



Осциллографы цифровые

АКИП-4152/1

АКИП-4152/2

Руководство по эксплуатации



МОСКВА

1	ВВЕДЕНИЕ	5
1.1	Информация об утверждении типа СИ:	5
1.2	Информация о версии программного обеспечения прибора	5
2	НАЗНАЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ	6
3	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	7
3.1	Тракт вертикального отклонения	7
3.2	Тракт горизонтального отклонения	8
3.3	Синхронизация.....	8
3.4	Аналогово-цифровое преобразование сбор информации	9
3.5	Автоматические и курсорные измерения	10
3.6	Дополнительные возможности	11
3.7	Опции.....	11
3.8	Дисплей.....	12
3.9	Внешние устройства	12
3.10	Общие характеристики	12
4	СОСТАВ КОМПЛЕКТА	13
5	УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ	14
5.1	Термины и определения.....	14
5.2	Символы и предупреждения безопасности	14
5.3	Общие требования по технике безопасности	14
5.4	Знаки на корпусе прибора	14
6	ПОДГОТОВКА ОСЦИЛЛОГРАФА К РАБОТЕ	15
6.1	Общие указания по эксплуатации.....	15
6.2	Распаковка осциллографа	15
6.3	Подключение к питающей сети и включение прибора	15
6.4	Установка прибора на рабочем месте	15
6.5	Условия эксплуатации	16
6.6	Предельные входные напряжения	16
6.7	Пробник.....	16
7	НАЗНАЧЕНИЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ и индикации	17
7.1	Габаритные размеры	17
7.2	Передняя панель	18
7.3	Задняя панель.....	19
7.4	Органы управления на передней панели.....	20
8	СЕНСОРНЫЙ ДИСПЛЕЙ	23
8.1	Обзор пользовательского интерфейса.....	23
8.2	Управление с помощью сенсорного экрана	26
8.3	Настройка параметров	27
9	ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛА ВЕРТИКАЛЬНОГО ОТКЛОНЕНИЯ	29
9.1	Включение канала	29
9.2	Связь канала по входу	30
9.3	Выбор ограничения полосы пропускания	30
9.4	Изменение коэффициента отклонения	31
9.5	Вертикальное положение	32
9.6	Напряжение смещения.....	33
9.7	Выбор единиц измерения	34
9.8	Инвертирование входного сигнала	34
9.9	Подпись метки канала	34
9.10	Выбор коэффициента деления пробника	35
9.11	Мульти-оконный дисплей.....	36
10	ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОТКЛОНЕНИЯ	37
10.1	Горизонтальная задержка	38
10.2	Режим Самописца (ROLL)	39
11	СБОР ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ ЗАПУСКОМ	40
11.1	Управление запуском.....	40
11.2	Выборка	40
11.3	Дискретизации в реальном времени	43
11.4	Способ сбора информации	43

11.5	Выбор длины памяти	45
12	СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ	46
12.1	Общие настройки схемы синхронизации	47
12.2	Виды синхронизации	50
13	СИНХРОНИЗАЦИЯ последовательных данных	66
13.1	Общие настройки	66
13.2	Синхронизация по протоколу UART/RS232	67
13.3	Синхронизация по протоколу I2C	68
13.4	Синхронизация по протоколу SPI	70
13.5	Синхронизация по протоколу CAN	71
13.6	Синхронизация по протоколу LIN	73
14	ДЕКОДИРОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРОТОКОЛОВ	75
14.1	Общие настройки	75
14.2	Протокол RS-232/422/485/UART	76
14.3	Протокол I2C.....	79
14.4	Протокол SPI.....	81
14.5	Протокол CAN	84
14.6	Протокол LIN.....	86
15	АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ	89
15.1	Типы измерений	90
15.2	Отображение всех измерений.....	94
15.3	Статистика измерений	94
15.4	Автоматические измерения по ограниченному диапазону.....	95
16	ИЗМЕРЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КУРСОРОВ	96
16.1	Меню курсорных измерений	96
16.2	Курсорные измерения во временной области	97
16.3	Курсорные измерения в частотной области	98
17	МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ И БПФ	99
17.1	Базовые арифметические операции.....	99
17.2	Быстрое преобразование Фурье	100
17.3	Цифровые фильтры	103
17.4	ERes	105
17.5	Расширенный математические функции	106
17.6	Редактор пользовательских формул.....	107
18	ОПОРНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАММЫ	110
18.1	Доступ к функции опорных осциллограмм.....	110
18.2	Работа с опорной осциллограммой	110
18.3	Отключение опорной осциллограммы	111
19	ДОПУСКОВОЙ КОНТРОЛЬ	112
19.1	Настройка и запуск теста	112
19.2	Допусковый контроль по маскам стандартов	114
20	ЦИФРОВЫЕ КАНАЛЫ (ОПЦИЯ).....	116
20.1	Управление цифровыми каналами	116
20.2	Настройка цифровых каналов	117
20.3	Пороговый уровень и гистерезис	118
21	ЦИФРОВОЙ ВОЛЬТМЕТР И ЧАСТОТОМЕР	119
21.1	Цифровой вольтметр (DVM).....	119
21.2	Частотомер	119
22	ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ (ОПЦИЯ)	120
22.1	Анализатор показателей качества электроэнергии (ПКЭ)	120
22.2	Анализ гармоник	123
22.3	Анализ пульсаций	126
22.4	Коммутационные потери	127
22.5	Область безопасной работы (ОБР/SOA).....	129
22.6	Анализ контура (петли) обратной связи	132
23	АНАЛИЗ ДЖИТТЕРА И ГЛАЗКОВАЯ ДИАГРАММА (ОПЦИЯ).....	134
23.1	Глазковая диаграмма/Eye-diagram.....	134
23.2	Измерение параметров глазковой диаграммы	136
23.3	Анализ джиттера/Jitter Analysis	137

23.4	Восстановление тактовой частоты/Clock Recovery	140
23.5	Разрешение (анализ) джиттера/Jitter Resolving	141
23.6	Измерение параметров джиттера	142
23.7	Влияние измерительной системы на тестирование джиттера	142
24	РЕЖИМ СЕГМЕНТИРОВАННОЙ РАЗВЕРТКИ.....	143
24.1	Общая настройка.....	143
24.2	Режим одиночного кадра.....	144
24.3	Последовательность кадров	145
25	РЕЖИМ ХУ	148
26	ГИСТОГРАММА	150
26.1	Статистическая гистограмма.....	150
26.2	Региональная гистограмма	152
27	ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ (ОПЦИЯ).....	154
27.1	Включение/выключение генератора сигналов	154
27.2	Формирование непрерывного сигнала.....	154
27.3	Модуляции	157
27.4	Качание частоты (ГКЧ)	160
28	НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ ОТОБРАЖЕНИЯ	162
28.1	Отображение маркеров	162
28.2	Послесвечение	163
28.3	Выбор типа сетки	164
28.4	Тип отображения формы сигнала.....	165
28.5	Настройка яркости.....	165
29	СОХРАНЕНИЕ И ПЕЧАТЬ.....	166
29.1	Сохранение и загрузка форм сигнала	166
29.2	Сохранение изображения экрана.....	167
29.3	Сохранение и загрузка профиля настроек.....	170
29.4	Использование USB диска	170
30	СИСТЕМНЫЕ НАСТРОЙКИ	172
30.1	Настройка параметров экрана	172
30.2	Автоматическая настройка и калибровка	172
30.3	Интерфейсы дистанционного управления.....	173
30.4	Вспомогательные входы и выходы	176
30.5	Дополнительные настройки.....	176
31	ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ	179
31.1	Пользовательское программирование	179
31.2	Управление с помощью программного обеспечения ПК	179
31.3	Удалённое управление через WebServer	180
32	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	182
33	ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА.....	183

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-4152**, модельный ряд: АКИП-4152/1, АКИП-4152/2.

Модели осциллографов в данной серии имеют 4-х канальное исполнение и различаются полосой пропускания 1 ГГц и 2 ГГц соответственно.

Разрядность АЦП осциллографов 8 бит, максимальная частота дискретизации при одном активном канале 10 ГГц, в режиме объединения каналов составляет 5 ГГц или 2,5 ГГц на канал. Максимальная длина памяти 1 Гб при одном активном канале, в режиме объединения каналов составляет 500 Мб или 250 Мб на канал.

В стандартном исполнении осциллографы серии АКИП-4152 поддерживают возможность синхронизации и декодирования следующих цифровых сигналов: RS-232/422/485/UART, I2C, SPI, CAN, LIN.

Так же опционально имеется возможность установки следующих программно-аппаратных опций:

- программная опция 16-и канального логического анализатора, работает при подключении опционального логического пробника UT-M15.
- программные опции декодирования сигналов CAN-FD, FlexRay, SENT, AUDIO (I2S, LJ, RJ, TDM), MIL-STD-1553B, Manchester, SENT, ARINC429.
- Программная опция 2-х канального функционального генератора, выходная частота до 60 МГц.
- программная опция измерения мощности и показателей качества электроэнергии (ПКЭ).
- программная опция построения глазковых диаграмм и анализ джиттера.
- набор для монтажа осциллографа 19" стоку, высота 7U.

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-4152:

Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ): 98028-26.

1.2 Информация о версии программного обеспечения прибора

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

1. Коснитесь кнопки Start  в правом верхнем углу экрана.
2. В открывшемся окне выберите пункт System.
3. Отобразится окно, содержащее системную информацию. Версия программного обеспечения отображается в строке **Software Version**. Пример обозначения версии программного обеспечения прибора: **V2.01.0011**.

2 НАЗНАЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

Цифровые осциллографы серии **АКИП-4152** предназначены для исследования и измерения параметров однократных сигналов и периодических сигналов в полосе частот до 2 ГГц (в зависимости выбранной модели). Осциллографы серии АКИП-4152 обеспечивают: цифровое запоминание и измерение сигналов в диапазоне установки коэффициента отклонения от 1 мВ/дел до 10 В/дел (вход 1 МОм) и временных интервалов от 100 пс/дел до 1000 с/дел (в зависимости от модели), автоматическую установку размеров изображения, автоматическое измерение амплитудно-временных параметров входного сигнала с выводом результата измерения на экран осциллографа.

Осциллографы обеспечивают возможность подключения к персональному компьютеру через интерфейсы USB или LAN.

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	Максимальная память
АКИП-4152/1	8 бит	1 ГГц	10 ГГц	1 ГБ
АКИП-4152/2		2 ГГц*		



***Внимание:** Полоса пропускания 2 ГГц доступна только при одном активном канале.

Настоящее руководство включает необходимые сведения по технике безопасности и установке осциллографов серии АКИП-4152, а также основы эксплуатации, что позволяет пользователю приступить к работе с прибором.

3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1 Тракт вертикального отклонения

3.1.1 Число каналов вертикального отклонения: 4

3.1.2 Входное сопротивление:

- 50 Ом ($\pm 2\%$);
- 1 МОм ($\pm 1\%$) / 15 пФ ± 3 пФ

3.1.3 Диапазон установки коэффициента отклонения (K_o):

- входное сопротивление 1 МОм: от 1 мВ/дел до 10 В/дел (с шагом 1-2-5);
- входное сопротивление 50 Ом: от 1 мВ/дел до 1 В/дел (с шагом 1-2-5)

3.1.4 Коэффициенты отклонения (K_o) каждого из каналов вертикального отклонения имеют плавную и грубую установку значений

3.1.5 Максимальное входное напряжение:

- среднеквадратическое значение переменного напряжения при входном сопротивлении 50 Ом: 5 В;
- среднеквадратическое значение переменного напряжения при входном сопротивлении 1 МОм: 300 Вскз (КАТ I).

