите Сохранить/Save
- B. Выберите в Тип/Type например Настройка/Setup
- C. Выберите тип памяти как Внутренний/Internal
- D. Выберите № внутренней ячейки, 1 ~ 10.
- E. Коснитесь Сохранить/Save, чтобы выполнить операцию сохранения.



30.2.2 Вызов

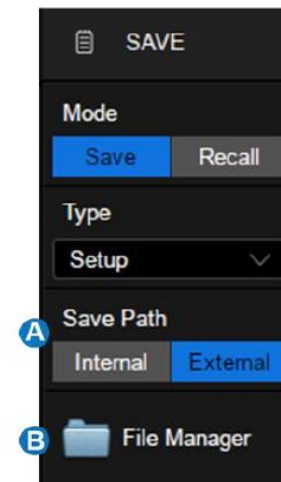
- A. Выберите Вызвать/Recall
- B. Выберите Тип/Type например Настройка/Setup
- C. Выберите тип памяти как Внутренний/Internal
- D. Выберите № внутренней ячейки, 1 ~ 10.
- E. Нажмите **Вызвать/Recall**, чтобы выполнить операцию вызова настройки.



30.3 Использование внешней памяти

Перед выполнением сохранения данных на внешний носитель или вызова из памяти необходимо убедиться, что внешний USB диск подключен у прибору.

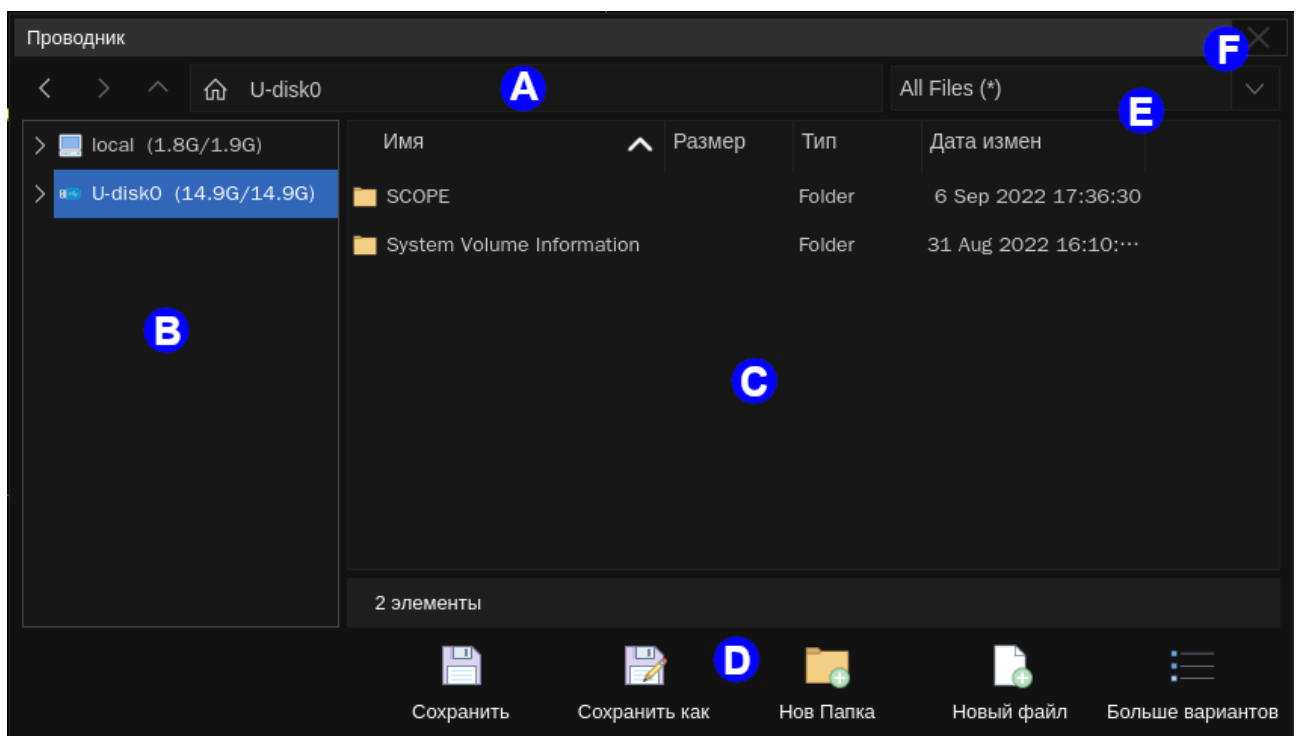
- A. Выберите тип памяти как Внутренний/Internal или Внешний/External
- B. Коснитесь пункта File Manager/Менеджер Файлов для перехода в меню менеджера файлов. Если USB диск не подключен к прибору на экране отобразится следующее сообщение: USB flash drive not detected! / USB диск не обнаружен!