3.1.6 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока, при уровне постоянного смещения $U_{см}=0$ В:

50 Ом:

- $\pm(0,02 \cdot 8[\text{дел}] \cdot K_o[\text{мВ/дел}] + 1)$ при $K_o < 5$ мВ/дел
- $\pm(0,015 \cdot 8[\text{дел}] \cdot K_o[\text{мВ/дел}] + 1)$ при $K_o \geq 5$ мВ/дел

1 МОм:

- $\pm(0,015 \cdot 8[\text{дел}] \cdot K_o[\text{мВ/дел}] + 1)$ при $K_o < 5$ мВ/дел
- $\pm(0,012 \cdot 8[\text{дел}] \cdot K_o[\text{мВ/дел}] + 1)$ при $K_o \geq 5$ мВ/дел

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

50 Ом:

- от 1 мВ/дел до 100 мВ/дел: ± 2 В;
- от 200 мВ/дел до 1 В/дел: ± 5 В;

1 МОм:

- от 1 мВ/дел до 50 мВ/дел: ± 2 В;
- от 100 мВ/дел до 500 мВ/дел: ± 20 В;
- 1 В/дел: ± 40 В;
- от 2 В/дел до 10 В/дел: ± 100 В

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

- $\pm(0,015 \cdot |U_{см}| + 0,1 \cdot [\text{дел}] + 2)$ при $K_o \leq 200$ мВ/дел
- $\pm(0,01 \cdot |U_{см}| + 0,1 \cdot [\text{дел}] + 2)$ при $K_o > 200$ мВ/дел

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

50 Ом:

- АКИП-4152/1 – 1 ГГц;
- АКИП-4152/2 – 2 ГГц (полоса пропускания 2 ГГц доступна при одном активном канале)

1 МОм: 500 МГц

3.1.10 Время нарастания переходной характеристики (50 Ом), не более:

- АКИП-4152/1 – 350 пс;
- АКИП-4152/2 – 175 пс;

3.1.11 Осциллограф обеспечивает следующие режимы связи входного усилителя:

- **Закрытый вход (AC)** – обеспечивает прохождение сигналов на вход усилителя вертикального отклонения с частотой более 10 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.

3.1.12 Осциллограф обеспечивает следующие режимы каналов вертикального отклонения:

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

Стандартные математические функции:

1. Арифметические (+, -, /, *);
 2. Фильтры (НЧ, ВЧ, режекторный, полосовой);
 3. Создание собственных математических формул с применением функций: sin, cos, sinc, tan, sqrt, exp, lg, ln, floor, abs, acos, asin, atan, sinh, tanh, ceil, cosh, fabs, intg, diff;
 4. БПФ (с применением прямоугольного окна, окна Блэкмена, Ханнинга и Хэмминга)
- Автоматическую установку размеров изображения и автоматическую синхронизацию исследуемого сигнала (для сигналов синусоидальной формы с частотой не менее 20 Гц).

3.2 Тракт горизонтального отклонения

3.2.1 Диапазон установки коэффициентов развертки (шаг 1-2-5): от 100 пс до 1000 с

3.2.2 Пределы допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора (δF): $\pm 2 \cdot 10^{-6}$, где

δF – относительная погрешность частоты внутреннего опорного генератора

3.2.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения временных интервалов: $\pm (\delta F \cdot T_{\text{изм}} + 2/F_d)$, где

δF – 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 20 Гц (синусоидальная форма);
- Ждущий;
- Однократный

3.3.2 Осциллограф обеспечивает следующие режимы синхронизации:

- По положительному фронту, по отрицательному фронту, или по положительному и отрицательному фронту;
- По условиям длительности импульса (больше, меньше, равно, в пределах или вне пределов), условия для длительности импульса устанавливаются в пределах от 3,2 нс до 10 с;
- По скорости изменения сигнала (нарастание/спад): больше, меньше, равно, в пределах или вне пределов, условия для крутизны устанавливаются в пределах от 3,2 нс до 10 с;
- ТВ синхронизация (PAL/SECAM, NTSC; выбор полярности синхронизации, номера строки и поля);
- По шаблону, синхронизация развертки комбинацией сигналов от различных источников (каналов);
- По условию пропадания сигнала на время (от 3,2 нс до 10 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 3,2 нс до 10 с;

- По N-ому (от 1 до 65535) положительному или отрицательному фронту, когда промежуток времени (от 3,2 нс до 10 с) между фронтами больше, меньше, находится в пределах или вне пределов установленного временного интервала;
- Синхронизация по последовательным протоколам:
 - Стандартно: RS-232/422/485/UART, I2C, SPI, CAN, LIN
 - Опционально: CAN-FD, SENT, AudioBus, FlexRay, MIL-STD-1553B, 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 EXT.
- Синхронизацию от сети питания.

3.3.4 Диапазон регулировки уровня внутренней синхронизации: ± 4 делений от центра экрана.

3.3.5 Внешняя синхронизация обеспечивается при входном уровне ± 1 В (EXT/5: ± 5 В).

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

3.3.7 Осциллограф обеспечивает применение в тракте синхронизации следующие виды связи:

- Фильтр переменной составляющей – обеспечивает прохождение в тракт синхронизации частот свыше 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 МГц.
- Фильтр НЧ – обеспечивает прохождение в тракт синхронизации частот ниже 1 МГц.

3.3.8 Осциллограф обеспечивает блокировку запуска развертки, при наступлении условий синхронизации, на время в пределах от 6,4 нс до 10 с.

3.3.9 Предзапуск: $\geq 0,5$ длительность экрана. Послезапуск: от 1 с до 5000 с.

3.4 Аналогово-цифровое преобразование сбор информации

3.4.1 Осциллограф обеспечивает следующие значения максимальной частоты дискретизации:

- 2,5 ГГц на канал;
- 5 ГГц в режиме объединения каналов, двух канальный режим;*
- 10 ГГц при одном активном канале

2,5 ГГц на канал (5 ГГц в режиме объединения каналов)*.

* Дискретизация 5 ГГц доступна при следующих комбинациях активных каналов: КАН1+КАН3, КАН2+КАН3, КАН1+КАН4, КАН2+КАН4. При активации КАН1+КАН2 или КАН2+КАН3 и выбранной максимальной длине памяти, частота дискретизации составит 2,5 ГГц.

3.4.2 Число разрядов АЦП осциллографа: 8 бит.

3.4.3 Максимальный объем памяти осциллографа составляет:

- 250 МГц на канал;
- 500 МБ в режиме объединения каналов, двух канальный режим;*
- 1 ГБ при одном активном канале

* Максимальный объем памяти 500 МБ на канал доступен при следующих комбинациях активных каналов: КАН1+КАН3, КАН2+КАН3, КАН1+КАН4, КАН2+КАН4. При активации КАН1+КАН2 или КАН2+КАН3 максимальный объем памяти составит 250 МБ на канал.

3.4.4 Осциллограф обеспечивает усреднение от 2 до 65536 разверток форм входного сигнала.

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 пика 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;

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;

3. Измерение временных интервалов между двумя сигналами:

- 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 спадающим фронтом импульса канала 2

4. Дополнительные измерения:

- Сквозность положительного импульса;
- Сквозность отрицательного импульса;
- Измерение площади сигнала;
- Измерение площади за целый период сигнала;
- Положительный выброс на вершине импульса;
- Отрицательный выброс по окончании спада импульса;
- Измерение фазового сдвига;
- Измерение числа импульсов положительной полярности.

3.5.2 Осциллограф обеспечивает измерение 48 параметров. Одновременно на экране может быть отображено до 10 измеряемых параметров, без «затемнения» отображения осциллограмм или до 35 измеряемых параметра в табличном виде в отдельном окне, режим Quick Meas.

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, 8 разрядов с возможностью измерения частоты сигнала. Измерения в режиме частотомера не привязаны к схеме

синхронизации прибора и могут выполняться для не синхронизированных сигналов и при отключенном отображении осциллограммы.

3.5.5 В осциллографе имеется встроенный мультиметр, 4 разряда, позволяющий измерять постоянное (DC), переменное (AC) или переменное с постоянной составляющей (AC+DC) напряжение.

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.

3.6.4 Осциллограф обеспечивает возможность записи на внешний USB носитель данных, полученных в процессе сбора информации в виде файлов в формате CSV.

3.7 Опции

3.7.1 Генератор функциональный

- Наименование опций: MSO7000X-AWG (программная опция).
- Формы сигналов: синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, импульсная, шум, DC, СПФ (200 встроенных форм).
- Поддержка модуляций (AM, ЧМ, АМн, ЧМн) и качания частоты (ГКЧ).
- Число каналов: 2.
- Частотный диапазон:
 - 1 мГц ... 60 МГц (синусоидальная форма)
 - 1 мГц ... 25 МГц (прямоугольная форма, импульс)
 - 1 мГц ... 1 МГц (пилообразная форма)
 - 1 мГц ... 5 МГц (сигналы произвольной формы)
 - 60 МГц (- 3 дБ) (шум)
- Частота дискретизации: 625 МГц.
- Разрешение по частоте: 1 мГц.
- Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала: $\pm 2 \cdot 10^{-6}$.
- Диапазон установки выходного напряжения (размах от пика до пика):
 - 50 Ом
 - 10 мВпик-пик ... 3 Впик-пик @ ≤ 30 МГц;
 - 10 мВпик-пик ... 1,5 Впик-пик @ ≤ 60 МГц
 - 1 МОм
 - 20 мВпик-пик ... 6 Впик-пик @ ≤ 30 МГц;
 - 20 мВпик-пик ... 3 Впик-пик @ ≤ 60 МГц
- 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 нагрузке 50 Ом: $\pm(2\%$ от уст.+2 Впик-пик).
- Амплитудная модуляция:
 - Форма сигнала несущей частоты: синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, СПФ.
 - Источник модуляции: внутренний.
 - Форма модулирующего колебания: синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, шум, СПФ.
 - Частота модуляции: 2 мГц ... 200 кГц.
 - Глубина модуляции: 0 ... 120%.
- Частотная модуляция:
 - Форма сигнала несущей частоты: синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, СПФ.
 - Источник модуляции: внутренний.

- Форма модулирующего колебания: синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, шум, СПФ.
- Частота модуляции: 2 МГц ... 200 кГц.
- Девиация(максимум): 30 МГц.
- Амплитудная манипуляции:
 - Форма сигнала несущей частоты: синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, СПФ.
 - Источник модуляции: внутренний.
 - Форма модулирующего колебания: прямоугольная форма (скважность 50 %).
 - Частота манипуляции: 2 МГц ... 50 кГц.
- ГКЧ:
 - Режим качания: Линейный, Логарифмический.
 - Время качания: 1 мс ... 500 с.
 - Начальная и конечная частота: любое значение частоты в диапазоне несущей частоты.

3.8.2 Цифровые каналы (логический анализатор)

- Необходим логический пробник UT-M15 и программная опция MSO7000X-LA.
- Число каналов: 16.
- Максимальная частота дискретизации: 1,25 ГГц.
- Максимальная длина памяти 125 МБ.
- Минимальная длительность импульса на входе: 3,2 нс.
- Группы каналов: D0 ... D7, D8 ... D15.
- Порог срабатывания: TTL, CMOS, ECL, PECL, LVDS, пользовательский (-60 В ... +40 В).

3.8.3 Измеритель электрической мощности

- Наименование опции: MSO7000X-PWR.
- Виды измерений: качество электроэнергии, гармоники тока, броски тока, потери при переключении, скорость нарастания напряжения, пульсации на выходе, включение/выключение, переходная характеристика.

3.8 Дисплей

Тип используемого экрана	Цветной ЖКИ (TFT), емкостной, сенсорный, диагональ размером 39,62 см
Разрешение ЖКИ	1920 по горизонтали 1080 по вертикали
Внутренняя сетка	10 x 8 делений

3.9 Внешние устройства

3.8.1 Осциллограф обеспечивает возможность подключения внешних устройств через интерфейсы:

- передняя панель - USB 3.0 Host
- задняя панель - USB 3.0 Host, USB 3.0 Device, LAN, HDMI.

3.10 Общие характеристики

3.9.1 Прибор обеспечивает свои технические спецификации в пределах норм после времени прогрева, равного 15 минутам.

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

3.9.3 Потребляемая мощность, не более: 200 Вт.

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

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

3.9.6 Рабочие условия эксплуатации:

- температура: от 0 до 40°C ;
- относительная влажность: от 5% до 90%, при температуре не более 30°C , с уменьшением до 60% при температуре 40°C .

3.9.7 Габариты: 452 (ширина) x 309 (высота) x 216 (глубина).

3.9.8 Масса: не более 10,5 кг.