30.3.1 Менеджер файлов

Файловый менеджер осциллографов серии АКИП-4158 похож по стилю и по принципам работы на операционную систему Windows.

Для доступа к менеджеру файлов необходимо: нажать кнопку Запись/Вызов/Save/Recall на передней панели прибора, в открывшемся меню коснуться File Manager/Проводник.



- A. Адресная строка (путь файла).
- B. Панель навигации (перемещение между дисками).
 - Выбранная папка подсвечивается синим.
 - Тег треугольника слева от папки указывает, что в папке есть подпапки. При касании треугольника папка раскрывается, и в левом окне отображаются подпапки.
- C. Список файлов/папок.
- D. Панель инструментов (графические команды для файловых операций).
- E. Выбор отображаемого типа файла.
- F. Кнопка закрытия менеджера файлов

Описание иконок менеджера файлов:

Иконка	Описание
	Перемещение назад файловой системе.
	Перемещение вперед по файловой системе.
	Подняться на уровень вверх по файловой системе.
	Вернуться в корневой каталог.
	Сохранить.
	Сохранить как.
	Вызвать.
	создать папку.
	Создать файл.
	Копировать.
	Вставить.
	Изменить имя.
	Удалить.

31 СИСТЕМНЫЕ НАСТРОЙКИ

31.1 Информация о статусе системы

1. В главном меню выбрать пункт **Utility/Утилиты**, в открывшемся меню выбрать пункт **Menu/Меню**.
2. Коснитесь кнопки управления меню **System info/О приборе** для отображения информации о статусе системы. Окно информации о статусе системы отображает следующую информацию:

Software Version - отображает текущую версию пользовательского интерфейса прибора.

Uboot-OS Version – версия загрузчика пользовательского интерфейса и программного обеспечения прибора.

FPGA Version – отображает версию FPGA/ПЛИС осциллографа.

Hardware Version – отображает аппаратную версию осциллографа.

Scope ID – информация для заказа опций

Serial NO. - отображает серийный номер прибора.

Model – информация о модели осциллографа

***1 Примечание:** Проверка номера версии ПО (идентификационного номера программного обеспечения) выполняется контролем следующих цифр:

- первая часть номера прошивки: определяются версией загрузочного файла (**Uboot-OS Version**)

- вторая часть номера прошивки: определяются версией пользовательского интерфейса прибора (**Software Version**)

Например:

Uboot-OS Version – 04.16.05

Software Version. – 1.1.7.7

В данном случае версия программного обеспечения прибора будет следующая: 04.16.05. 1.1.7.7.

31.2 Системные настройки

Для доступа в меню системных настроек необходимо:

1. В главном меню выбрать пункт **Utility/Утилиты**, в открывшемся меню выбрать пункт **Menu/Меню**.
2. Коснитесь кнопки **System setting/Настройки** на экране для входа в меню настройки системы

31.2.1 Выбор языка

Коснутся пункта меню *Language/Язык* и выбрать язык интерфейса в выпадающем списке.

Осциллограф серии АКИП-4158 поддерживает несколько языков, включая упрощенный китайский, традиционный китайский, английский, французский, японский, немецкий, испанский, русский, итальянский, португальский и т. д.

31.2.2 Заставка

Пользователь может настроить отключение экрана на своем осциллографе.

Экран может быть отключен после 1/5/10/30/60 минут простоя, или никогда.

Коснутся пункта меню *Screen Saver/Заставка* установить требуемое значение.

31.2.3 Вкл\выкл звукового сопровождения

В осциллографах серии АКИП-4158 предусмотрена функция звукового сопровождения нажатия кнопок. При включении данной функции, нажатие кнопок прибора будет сопровождаться звуковым сигналом.

Для включения или отключения звукового сопровождения нажатия кнопок необходимо коснутся пункта меню *Sound/Звук*.

31.2.4 Автоматическое включение

Для выбора функции автоматического включения осциллографа при подключении к сети переменного тока, без нажатия кнопки питания, необходимо коснутся пункта меню *Auto Power/Авто ВКЛ*.

31.2.5 Установка Даты / времени

Для установки даты необходимо коснутся пункта меню *Date/Time/Дата/Время*.

Дата/Время

Дата/Время

День	Месяц	Год
6	9	2022
Час	Минут	Секунд
22	6	49

Изменить

Врем Зона

Врем Зона:

UTC

Изм Врем Зону

Коснитесь текстового поля «Hour/Час», «Minute/Минута», «Second/Секунда», «Day/День», «Month/Месяц» и «Year/Год», чтобы внести изменение в выбранное поле. Коснитесь кнопки «*Modify Date/Time/Изменить*», чтобы подтвердить сделанные изменения даты и времени. Коснитесь текстового поля «Time Zone/Врем Зона», чтобы выбрать часовой пояс. Коснитесь кнопки «*Modify Time Zone/Изм Врем Зону*», чтобы подтвердить выбор.

31.2.6 Опорное положение

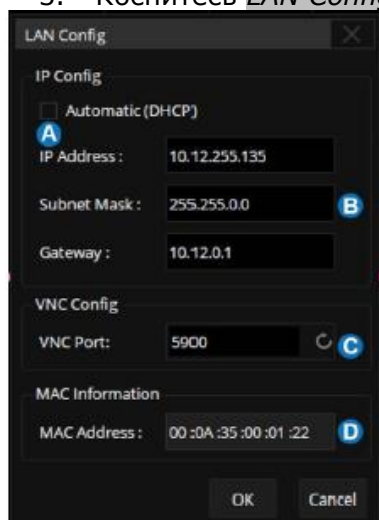
Функция опорного положения позволяет определить точку привязки осциллограммы при изменении коэффициента развертки или коэффициента отклонения. Можно задать фиксированную точку на осциллограмме, по которой будет производиться привязка.

1. Коснитесь пункта **Reference Pos/Опорное положение** на экране для входа в меню.
2. Коснитесь пункта **Horizontal Ref/Горизонтальное положение**.
Fixed Delay/Фиксированная Задержка: при изменении коэффициента отклонения, положение маркера запуска изменяется, значение задержки запуска не изменяется.
Fixed Position/Фиксированное Положение: при изменении коэффициента развертки, положение маркера запуска развертки не изменяется, значение задержки запуска изменяется.
3. Коснитесь пункта **Vertical Ref/Вертикальное положение**.
Fixed Position/Фиксированное Положение: при изменении коэффициента отклонения, положение вертикального индикатора канала не изменяется, значение постоянного смещения изменяется.
Fixed Offset/Фиксированное смещение: при изменении коэффициента отклонения, положение вертикального индикатора канала изменяется, значение постоянного смещения не изменяется.

31.3 Настройка интерфейсов

31.3.1 Настройка LAN

1. В главном меню выбрать пункт **Utility/Утилиты**, в открывшемся меню выбрать пункт **Menu/Меню**.
2. Коснитесь пункта **I/O Setting /Установки порта**.
3. Коснитесь **LAN Config/Настройка LAN** для входа в меню настройки LAN.



- A. Установите флажок в поле **Automatic (DHCP)/Автомат (DHCP)**, чтобы включить динамический IP-адрес. В этом случае осциллограф должен быть подключен к локальной сети с DHCP-сервером. Обратитесь к сетевому администратору для подтверждения соответствующей информации.
- B. Поле ручного ввода настроек сети, если не выбран автоматический (DHCP). Отдельно задайте статический IP-адрес, маску подсети и шлюз.
- C. Выбор VNC порта (подробнее ниже). Ручной ввод настроек соединения LAN
- D. MAC адрес осциллографа

Порт VNC

При доступе к более чем двум осциллографам серии АКИП-4158 через веб-браузер необходимо установить разные номера порта VNC для каждого прибора. Для этого необходимо:

Коснитесь **VNC Port/VNC Порт** и введите номер порта, в диапазоне от 5900 до 5999.

31.3.2 Источник опорной частоты

Источник сигнала опорной частоты в осциллографах серии АКИП-4158 может быть установлен на «internal/внутренний» или «external/внешний». Когда для источника опорной частоты установлено значение «Внешний», устройство получает входной сигнал частотой 10 МГц подаваемого в ход «10MHz In» расположенного на задней панели осциллографа, от внешнего источника опорной частоты.

Осциллограф так же может выдавать сигнал опорной частоты 10 МГц через коннектор на задней панели «10MHz Out».

Для управления источником опорной частоты необходимо:

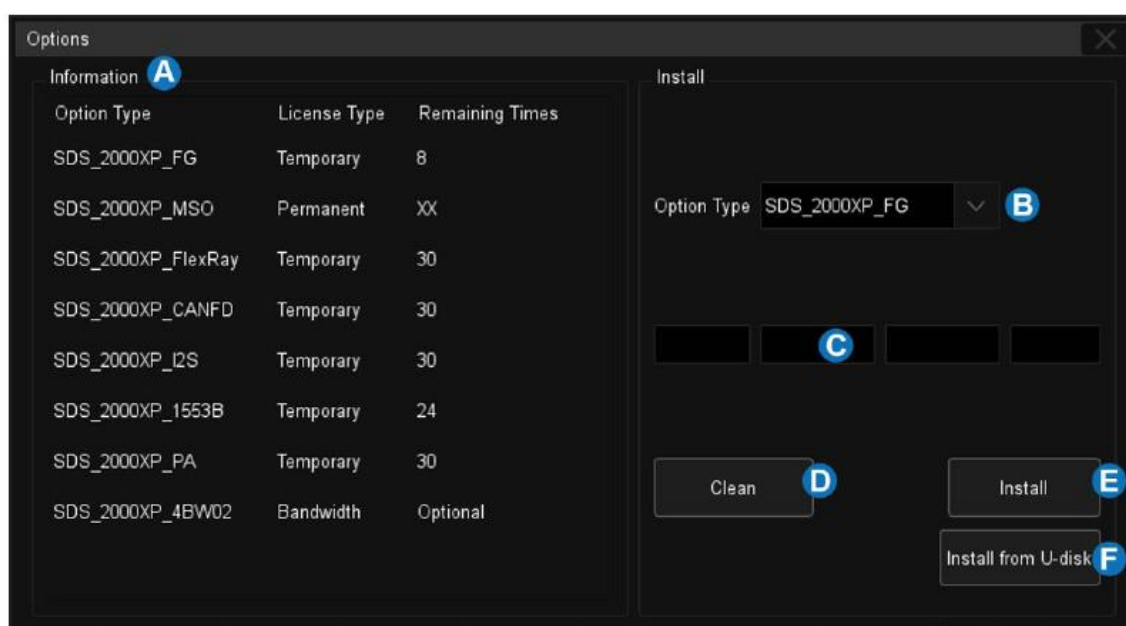
1. В главном меню выбрать пункт **Utility/Утилиты**, в открывшемся меню выбрать пункт **Menu/Меню**.
2. Коснитесь пункта **I/O Setting /Установки порта**.
3. Коснитесь **Clock Source/Источ Такт** для входа в меню настройки

31.4 Установка опций

Осциллографы серии АКИП-4158 предоставляют несколько возможностей для улучшения его функциональности. Функциональность расширяется путем приобретения соответствующих дополнительных опций, программных и аппаратных, для получения подробной информации по возможным опциям Вам необходимо обратиться в **АО «ПриСТ»**, так же данную информацию можно получить на сайте www.prist.ru.

После получения ключа программной опции его необходимо активировать, для этого выполните следующие шаги:

1. В главном меню выбрать пункт **Utility/Утилиты**, в открывшемся меню выбрать пункт **Menu/Меню**.
2. Коснитесь пункта **Options/Опции**.



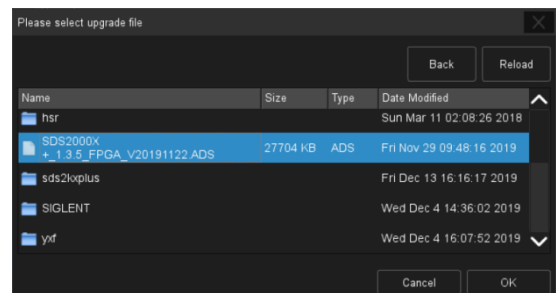
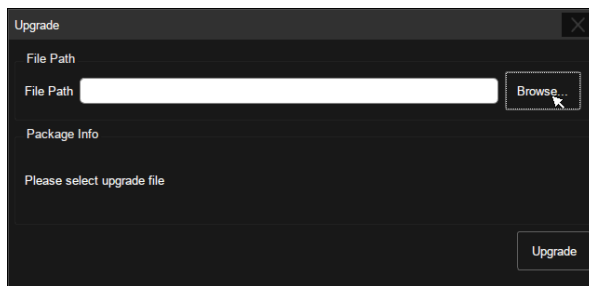
- Область отображения информации о параметрах. Когда опция не активирована, тип лицензии отображается как «Temporary/Временный» и может быть запущена до 30 раз.
- Окно выбора опции для установки.
- Область ввода лицензионного ключа. Коснитесь данной области и видите полученный ключ с помощью виртуальной клавиатуры.
- Кнопка удаления введенных значений в области ввода лицензионного ключа.
- Кнопка подтверждения активации опции **Install/Установить**.
- Используйте USB диск для автоматической установки опции, лицензия должна храниться в корневом каталоге USB диска.

31.5 Меню " Maintenance/Обслуживание"

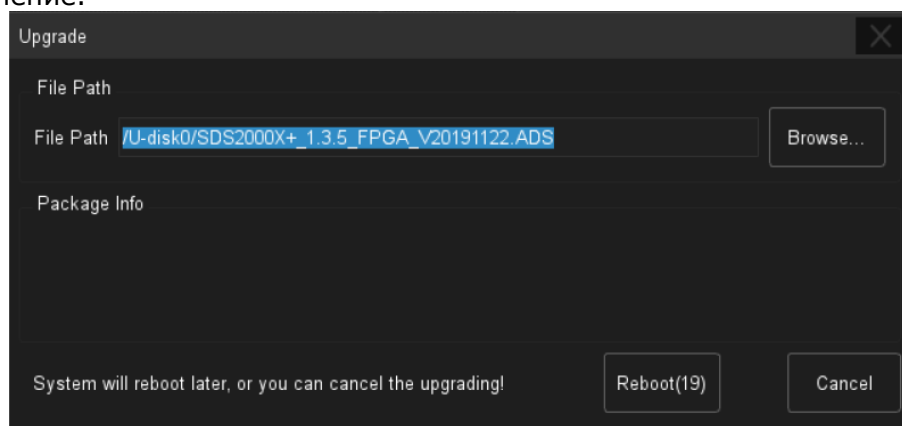
31.5.1 Обновление прошивки

Обновление прошивки прибора выполняться с помощью внешнего USB диска. Перед выполнением обновления убедитесь, что на USB диске содержится правильный файл обновления (* .ads), подключенный к осциллографу.