4 СОСТАВ КОМПЛЕКТА

Прибор поставляется в составе, указанном в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Наименование	Количество	Примечание
Осциллограф серии АКИП-4152	1	
Сетевой шнур	1	
Руководство по эксплуатации	1	На CD диске
Пробник пассивный	4	
Кабель USB	1	
Упаковочная коробка	1	

Программно-аппаратные опции и опциональные принадлежности указаны в таблице 4.2

Таблица 4.2

Наименование	Описание
MSO7000X-RM	Набор для монтажа осциллографа серии АКИП-4152 в 19" стоку. Высота 7U.
MSO7000X-BW-10T20	Программная опция увеличения полосы пропускания с 1 ГГц до 2 ГГц.
MSO7000X-AWG	Программная опция 2-х канального генератора сигналов (ФГ + СПФ), 60 МГц.
MSO7000X-LA	Программная опция логического анализатора, 16 каналов. Требуется аппаратная опция логического пробника UT-M15.
UT-M15	Логический пробник, 16 цифровых каналов. Требуется наличие установленной опции логического анализатора (MSO7000X-LA).
MSO7000X-JITTER	Программная опция построения глазковых диаграмм и анализ джиттера.
MSO7000X-PWR	Программная опция измерения мощности и показателей качества электроэнергии (ПКЭ).
MSO7000X-CAN-FD	Программная опция, синхронизация и декодирование CAN-FD.
MSO7000X-FLEX	Программная опция, синхронизация и декодирование FlexRay.
MSO7000X-SENT	Программная опция, синхронизация и декодирование SENT.
MSO7000X-AUDIO	Программная опция, синхронизация и декодирование AUDIO.
MSO7000X-AERO	Программная опция, синхронизация и декодирование MIL-STD-1553 и ARINC 429.
MSO7000X-BND	Пакет программных опций включающих опции: JITTER, PWR, CANFD, FLEX, SENT, AUDIO, AERO)

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 избежать 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 ПОДГОТОВКА ОСЦИЛЛОГРАФА К РАБОТЕ

6.1 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 разделом 4 Комплект Поставки.

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

Перед упаковкой в укладочную коробку проверьте комплектность в соответствии с разделом 4 Комплект Поставки, прибор и ЗИП протрите от пыли, заверните во влагоустойчивую бумагу или пакет. После этого прибор упакуйте в укладочную коробку.

6.2 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.

6.3 Подключение к питающей сети и включение прибора

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.

Над разъемом подключения шнура питания находится выключатель подачи переменного тока. После подключения кабеля питания, включить выключатель для подачи переменного тока на вход прибора.

Размещение ЦЗО должно обеспечивать беспрепятственный доступ к розетке питания. Для полного обесточивания ЦЗО необходимо, выключить выключатель подачи питания переменного тока, затем вынуть штекер питания из розетки.

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

При подключении прибора к питающей сети, кнопка включения, расположенная в



левой нижней части передней панели прибора будет подсвечена красным цветом. Короткое нажатие на кнопку включения приводит к запуску прибора, при этом подсветка кнопки сменится на зеленый цвет.

Процедура загрузки прибора занимает примерно 70 секунд, во время загрузки на экране прибора отображается загрузочный экран и выполняется самопроверка функциональности системы (включая блок кнопок и светодиодов на передней панели прибора).

6.4 Установка прибора на рабочем месте

Протрите прибор чистой сухой салфеткой перед установкой его на рабочее место. Для удобства установки прибора на рабочем столе снизу, ближе к передней части корпуса имеются ножки, позволяющие поднимать прибор по высоте. Для установки корпуса прибора в нужное положение в сложенном положении ножек отогните их в сторону передней 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.

Для удобного расположения прибора на рабочем месте используйте откидные опорные ножки, находящиеся в нижней части корпуса прибора. Откидные опорные ножки позволяют

наклонить прибор для более устойчивого расположения, а так же для работы и наблюдения за экраном прибора.

6.5 Условия эксплуатации

Предельный диапазон рабочих температур для этого прибора – от 0° 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.

6.6 Предельные входные напряжения

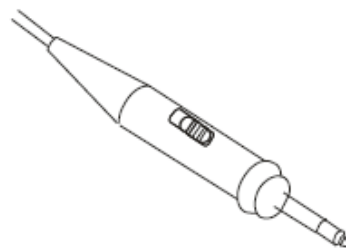
При входном сопротивлении 1 МОм, не подавайте более 300 Вскз непосредственно на вход прибора без использования внешних пробников-делителей.



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

6.7 Пробник

В комплект поставки осциллографов серии АКПП-4152 входят пассивные пробники, количество пробников соответствует количеству аналоговых каналов осциллографа. Полоса пропускания пробников не менее полосы пропускания осциллографа.



Пластиковый защитный кожух вокруг корпуса пробника обеспечивает защиту пользователя от поражения электрическим током.

Перед выполнением измерений необходимо подключить пробник к осциллографу, клемму защитного заземления к контакту заземления объекта измерений.

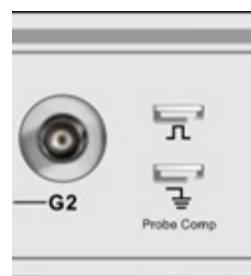
Примечание:

- Во избежание поражения электрическим током при использовании пробника держите пальцы за защитным кожухом на корпусе датчика.
- Во избежание поражения электрическим током при использовании пробника не прикасайтесь к металлическим частям измерительного щупа пробника, когда он подключен к источнику напряжения. Подключите пробник к осциллографу и подключите клемму заземления к заземлению перед выполнением любых измерений.

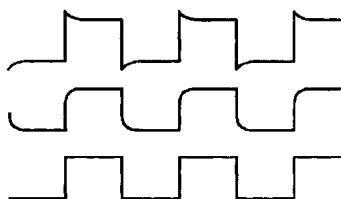
6.7.1 Компенсация пробников

Выполнить компенсацию пробника для соответствия его емкости параметрам входного канала. Эту процедуру нужно проводить всякий раз при первом подключении пробника к любому входному каналу.

Подключить пробник к разъему канала 1 осциллографа и установить переключатель на пробнике в положение 10X. Если вы используете насадку крючок наконечника пробника, убедитесь в надежности контакта и плотности его посадки. Подключить контакт заземления и наконечник пробника к соответствующим контактам выхода Калибратор (Probe Comp). Нажать кнопку **Autoset** на передней панели прибора. Через несколько секунд на экране должен отобразиться меандр (частотой около 1 кГц и уровнем 3 Впик-пик). Так как осциллограф оснащен двумя выходами калибратора, то можно одновременно калибровать два пробника.



Форма сигнала должна соответствовать приведенным ниже рисункам.



перекомпенсация

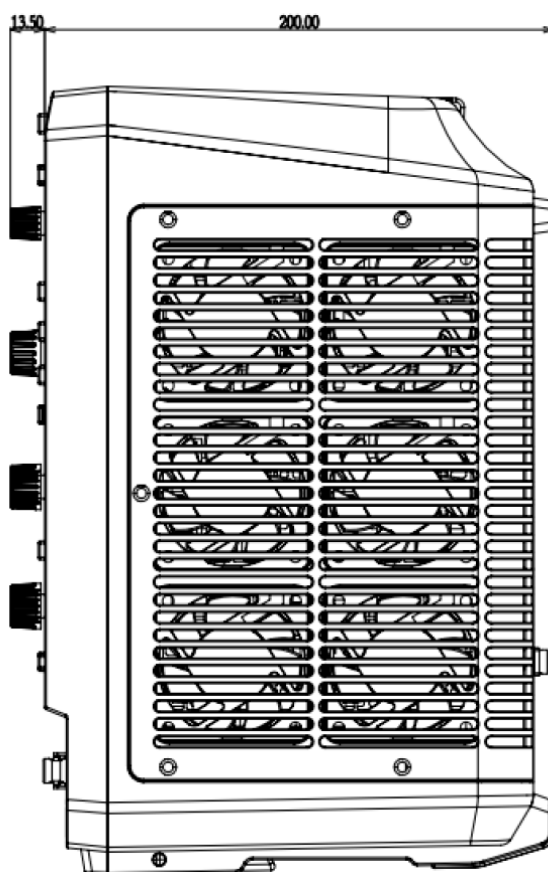
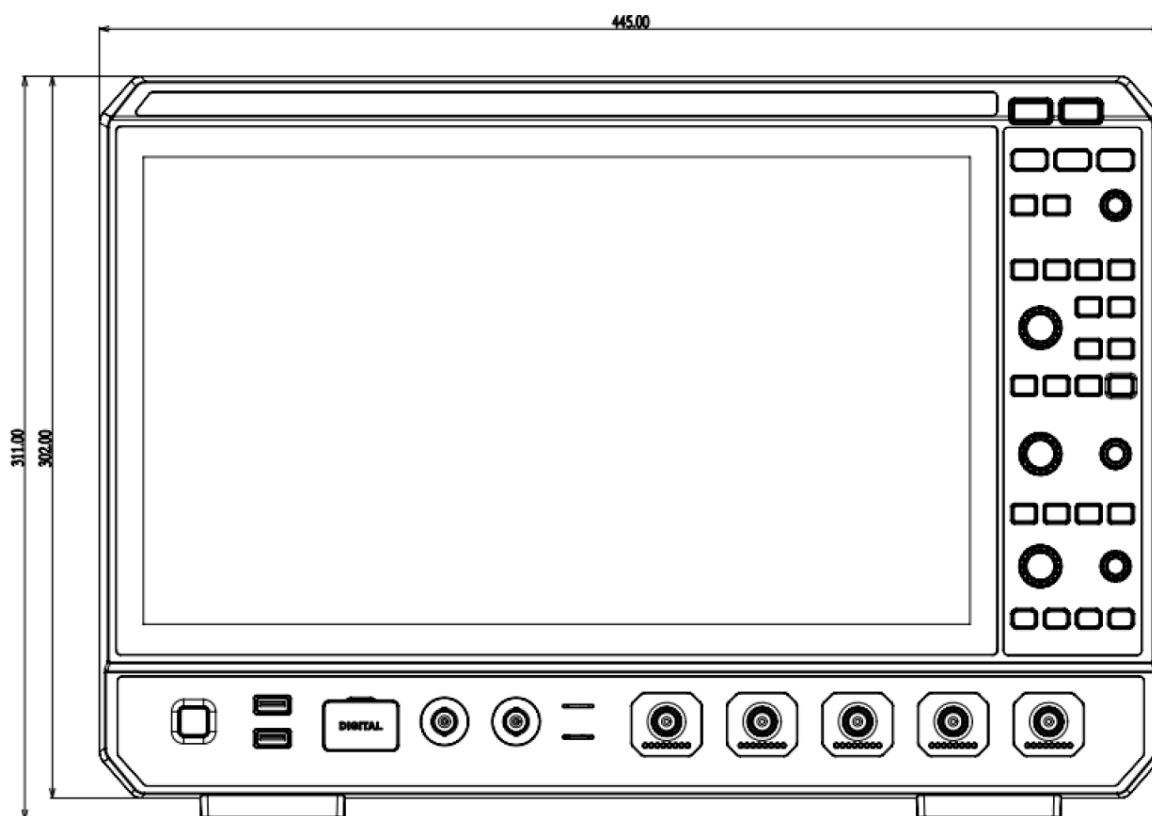
недокомпенсация

нормальная компенсация

При необходимости, используя неметаллический инструмент, вращением подстроечного конденсатора пробника добиться наиболее правильного изображения меандра на экране осциллографа.

7 НАЗНАЧЕНИЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ

7.1 Габаритные размеры



7.2 Передняя панель

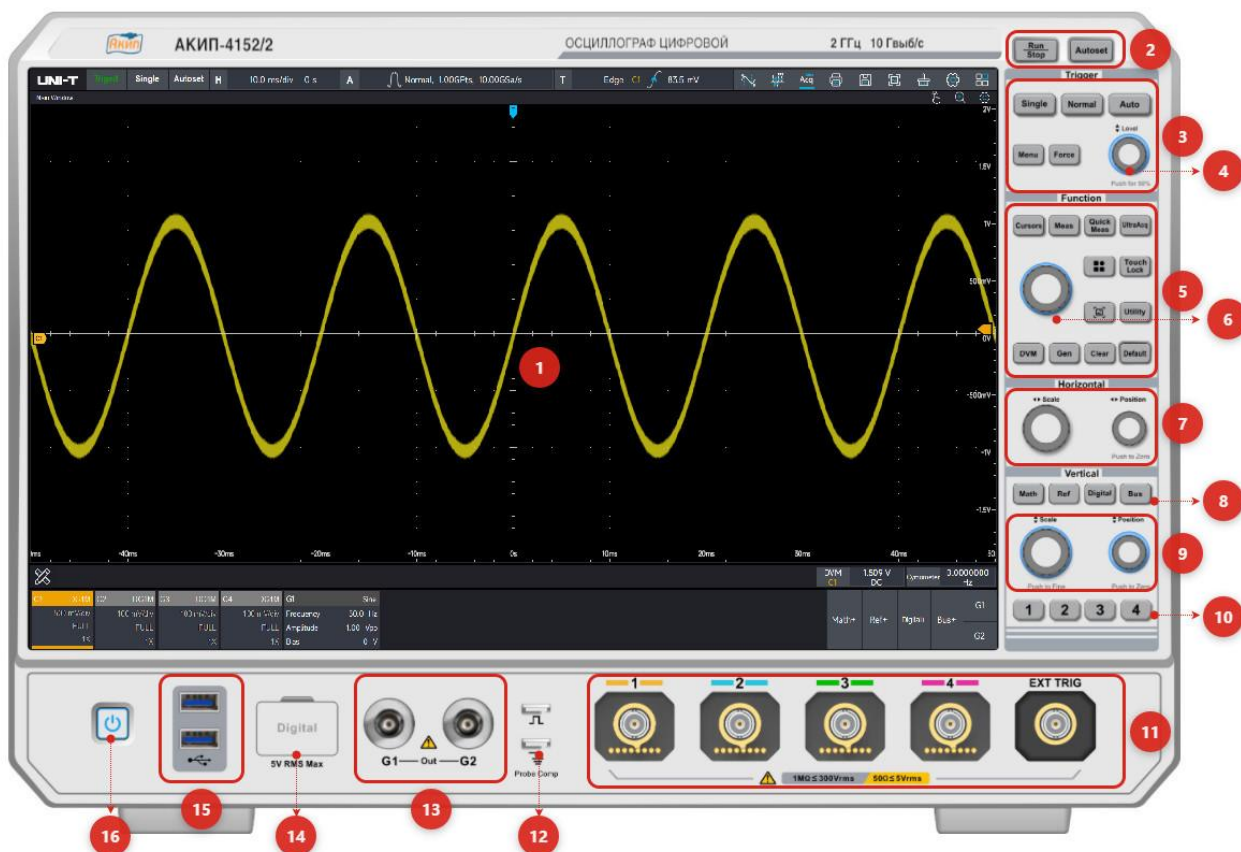


Рис. 7-1 Передняя панель осциллографов серии АКІП-4152

1. Цветной экран емкостной сенсорный экран: позволяет управлять осциллографом касаясь непосредственно дисплея прибора.
2. Блок кнопок управления сбором данных:
Кнопка **Run/Stop** – запуск и остановка сбора данных.
Кнопка **Autoset** – автоматического поиска сигнала и установки оптимального размера изображения на экране.
3. Блок кнопок управления синхронизацией (Trigger).
4. Ручка регулятора установки уровня синхронизации.
5. Блок кнопок управления функциями осциллографа (Function).
6. Ручка универсального регулятора.
7. Блок кнопок и регуляторов управления горизонтальной разверткой (Horizontal)
8. Блок кнопок дополнительных функций:
 - Math – математические функции;
 - Ref – опорные осциллограммы;
 - Digital – цифровые каналы;
 - Bus – доступ в меню декодирования.
9. Блок кнопок и регуляторов управления каналом вертикального отклонения (Vertical).
10. Блок кнопок управления аналоговыми каналами.
11. Аналоговые входы осциллографа и вход внешнего запуска (EXT TRIG).
12. Выход калибратора для настройки пробников: 3 В, 1 кГц, сигнал прямоугольной формы.
13. Два выхода опционального функционального генератора сигнала.
14. Разъем цифрового входа: используется для подключения опционального 16-и канального логического пробника UT-M15.
15. Интерфейс USB Host подключение к USB-устройствам хранения данных (USB диск).
16. Кнопка ВКЛ/ВЫКЛ питания.

7.3 Задняя панель



Рис. 7-2 Задняя панель осциллографов серии АКІР-4152

1. Интерфейс USB Host подключение к USB-устройствам хранения данных (USB диск).
2. HDMI выход, для подключения внешнего монитора.
3. Интерфейс LAN: дистанционное управление по интерфейсу LAN.
4. Интерфейс USB Device для дистанционного управления.
5. 10MHz Ref In: вход сигнала опорной частоты 10 МГц.
6. 10MHz Ref Out: выход сигнала опорной частоты 10 МГц.
7. AUX In: вспомогательный вход – вход сигнала внешнего запуска или вход синхронизации генератора.
8. AUX Out: вспомогательный выход - выход сигнала синхронизации, выход сигнала синхронизации генератора, выход сигнала Годен / Негоден (допусковый контроль) при включении данного режима.
9. Клемма защитного заземления.
10. Разъем подключения сетевого кабеля и кнопка включения подачи сетевого напряжения.
11. Гнездо для механической блокировки прибора. Данное гнездо позволяет заблокировать инструмент для фиксированного места с помощью замка безопасности (замок приобретается отдельно) через отверстие замка.

7.4 Органы управления на передней панели

7.4.1 Органы управления вертикальной разверткой



Кнопки управления каналами **1**, **2**, **3**, **4** - кнопка и индикатор. Однократное нажатие на кнопку производит включение или выключение выбранного канала. Каждый канал имеет свой цвет. Канал так же может быть активирован путем касания экрана прибора в поле дескриптора канала, под основным экраном прибора.

Math - кнопка включения-выключения режима математических функций. Поддерживаются арифметические операции, цифровые фильтры, расширенные математические операции, а так же создание пользовательских формул и "Быстрое Преобразование Фурье (БПФ)".

Ref - кнопка активации меню опорного сигнала для вывода на экран или удаления опорных осциллограмм. Опорные осциллограммы - это сохраненные в памяти осциллограммы, которые могут быть выведены на экран оператором. Функция использования опорного сигнала доступна после сохранения выбранной осциллограммы в энергонезависимую память.

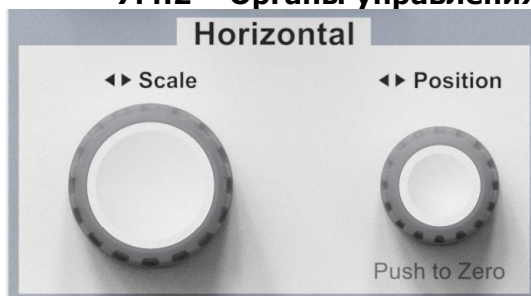
Digital - кнопка активации цифровых каналов, необходимо подключение логического пробника.

Bus - кнопка активации меню настройки декодирования цифровых сигналов. Предусмотренные стандартные сигналы: RS-232/422/485/UART, I2C, SPI, CAN, LIN. Опциональные сигналы: CAN-FD, FlexRay, SENT, AUDIO (I2S, LJ, RJ, TDM), MIL-STD-1553B, Manchester, SENT, ARINC429.

Vertical Position / Смещение - кнопка и регулятор. Вращение регулятора производит смещение линии развертки выбранного канала в вертикальном направлении. Нажатие на регулятор производит установку смещения в нулевое значение (линия развертки устанавливается в центр экрана). Значение установленного смещения отображается в видео всплывающего окна в центральной части нижней половины экрана.

Vertical Scale / В-мВ/V-mV (Вольт/дел) - регулятор и кнопка установки коэффициента отклонения выбранного канала. Вращение регулятора изменяет значение коэффициента отклонения «грубо». При нажатии на регулятор, осциллограф переключается в режим изменения значения коэффициента отклонения «fine/плавно». Для возврата в режим «coarse/грубо» нажать на регулятор еще раз. В значении «coarse/грубо» коэффициент отклонения изменяется с шагом 1-2-5. Значение установленного значения коэффициента отклонения отображается в окне дескриптора канала.

7.4.2 Органы управления горизонтальной разверткой



Horizontal Scale / с-нс/S-nS (Время/Деление) – регулятор и кнопка установки времени развертки. Вращение регулятора изменяет значение коэффициента развертки с шагом 1-2-5. Текущее значение коэффициента развертки отображается в верхней левой части экрана.

Horizontal Position / Горизонтальное смещение - кнопка и регулятор. Вращение регулятора производит к смещению линии развертки в горизонтальном направлении (изменение временной задержки по отношению к центральной горизонтальной линии). Для установки нулевого значения задержки нажать на регулятор. Текущее значение смещения отображается в верхней части экрана.

7.4.3 Органы управления синхронизацией



Блок кнопок переключения режимов запуска развертки.

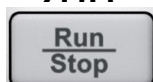
- **Auto** - автоколебательный режим запуска развертки.
- **Normal** – режим ждущей развертки.
- **Single** – режим однократного запуска развертки.

Menu – кнопка включения или выключения меню управления режимами синхронизации. Нажатие на кнопку выводит меню, повторное нажатие на кнопку убирает меню.

Force – кнопка, при нажатии которой происходит перезапуск сбора информации, сброс усреднений, результатов измерений и пр. Действительно для разверток Normal и Single.

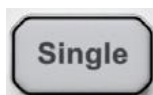
Trigger Position - кнопка и регулятор. Вращение регулятора производит изменение уровня запуска. Нажатие на регулятор производит автоматическую установку уровня синхронизации на центр сигнала. Установленное значение уровня запуска отображается в верхней центральной части экрана прибора.

7.4.4 Органы управление запуском развертки

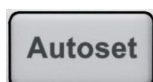


(кнопка **Пуск-Стоп**) - Нажатие на кнопку приводит к запуску или остановке процесса сбора информации о входном сигнале. При активизации режима сбора информации на дисплее осциллографа присутствует надпись «Auto» (зеленого цвета). При остановке – надпись «Stop» (красного цвета). Если осциллограф остановлен, то следующий сбор информации о входном сигнале начнется только при следующем запуске линии развертки.

Так же кнопка **Run/Stop** имеет светодиодную подсветку обозначающую режим работы: Run – зеленая подсветка, Stop – красная.



- кнопка активации однократного запуска развертки. При нажатии, подсветка кнопки загорается зеленым цветом, на экране прибора в верхнем левом углу присутствует надпись «Ready» (зеленого цвета). После выполнения схемы запуска удовлетворяющему условию однократной развертки осциллограф завершает сбор данных и переходит в состояние «Stop» (красного цвета).





- кнопка автоматического поиска сигнала и установки оптимального размера изображения на экране.

Примечания: При использовании автоматической настройки формы сигнала, если измеряемый сигнал является синусоидой, требуется, чтобы его частота была не менее 20 Гц, амплитуда в пределах 20 мВпп ~ 120 Впп. В противном случае функция автоматической настройки может быть не выполнена.

7.4.5 Кнопки меню основных функций и универсальный регулятор



- Универсальный многофункциональный регулятор: используется для перемещения курсоров в режиме курсорных измерений и переключения между видами курсоров.
- **Cursors**: кнопка и индикатор включения курсорных измерений. Настройка курсорных измерений выполняется через соответствующее меню.
- **Meas**: кнопка и индикатор активации автоматических измерений. Всего в меню настроек автоматических измерений доступно порядка 48 видов автоматических измерений.
- **Quick Meas**: кнопка и индикатор вывода на экран таблицы с 35 наиболее востребованными автоматическими измерениями.
- **UltraAcq**: кнопка и индикатор переключения между обычной или быстрой выборкой.
-  кнопка "Старт" открывает всплывающее окно для доступа к настройкам различных функций, таких как: курсорные измерения, БПФ, Поиск, Анализ Джиттера (опция), Измерение Мощности (опция), системные настройки и др.
- **Touch Lock**: кнопка блокировки сенсорного управления.
- Снимок экрана: нажмите кнопку  что бы сделать снимок экрана прибора и сохранить его в файл.
- **Utility**: кнопка доступа в меню системных настроек. В нем можно настроить яркость/контрастность, выполнить автоматическую настройку и калибровку, выполнить настройку интерфейса, входов и выходов на задней панели, цвет канала, время и язык интерфейса.
- **DVM**: кнопка активации функции вольтметра. Вольтметр имеет три режима измерений: DC, AC, DC+AC RMS.
- **Gen**: кнопка активации меню опционального генератора сигналов.
- **Default**: кнопка сброса настроек прибора к заводским установкам.