1. В главном меню выбрать пункт **Utility/Утилиты**, в открывшемся меню выбрать пункт **Menu/Меню**.
2. Коснитесь пункта **Maintenance/Обслуживание**.
3. Коснитесь пункта **Update/Обновление**.
4. Выбрать файл прошивки. Для этого в открывшемся окне коснитесь пункта **Browse/Проводник** в открывшемся окне выбрать файл и нажать OK.



5. Коснитесь **Upgrade/Обновить** в диалоговом окне обновления, чтобы начать обновление. Осциллограф сначала копирует файл обновления (*.ads) в локальную память и анализирует его. Если синтаксический анализ завершится успешно, появится следующее диалоговое окно. Пользователь может выбрать **Cancel/Отмена**, чтобы отменить обновление, или **Reboot/Перезагрузка**, чтобы немедленно перезапустить осциллограф и продолжить обновление. В противном случае осциллограф автоматически перезапустится, чтобы завершить обновление.



ВНИМАНИЕ!!! Во время перепрошивки нельзя допустить отключение осциллографа от электропитания

6. После выполнения обновления прошивки, необходимо проверить текущую версию в меню **System Status/Статус**.

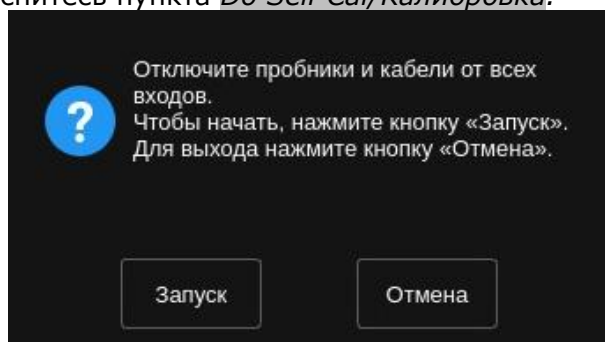
31.5.2 Самокалибровка

Программа самокалибровки может быстро откалибровать осциллограф для достижения наилучшего рабочего состояния и наиболее точных измерений.

Примечание. Перед выполнением самокалибровки убедитесь, что осциллограф прогрелся или работал более 30 минут.

Для самокалибровки прибора выполните следующие действия:

1. Отсоединить от входных гнезд осциллографа все пробники
2. В главном меню выбрать пункт **Utility/Утилиты**, в открывшемся меню выбрать пункт **Menu/Меню**.
3. Коснитесь пункта **Maintenance/Обслуживание**.
4. Коснитесь пункта **Do Self Cal/Калибровка**.



5. Коснитесь **Continue/Запуск** для подтверждения начала самокалибровки

- Осциллограф не будет реагировать на какие-либо действия, пока не завершится самокалибровка. После завершения автонастройки коснитесь экрана или нажмите любую кнопку для выхода.

31.5.3 Меню разработчика

Данный раздел меню предназначен только для авторизованных сервисных центров.

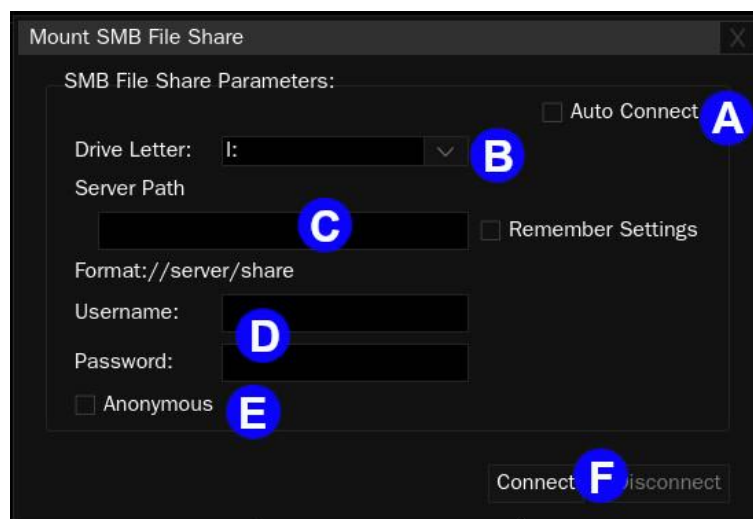
31.6 Сервисные настройки

31.6.1 SMB сетевое хранилище

Для доступа к диалоговому окну настройки SMB сетевого хранилища необходимо:

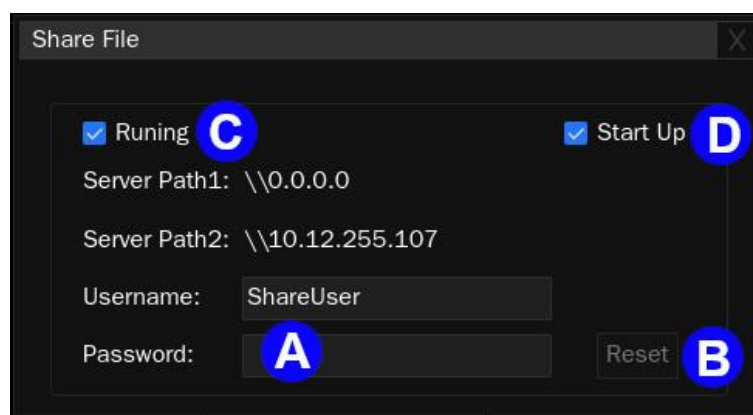
- В главном меню выбрать пункт *Utility/Утилиты*, в открывшемся меню выбрать пункт *Menu/Меню*.
- Коснитесь пункта *Service/Сервис*.
- Коснитесь *SMB file share/Сетевое хранилище*.

Когда устройство выступает в качестве клиента, установите путь к сетевому хранилищу и права доступа к соответствующему контенту, и вы сможете хранить или вызывать файлы по указанному пути. При доступе к сети устройство, к которому осуществляется доступ, выступает в роли сервера. Прежде чем настраивать сетевое хранилище на этом устройстве, вам необходимо настроить общий каталог и права доступа на сервере.



- Установите этот флажок в данное поле, чтобы автоматически подключаться к сетевому каталогу при каждом включении питания.
- Выбрать буквенное обозначение диска.
- Введите адрес каталога сетевого хранилища в текстовое поле. Установите флажок в поле «*Remember/Запомнить*», чтобы запомнить настройку.
- Ввести имя пользователя и пароль.
- Установите флажок в поле «*Anonymous/Анонимный*», чтобы получить доступ к сетевому каталогу в гостевом режиме (имя пользователя: Guest, без пароля). Для этого сервер должен разрешить анонимный доступ.
- Ручное подключение или отключение от сетевого каталога.

Когда устройство служит сервером, IP-адрес устройства автоматически импортируется из IP-адреса, полученного в настройках локальной сети. Имя пользователя фиксируется как «ShareUser». Вам нужно только установить пароль доступа и подтвердить настройку доступа.



- A. Область ввода пароля.
- B. После ввода пароля коснутся данного пункта, чтобы настройки вступили в силу.
- C. Установите флажок в поле «*Running*» для запуска файлообменной системы.
- D. Установите флажок в поле «*Start Up*» для запуска автоматического файлообменной системы при включении питания.

31.6.2 Веб сервер

В осциллографах серии АКІП-4158 включена функция веб-сервера, вы можете получить доступ к осциллографу и управлять им с помощью веб-браузера.

Для доступа к функции веб сервер необходимо:

1. В главном меню выбрать пункт *Utility/Утилиты*, в открывшемся меню выбрать пункт *Menu/Меню*.
2. Коснитесь пункта *Service/Сервис*.
3. Коснитесь *Web Server/Веб Сервер*.
4. Ввести пароль (длина пароля ограничена 20 байтами).

31.6.3 Эмуляция

При активации режима «Эмуляция» на значение «Tektronix», набор команд SCPI прибора изменяется, чтобы быть совместимым с осциллографами Tektronix. Этот параметр может помочь пользователю переключиться между приборами разных производителей с минимальными изменениями на существующий код.