8 СЕНСОРНЫЙ ДИСПЛЕЙ

8.1 Обзор пользовательского интерфейса

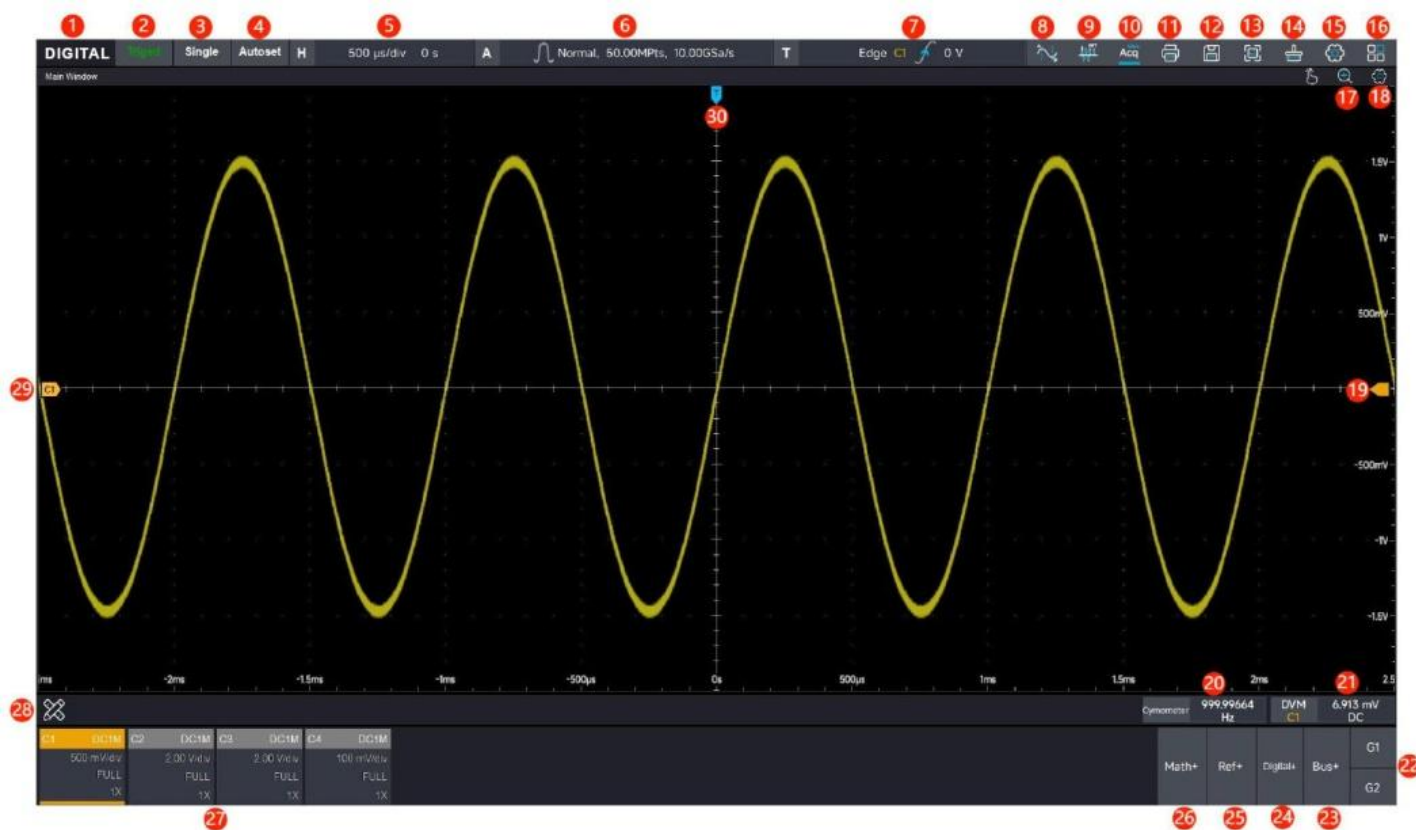


Рис. 8-1 Пользовательский интерфейс

- 1. Обозначение типа прибора.** Digital – Цифровой осциллограф.
- 2. Кнопка/индикатор отображения состояния схемы синхронизации.**
Варианты состояний: TRIGED (синхронизированная развертка), AUTO (автоколебательный режим), READY (готовность к запуску), STOP (остановка развертки) и ROLL (режим самописца).
- 3. Кнопка/индикатор однократного запуска.**
Установите режим запуска осциллографа, на одиночный запуск, нажав кнопку **Single** на передней панели прибора или коснувшись иконки на экране, и индикатор загорится зелёным. Выполните один запуск при получении сигнала, удовлетворяющего условиям запуска. Нажмите кнопку **Run/Stop**, чтобы перейти в режим «Стоп», и индикатор загорится красным.
- 4. Кнопка выполнения автоматической настройки.**
Нажмите эту иконку, и осциллограф автоматически настроит коэффициент развертки и отклонения для оптимального отображения сигнала на экране прибора.
Внимание: При использовании автоматической настройки формы сигнала, если измеряемый сигнал представляет собой синусоиду, его частота должна быть не менее 20 Гц, а уровень сигнала в диапазоне от 10 мВпик-пик до 80 Впик-пик. В противном случае автоматическая настройка формы сигнала может быть не выполнена.
- 5. Значение коэффициента развертки.**
Указывает цену деления по горизонтали (Время/ДЕЛ). Для изменения коэффициента развертки необходимо использовать регулятор Horizontal Scale. Коснитесь данной области, что бы открыть меню настройки горизонтальной развертки. В открывшемся меню используйте кнопки и для выполнения подстройки коэффициента развертки с шагом 1-2-5. Значение задержки (Delay) указывает расстояние текущей точки запуска формы сигнала от горизонтального центра шкалы, положительные значения указывают, что точка запуска смещена влево, отрицательные значения указывают, что точка запуска смещена вправо. Текущую задержку можно отрегулировать, нажав **+** и **-**, или нажать значение задержки и вывести значение с помощью цифровой клавиатуры. Так же этот параметр можно

отрегулировать с помощью ручки регулятора **Position** на передней панели в области управления Horizontal. Нажмите ручку регулятора **Position** для установки значения задержки на 0. Так же это действие можно выполнить, нажав **Set to 0s** в меню Horizontal.

6. Режим сбора данных, глубина хранения и частота дискретизации.

Отображение текущего режима сбора данных (выборка, пиковый детектор, высокое разрешение, усреднение и огибающая), а также значение глубины памяти и частоты дискретизации в реальном времени.

7. Информация о синхронизации: отображение текущего источника запуска, типа и уровня синхронизации.

- Источник сигнала запуска: аналоговые каналы (C1~C4), внешний запуск (EXT, EXT5), сеть (AC), цифровые каналы (D0~D15). Цвет зависит от выбранного источника.
- Тип синхронизации: по фронту, по длительности импульса, видео и др.
- Уровень запуска: отображает текущий уровень запуска, индикатор уровня запуска отображается в правой части экрана, цвет индикатора зависит от выбранного источника запуска (■ - в данном случае это канал 1). Изменение уровня запуска выполняется с помощью ручки регулятора **Level** в поле или Trigger или через меню Trigger с помощью кнопок **+** и **-** в области **Level**. Точного значения уровня запуска можно задать с помощью цифровой клавиатуры коснувшись цифрового значения в области **Level**.

8. Курсорные измерения.

Нажмите на эту иконку, чтобы открыть меню курсорных измерений, чтобы включить/выключить курсор, выбрать тип курсора, установить синхронное движение, отрегулировать положение курсора и задать единицу измерения курсора.

9. БПФ.

Нажмите эту иконку для включения математической функции БПФ и перехода в соответствующее меню настроек.

10. Режим UltraAcq.

Нажмите эту иконку для включения режима UltraAcq® (режим быстрой выборки), чтобы увеличить скорость захвата формы сигнала до 800 000 осциллограмм/с.

11. Печать.

Данная иконка отображается при подключении осциллографа к принтеру для выполнения печати экранной информации.

12. Запись/Вызов.

Коснитесь данной иконки для переход в меню Запись/Вызов.

- Сохранение осциллограмм в различных форматах: .bin/.txt/.mat/.xlsx/.csv/.tsv/.dat/.bsv.
- Сохранение снимка экрана, сохраняет область экрана/область сетки в различных графических форматах: bmp/.tiff/.gif/.png /.jpeg.
- Сохранение текущего профиля настроек в виде set-файла. Пользователь может вызвать из памяти ранее сохраненный профиль настроек, чтобы быстро восстановить последние сделанные настройки.

13. Снимок экрана.

Нажмите данную иконку для что го, что бы сделайте быстрый снимок экрана в соответствии с настройками сохранения снимков экрана. После завершения сохранения на экран выводит всплывающее информационное сообщение.

14. Кнопка очистки.

Нажмите эту для быстрой очистки всех накопленных осциллограмм и результатов измерений.



15. Настройка параметров.

Нажмите эту иконку для перехода в меню системных настроек. Данное меню позволяет выполнить: настройку яркости, установка параметров автоматической настройки, автоматическая калибровка, настройка интерфейсов ДУ, дополнительных входов/выходов и прочие настройки.

16. Кнопка Старт.

Нажмите эту иконку для открытия всплывающего окна с иконками быстрого доступа к различным функция осциллографа, таким как: курсорные измерения БПФ, допусковый контроль, доступ к системной информации и др.

17. Кнопка растяжки сигнала.

Функция растяжки (ZOOM сигнала) используется для увеличения области отображения сигнала для детального просмотра изображения. Коснитесь иконки  для включения функции растяжки, коснитесь иконки  для выключения данной функции.

18. Настройка основного окна.

Нажмите данную иконку для выполнения настроек основного окна: установка послесвечения, положение маркера по горизонтали/вертикали, тип сетки, тип формы сигнала и яркость осциллограммы.

19. Маркер уровня запуска: отображает положение уровня запуска текущего канала, цвет маркера соответствует цвету канала.

20. Частотомер: 8-и разрядный аппаратный частотомер.

21. Мультиметр: 4-х разрядный мультиметр для измерения постоянного, переменного, а также СКЗ напряжения.

22. Генератор сигналов: опциональный генератор сигналов является двух канальным, для доступа к настройкам канала 1 нажать иконку G1, для доступа к настройкам канала 2, нажать G2.

23. Bus+: доступ к настройкам декодирования.




24. Digital+: доступ к настройкам опциональной функции логического анализатора.

25. Ref+: доступ в меню управления опорными осциллограммами.

26. Math+: доступ в меню настроек математических функций. Осциллограф поддерживает до 8 математических функций одновременно.

27. Дескрипторы аналоговых каналов.

Отображает состояния переключателя C1~C4, коэффициента отклонения, импеданса, ограничения полосы пропускания, связи по входу, коэффициента деления пробника. Касание дескриптора канала открывает расширенное меню настроек для данного канала.

- Статус канала: когда канал активен он имеет цветную подсветку. В случае того когда канал выключен, дескриптор выделен серым цветом.
- Связь по входу (): DC1MΩ, AC1MΩ, DC50Ω, Ground/Земля.
- Ограничение полосы пропускания: при отключенном ограничении отображается индикатор "FULL". При включенном ограничении отображается текущее значение ограничения полосы пропускания. Для данной серии это 20 МГц.
- Коэффициент отклонения: отображение значения вертикального масштаба. Для изменения коэффициента отклонения необходимо использовать регулятор Vertical Scale. В открывшемся меню используйте кнопки  и  для выполнения подстройки коэффициента отклонения с шагом 1-2-5. Для ввода точного значения необходимо коснуться цифровой области Vertical Scale и задать значение с помощью цифровой клавиатуры.
- Коэффициент деления пробника: значение коэффициента выбирается из выпадающего списка. На выбор доступны следующие варианты: 1X, 10X, 100X или пользовательский (user-defined).
- Инвертирование фазы: при включении инвертирования фазы в окне дескриптора каналы отображаются значок "↓".
- Нажмите на вкладку цвета аналогового канала (в заголовке дескриптора), чтобы включить канал, двойной щелчок/проведение пальцем вниз, чтобы выключить аналоговый канал, проведение пальцем вниз по другому каналу также может выключить канал.

28. Иконка меню измерений.

Нажмите иконку меню измерений, чтобы включить измерение цифрового вольтметра, измерение частоты, выполнение быстрых измерений, а также задать пороговое значение для измерений, активировать функцию статистики и добавить тип измерения.

29. Аналоговый канал, метка канала (если активна) и аналоговая форма сигнала.

30. Положение маркера запуска.

8.2 Управление с помощью сенсорного экрана

Осциллографы серии АК ИП-4152 оснащены цветным емкостным сенсорным ЖК-экраном с диагональю 39,62 см и разрешением 1920 x 1080. Благодаря использованию технологии Multi-touch осциллограммы, курсоры и уровень синхронизации можно регулировать с помощью сенсорных жестов в области сетки. Для управления прибором используются такие жесты как: нажатие (касание), сжатие, перетаскивание и рисование прямоугольника

Примечание: все меню, дескрипторы (иконки) и осциллограммы отображаемые на экране могут быть использованы для сенсорного управления.

1) Нажатие (касание).

Одним пальцем слегка нажмите на значок или слово на экране, как показано на рисунке ниже.

Жест нажатия можно использовать для:

- нажмите на меню на экране, а затем выполните настройку;
- нажмите на значок функции в правом верхнем углу, чтобы открыть соответствующую функцию;
- нажмите на всплывающую цифровую клавиатуру, чтобы ввести значение;
- нажмите на виртуальную клавиатуру, чтобы ввести имя метки и имя файла;
- нажмите на сообщение, чтобы появилась кнопка закрытия в правом верхнем углу, чтобы закрыть всплывающее окно.
- коснитесь другого окна, отображаемого на экране, а затем выполните необходимую настройку.



Рис. 8-2 Жест нажатия (касания)

2) Сжатие или растяжение

Сожмите два пальца вместе или разъедините. Жест сжатия может уменьшить или увеличить масштаб осциллограммы. Если нужно уменьшить масштаб осциллограммы, сожмите два пальца вместе.

Если нужно увеличить масштаб, сначала сожмите два пальца вместе, а затем разведите их, как показано на рисунке ниже.

Используйте данный жест для изменения коэффициента развертки (сжатие в горизонтальной плоскости) или коэффициента отклонения (сжатие в вертикальной плоскости).

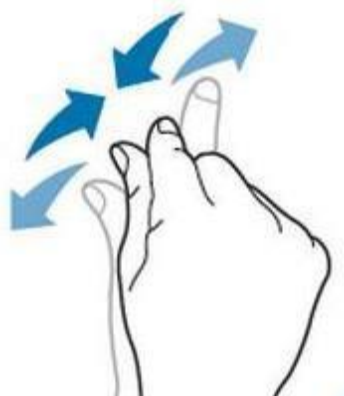


Рис. 8-3 Жест сжатия

3) Перемещение объекта

Для перемещения объекта, коснитесь экрана прибора одним пальцем, выбран объект который необходимо переместить, затем не отрывая пальца переместите объект в необходимую область экрана и уберите палец от экрана. Как это показано на рисунке ниже. Данный жест может быть использован для:

- перемещения осциллограммы;
- перемещения курсоров;
- перемещения окон.

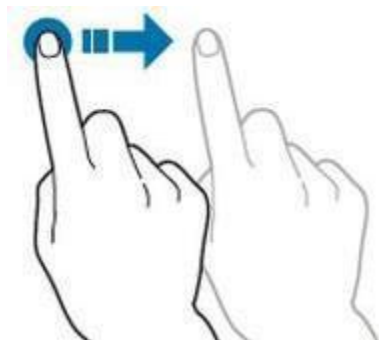


Рис. 8-4 Жест перемещения

8.3 Настройка параметров

В осциллографах серии АК ИП-4152 настраивать параметры можно с помощью многофункциональной поворотной ручки регулятора (Multipurpose) или с помощью сенсорного управления.

- 1) Много функциональный поворотный регулятор (Multipurpose).

Для изменения числового значения или переключения параметра поверните ручку многофункционального регулятора, нажмите ее для подтверждения выбора или введенного значения.

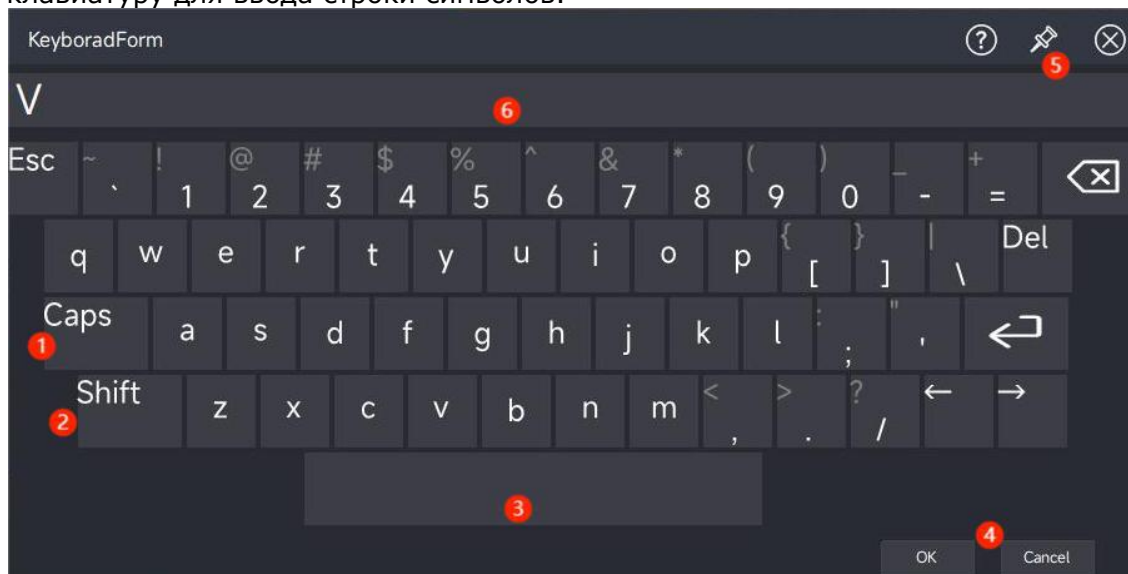
- 2) Сенсорное управление.

После выбора параметра или текстового поля дважды щелкните по экрану прибора, чтобы открыть виртуальную клавиатуру для ввода значения параметра, имени метки или имени файла.

Ниже описан порядок действий для различных типов ввода значений.

1. Ввода строки символов

При создании нового файла/папки или переименовании используйте виртуальную клавиатуру для ввода строки символов.



1. Кнопка Caps Lock.

Используется переключения между вводом верхнего и нижнего регистра.

2. Кнопка Shift.

Зажмите кнопку для ввода значения верхнего регистра или заглавной буквы.

3. Кнопка Пробел.

Используется для ввода одиночного пробела в текстовом поле.

4. Кнопки Ok и Cancel.

Используются для подтверждения или отмены введенного текста.

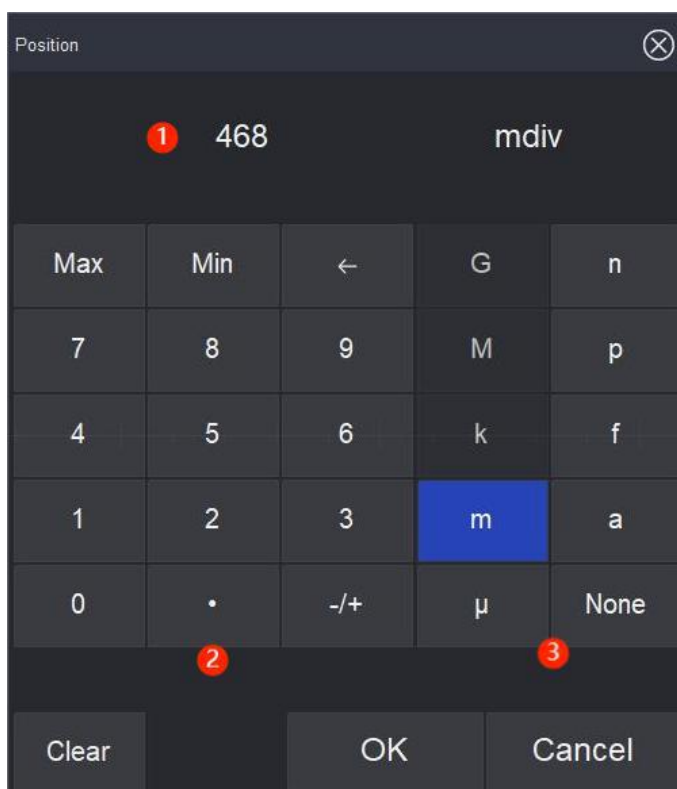
5. Кнопка фиксации виртуальной клавиатуры в текущем положении.

6. Область ввода.

Область ввода текстового обозначения с помощью виртуальной клавиатуры.

2. Ввод числового значения

При настройке или редактировании параметра используйте цифровую клавиатуру для ввода числового значения.



Цифровая клавиатура имеет традиционную 9-клавишную раскладку для ввода значений и единиц измерения. Формат единиц измерения цифровой клавиатуры зависит от функции. Например, при открытии цифровой клавиатуры единицей измерения по умолчанию является «div/дел». Это означает, что единицей измерения вводимого значения является номер ячейки сетки, отображаемой на экране.

1. Область ввода.

Область ввода используется для ввода числовых значений добавления единицы измерения.

2. Блок цифровых клавиш.

Традиционная 9-клавишная раскладка: клавиша «←» используется для удаления введенного символа, клавиша «-/+» используется для изменения знака введенного числа. Кнопки «Max» / «Min» используются для быстрого ввода максимального или минимального значения.

3. Область выбора единиц измерения.

4. Кнопка фиксации виртуальной клавиатуры в текущем положении.

9 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛА ВЕРТИКАЛЬНОГО ОТКЛОНЕНИЯ

Осциллографы серии АК ИП-4152 имеют 4 аналоговых входных канала, которые обозначаются как CH1/КАН1 ~ CH4/КАН4. Вертикальное отклонение для каждого из каналов настраивается независимо. Метод настройки вертикальной системы абсолютно одинаков для каждого канала.

В данном разделе в качестве примера рассматривается CH1/КАН1 для ознакомления с настройкой вертикального канала.

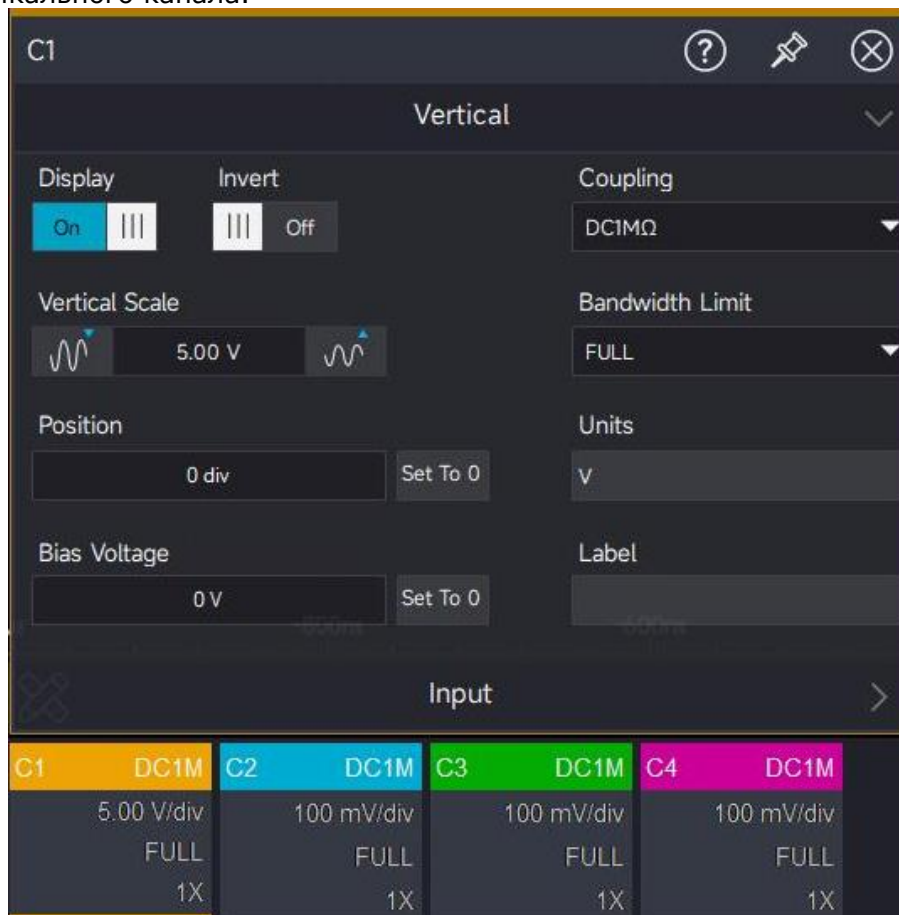


Рис. 9-1 Меню настроек системы вертикального отклонения

9.1 Включение канала

Вертикальная регулировка является одноканальной, то есть каждый из каналов имеет независимые органы управления.