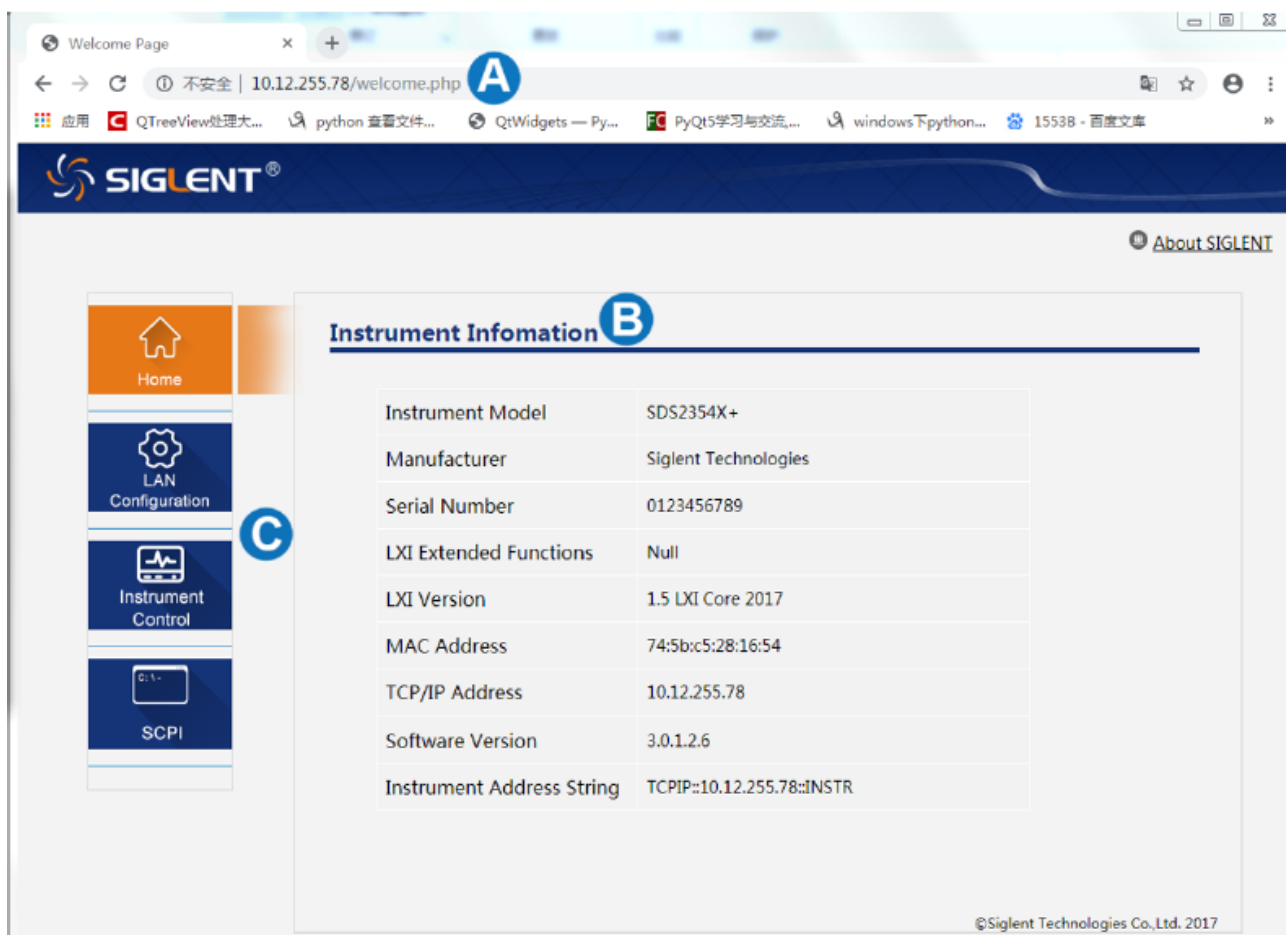
Для доступа к функции эмуляции необходимо:

1. В главном меню выбрать пункт *Utility/Утилиты*, в открывшемся меню выбрать пункт *Menu/Меню*.
2. Коснитесь пункта *Service/Сервис*.
3. Коснитесь *Emulation/Эмуляция*.