Для отображения на экране осциллограммы с входа Канала 1 необходимо:

1. Подключить осциллографический пробник или кабель BNC к аналоговому входу **CH1/КАН 1**.
2. Нажать кнопку **1** на передней панели осциллографа.
3. Кнопка канала должна подсветиться, на экране осциллографа отобразится сигнал с канала 1.
4. Так же можно выбрать канал, можно включить другими способами:
 - коснувшись дескриптора канала в нижней части экрана;
 - если открыто меню настроек вертикального отклонения (рис. 9-1), выбрать вкладку нужного канала, затем выбрать пункт **Display – On**.

Для отображения меню настроек канала (рис. 9-1) необходимо коснуться дескриптора канала для которого необходимо открыть данное меню.

После включения канала пользователь может выполнить настройки развертки, коэффициента отклонения и выбрать схему синхронизации для захвата и оптимального отображения входящего сигнала.

Примечание: Для отключения канала, повторно нажать кнопку канала на передней панели или выбрать пункт **Display – Off** в меню настроек канала.

У аналоговых каналов осциллографов серии АК ИП-4152 есть состояния: канал активен, канал открыт, канал закрыт.



Когда канал активен это означает, что канал включен и для него выполняются соответствующие настройки. Что бы активировать канал надо нажать его кнопку: **1**, **2**, **3** или **4**. Активным для настроек может быть одновременно только один канал.

Когда канал закрыт это означает, что он выключен, то есть не доступен для обработки и захвата сигнала, не выводит осциллограмму на экран прибора.

Когда канал открыт это означает, что канал включен, выполняется захват сигнал и выводится осциллограмма на экран прибора. Но он не доступен в данный момент для настроек. Что бы перевести канал в состояние Активный необходимо нажать кнопку нужно канала или коснуться его дескриптора на экране прибор.

9.2 Связь канала по входу

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 и постоянного и переменного тока входного сигнала.
- **GND/Земля** - Отключает входной сигнал от входа осциллографа и замыкает вход осциллографа на корпус прибора.

Для выбора связи канала необходимо коснуться дескриптора канала и в открывшемся меню выбрать пункт **Coupling**. Затем в выпадающем списке выбрать тип связи канала. По умолчанию выбран тип **DC**.



9.3 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** на канал будут поступать высокочастотные компоненты исследуемого сигнала.
- Значение ограничения полосы пропускания зависит от выбранного входного сопротивления:
 - При входном сопротивлении 1 МОм – 20 МГц, Full (Полная).
 - При входном сопротивлении 50 Ом – 1 ГГц, 500 МГц, 20 МГц, Full (Полная).
- Например: при включении ограничения полосы пропускания, выбран пункт **20MHz**, высокочастотные компоненты выше 20 МГц будут подавлены.

Входное сопротивление 1 МОм подходит для работы с большинством известных пассивных пробников, которые используются для измерений общего назначения. Более высокое сопротивление минимизирует нагрузочный эффект осциллографа на тестируемое устройство.

Входное сопротивление 50 Ом подходит для работы с измерительными кабелями общего назначения и для ВЧ измерений, а также для подключения активных пробников.

Для выбора ограничения полосы пропускания необходимо коснуться дескриптора канала, в открывшемся меню выбрать пункт **Bandwidth Limit** и выбрать необходимый параметр в выпадающем меню. По умолчанию установлена полная полоса пропускания. При включении ограничения полосы пропускания на дескрипторе канала отображается значение ограничения полосы пропускания.

C1	DC1M	C2	AC1M	C3	DC50	C4	DC50
5.00 V/div		5.00 V/div		200 mV/div		500 mV/div	
FULL		20MHz		1GHz		500MHz	
1X		1X		1X		1X	
Full		20 МГц		1 ГГ		500 МГц	
(Полная полоса)							

9.4 Изменение коэффициента отклонения

Изменение коэффициента отклонения (вертикальной чувствительности) осуществляется при помощи регулятора **Scale** поле **Vertical** на передней панели прибора. Текущее значение коэффициента отклонения отображается на дескрипторе канала.

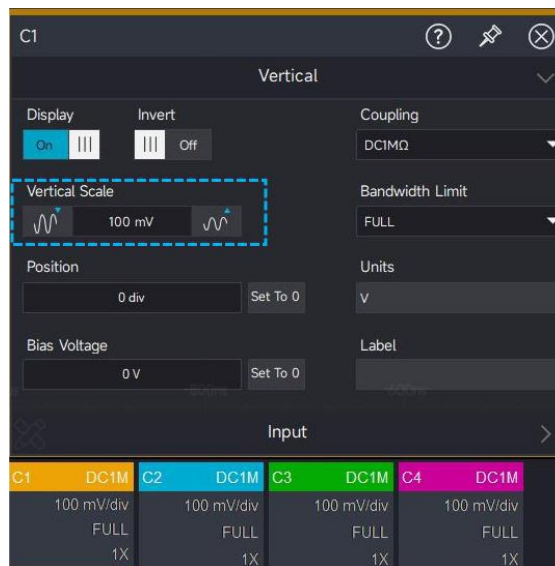
Диапазон регулировки коэффициента отклонения:

- при входном сопротивлении 1 МОм: 1 мВ/дел ... 10 В/дел;
- при входном сопротивлении 50 МО: 1 мВ/дел ... 1 В/дел.



Для изменения коэффициента отклонения необходимо:

1. Нажать кнопку активации канала  на передней панели осциллографа.
2. Доступно несколько способов изменения коэффициента отклонения канала:
 - Вращать регулятор **Scale** в поле **Vertical**, для грубой установки с шагом 1-2-5 или нажать регулятор для плавной установки.
 - В открывшемся меню нажимать кнопки ,  в поле **Scale**. Для плавной установки выбрать пункт **Fine – On**.
 - Дважды коснуться числового значения коэффициента отклонения в поле **Scale** и ввести точно значение с помощью виртуальной цифровой клавиатуры.



- В открывшемся функциональном меню выбрать режим грубой **Fine – off** или Точно **Fine – On** установки:
 - В режиме **Coarse/Грубой** установки, изменение коэффициента отклонения происходит с шагом 1–2-5;
 - В режиме **Fine/Точной** установки, выполняет плавное изменение коэффициента отклонения. В данном режиме можно задать более точное значение, с шагом 1%, например: 2 В/дел, 1.98 В/дел, 1.96 В/дел, 1.94 В/дел ...1 В/дел.

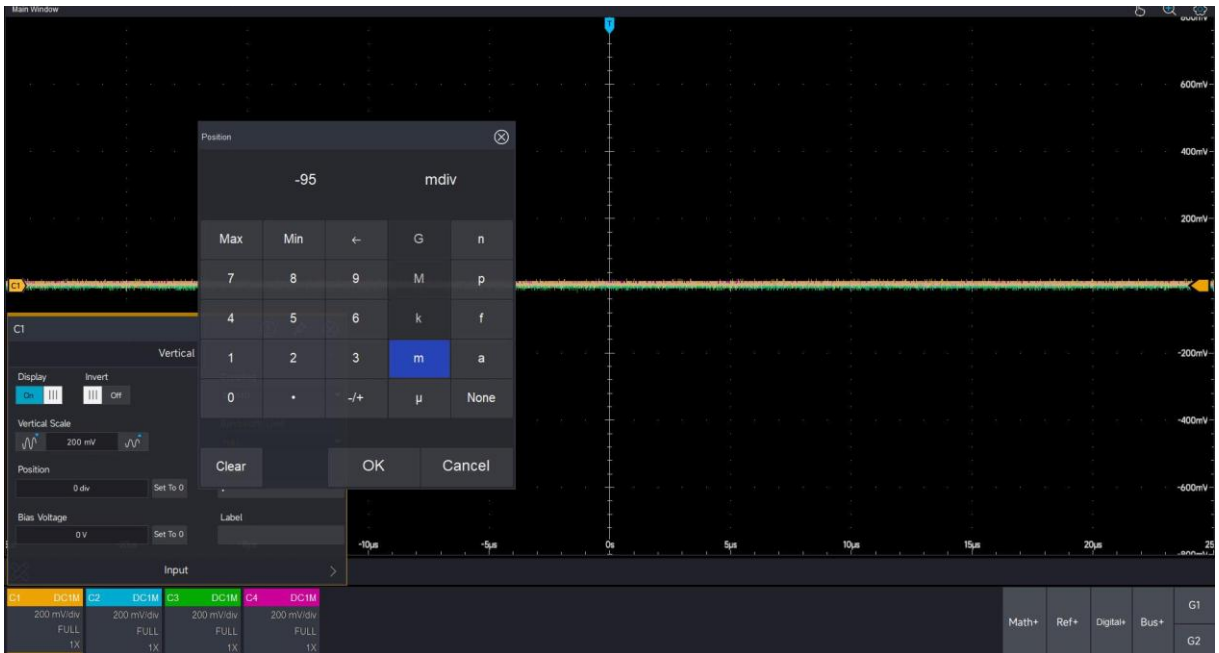
Примечание: Для быстрого переключения между режимом Грубой и Точной установкой можно нажимать регулятор **Scale** в поле **Vertical**.

Настройки коэффициента отклонения неактивного канала выполняются через меню настроек канала, для необходимо коснуться дескриптора данного канала.

9.5 Вертикальное положение

Вертикальное положение указывает позицию текущего сигнала на экране. Изменение вертикального положения не влияет на значение напряжения сигнала. Вертикальное положение текущего канала можно регулировать с помощью панели управления, сенсорного управления и жестов.

- Управление с передней панели:**
Для регулировки вертикального положения сигнала текущего канала вращайте ручку **Position** в поле **Vertical** на передней панели прибора. При вращении по часовой стрелке сигнал смещается вниз, при вращении против часовой стрелки — вверх. Нажатие на ручку регулятора **Position** возвращает сигнал в центр экрана.
Примечание: Смещение сигнала вверх/вниз не должно превышать 1,5 делений шкалы в текущем вертикальном направлении.
- Жестовое управление:**
Выберите сигнал жестом. Сдвиг вверх или вниз изменяет положение сигнала.
Примечание: Сдвиг вверх/вниз не должен превышать 1.5 делений шкалы в текущем вертикальном направлении.
- Цифровая клавиатура:**
Коснитесь дескриптора канала, в открывшемся меню коснитесь числового в поле **Position**, чтобы вызвать окно цифровой клавиатуры для ввода вертикального положения. Положительное значение соответствует смещению вверх, отрицательное — вниз.



Предупреждение: Вводимое значение не должно превышать 1,5 делений шкалы в текущем вертикальном направлении.