32 ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

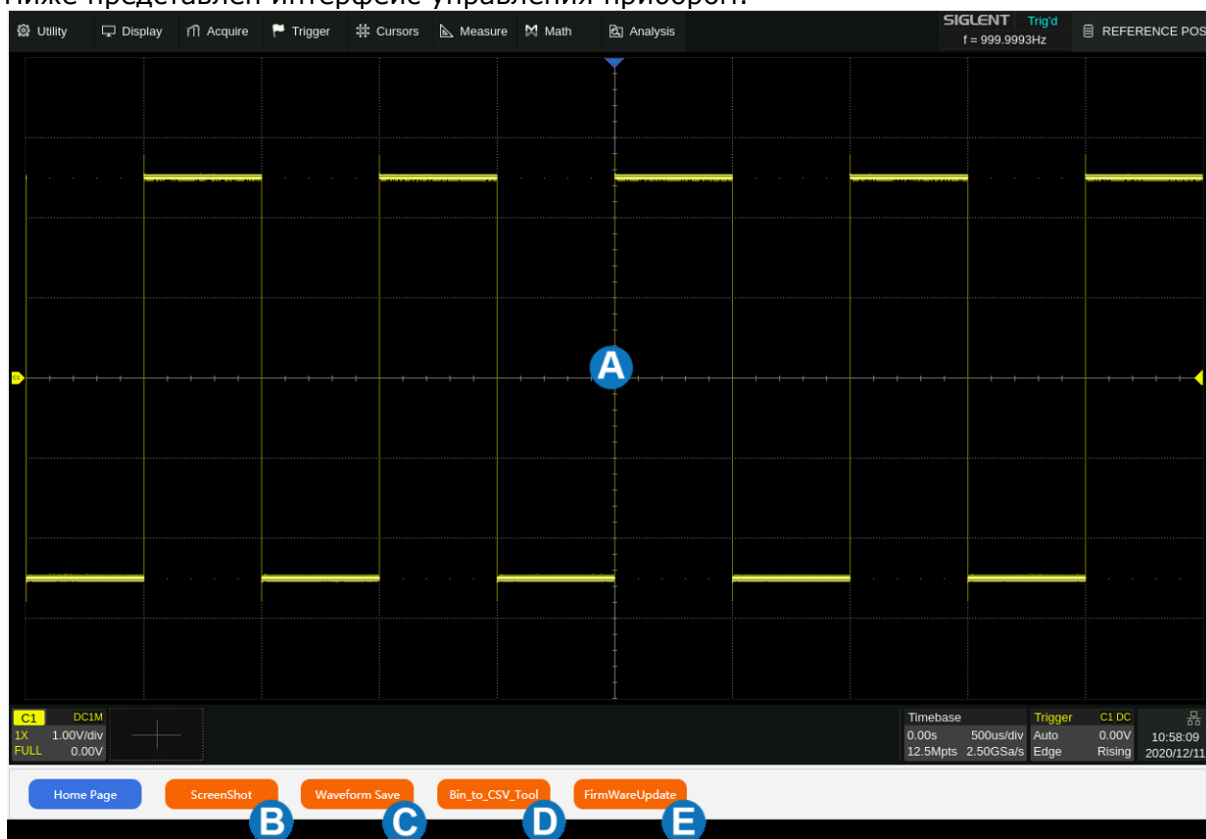
32.1 Управление через WEB интерфейс

Встроенный веб-сервер обеспечивает доступ к осциллографу через веб-браузер. Для этого не требуется устанавливать дополнительное программное обеспечение на компьютер. Правильно установите порт LAN (см. Раздел «Настройка LAN»), введите IP-адрес осциллографа в адресную строку браузера, после чего пользователь сможет просматривать и управлять осциллографом в Интернете.



- A. Поле ввода IP адреса прибора
- B. Информация о приборе
- C. Нажать для вызова интерфейса управления прибором

Ниже представлен интерфейс управления прибором:



- A. Область отображения и управления прибором. Дисплей в этой области является копией дисплея прибора. Использование мыши для работы в области эквивалентно прямому управлению сенсорным экраном прибора.
- B. Нажать, чтобы сделать снимок экрана.
- C. Нажать, чтобы сохранить данные формы сигнала в виде двоичного (*.bin) файла и записать его на локальный компьютер.
- D. Нажать, чтобы загрузить программу, которая преобразует файлы двоичных сигналов (формат *.bin) в файлы csv.
- E. Нажать, чтобы выполнить обновление прошивки.

32.2 Управление через USB

Для дистанционного управления осциллографом по интерфейсу USB на ПК пользователя должно быть установлено приложение VISA от National Instruments.

Более подробно дистанционное управление, включая SCPI команды, описано в руководстве по программированию, поставляемому по дополнительному запросу.

33 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Следующие инструкции предназначены только для квалифицированного персонала. С целью избежание поражения электрическим током, не следует производить никаких операций, отличающихся от указанных в настоящем руководстве по эксплуатации. Все операции по обслуживанию должен выполнять персонал, обладающий надлежащей квалификацией без отступления от требований и рекомендаций.

Чистка и уход за поверхностью

Для чистки прибора необходимо использовать мягкую ткань, смоченную в мыльном растворе. Не распылять чистящее средство непосредственно на прибор, так как раствор может проникнуть вовнутрь и вызвать, таким образом, повреждение.

Не использовать химикаты (едкие и агрессивные вещества), содержащие бензин, бензол, толуол, ксилол, ацетон или аналогичные растворители.

Запрещается использовать для чистки абразивные вещества.

34 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Изготовитель гарантирует соответствие технических характеристик прибора указанных в разделе «Технические данные» при условии соблюдения пользователем правил работы с прибором, технического обслуживания, указанных в настоящем руководстве.

Средний срок службы прибора составляет (не менее) - **5 лет**.

Изготовитель:

SIGLENT TECHNOLOGIES CO., LTD, Китай
3/F, Building 4, Antongda Industrial Zone, 3rd Liuxian Road,
Bao'an District, Shen Zhen, China
Телефон: +86 755 3661 5186
Факс: +86 755 3359 1582

Представитель в России:

Акционерное общество «Приборы, Сервис, Торговля» (АО «ПриСТ»)
111141, г. Москва, ул. Плеханова 15А
Тел.: (495) 777-55-91 (многоканальный)
Электронная почта prist@prist.ru
URL: www.prist.ru

Гарантийный срок указан на сайте www.prist.ru и может быть изменен по условиям взаимной договоренности.