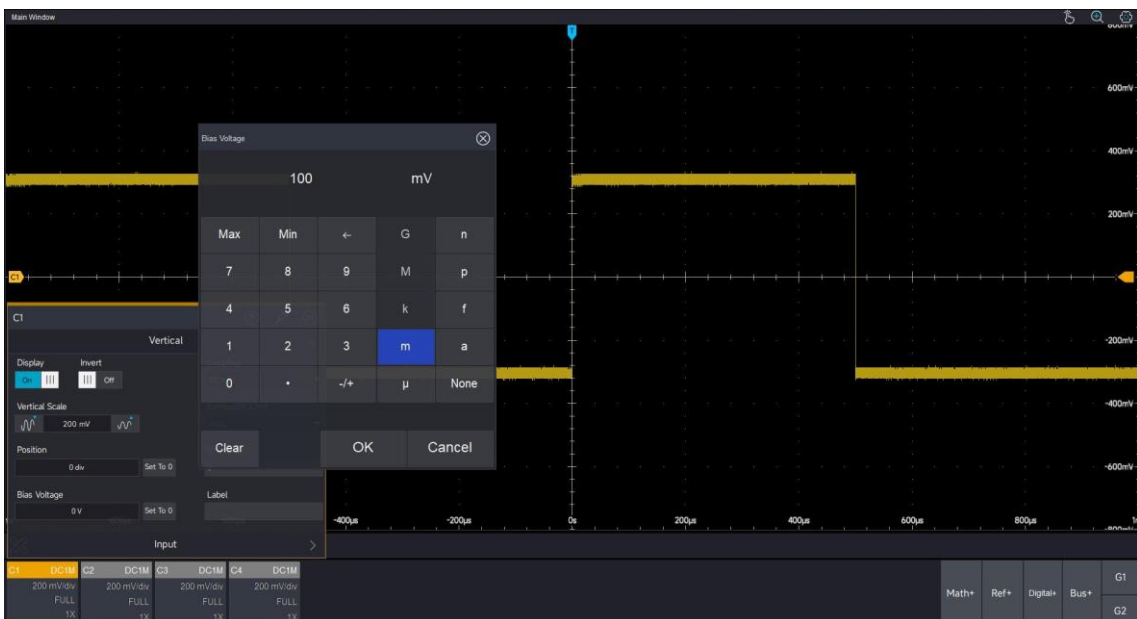
Установка нулевого положения: Нажмите вкладку "0" в меню канала, чтобы вернуть положение сигнала в центр экрана.

9.6 Напряжение смещения

Напряжение смещения указывает величину напряжения смещения для текущего канала и может быть задано с помощью цифровой клавиатуры. При установке данного параметра значение напряжения канала изменится, а форма сигнала будет соответственно смещена по вертикали.

Для установки напряжения смещения необходимо:

1. Коснуться дескриптора канала, для которого необходимо выполнить настройку.
2. В открывшемся меню коснуться числового значения в поле Bias Voltage и ввести значение смещения с помощью виртуальной цифровой клавиатуры.



3. При необходимости быстрого сброса значения смещения на ноль необходимо коснуться пункта **Set to 0**.

9.7 Выбор единиц измерения

Пользователь может задать произвольную единицу измерения вертикального масштаба с помощью цифровой клавиатуры. Установка различных единиц измерения позволяет адаптироваться к различным сценариям измерений. Например, при использовании токовых клещей для измерения силы тока следует установить единицы А/мА для удобства наблюдения.

Для изменения единицы измерения необходимо:

1. Коснуться дескриптора канала, для которого необходимо выполнить настройку.
2. В нижней части открывшегося меню выбрать вкладку **Input**.
3. Затем выбрать пункт **Spare Unit**.

9.8 Инвертирование входного сигнала

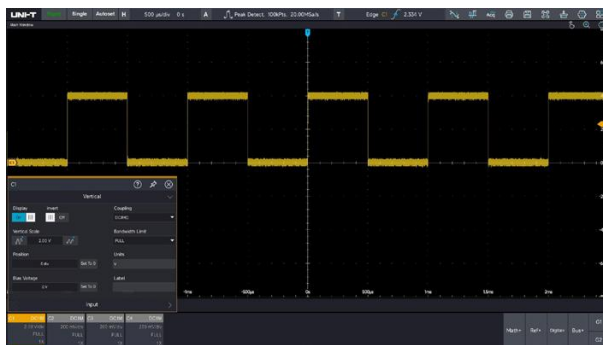
Когда для пункта меню **Invert** выбран параметр **On**, амплитудные значения входного сигнала инвертируются. При инвертировании изменяется отображаемая форма сигнала, настройки схемы синхронизации сохраняются.

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

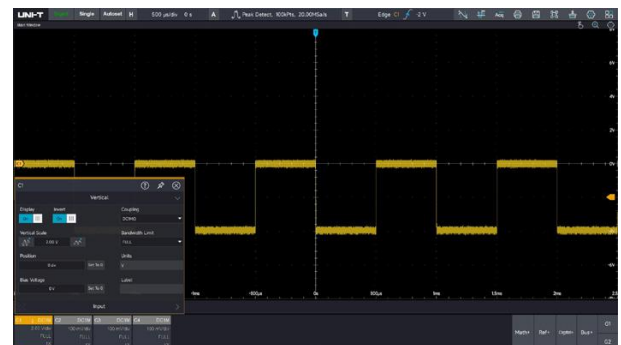
Для инвертирования входного сигнала необходимо:

1. Коснуться дескриптора канала, для которого необходимо выполнить настройку.
2. В открывшемся функциональном меню коснуться переключателя **Invert – On/Off** для включения или выключения инверсии сигнала.

При включении инверсии загорается соответствующий значок на дескрипторе канала:



Инверсия – ВЫКЛ



Инверсия - ВКЛ

9.9 Подпись метки канала

В левой части экрана осциллографа, расположена метка активного канала. По умолчанию подпись метки канала выключена, отображается только номер канала.

Для включения подписи метки канала необходимо:

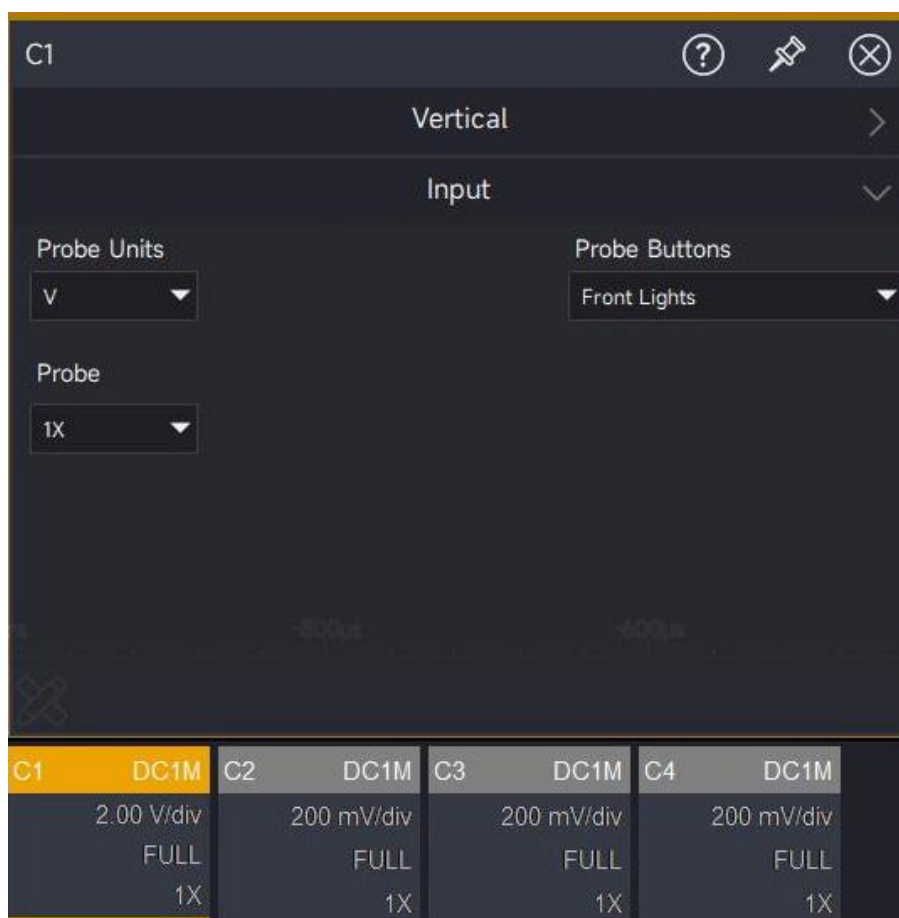
1. Коснуться дескриптора канала, для которого необходимо выполнить настройку.
2. В открывшемся функциональном меню необходимо дважды коснуться пустого текстового поля под пунктом меню **Label**.
3. Ввести подпись метки с помощью всплывающей виртуальной клавиатуры.
4. Затем выбрать пункт меню **Label Switch** для включения (**On**) или выключения (**Off**) подписи метки канала.

9.10 Выбор коэффициента деления пробника

Для соответствия настройке коэффициента деления пробника необходимо установить тот же коэффициент в меню управления каналом осциллографа.

- **Пример:** Если коэффициент деления пробника, подключенного к осциллографу, равен 10:1 (обозначается как "x10"), это означает, что пробник ослабляет измеряемый сигнал в 10 раз перед подачей на вход осциллографа. Следовательно, **коэффициент деления в меню канала осциллографа также должен быть установлен в x10**. Это указывает осциллографу умножить полученный сигнал в 10 раз, чтобы обеспечить корректное отображение амплитуды напряжения на экране.
- **Доступные коэффициенты:** в меню настроек канала можно выбрать коэффициенты **x1, x10, x100** или **Custom** (Пользовательские настройки).

Внимание: Если осциллограф подключен к пробнику со специальным контактом определения коэффициента деления (который использует резисторы с разным сопротивлением для обозначения разных коэффициентов), осциллограф автоматически распознает коэффициент деления пробника и устанавливает соответствующее значение в настройках канала.



Для включения подписи метки канала необходимо:

1. Коснуться дескриптора канала, для которого необходимо выполнить настройку.
2. В открывшемся функциональном меню необходимо коснуться вкладки **Input**.
3. На следующей странице меню коснуться пункта **Probe** и в выпадающем меню выбрать необходимый коэффициент деления.

9.11 Мульти-оконный дисплей

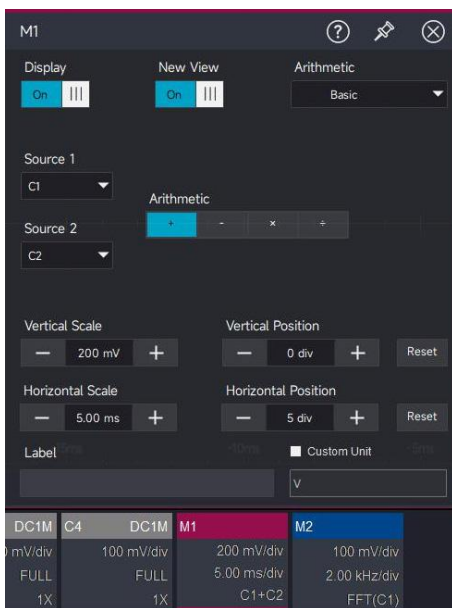
Независимое окно отображения активируется путем нажатия на меню соответствующего канала. Ниже приведены функции, которые могут быть выведены для отображения в отдельном окне:

- математическими операциями (Math);
- опорные осциллограммы (Ref);
- логические каналы (Digital);
- декодирование сигналов (Bus).

При активации независимого окна в нижней части экрана добавляется соответствующая горизонтальная разделительная линия. Для каждого окна значения **коэффициента развертки (Horizontal Scale)** и **коэффициента отклонения (Vertical Scale)** отображаются независимо.

Пример активации независимого окна для канала математики:

1. Коснитесь в нижней правой части экрана иконки Math+.
2. Откроется меню настроек канала математики M1.



3. В открывшемся меню коснитесь переключателя New View для отображения канала математики в новом окне.



10 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 горизонтальный масштаб и положение осциллограмм. Горизонтальный центр экрана – временная точка начала отсчета для осциллограмм. Изменение коэффициента развертки (горизонтального масштаба) приводит к растягиванию или сжатию осциллограммы относительно центра экрана. Регулятор горизонтального положения изменяет положение осциллограмм относительно момента запуска.

Изменение коэффициента развертки доступно тремя способами: с помощью органов управления на передней панели, через сенсорный экран и с помощью жестов.



1. Управление с передней панели:

Регулировка осуществляется поворотом ручки регулятора **Scale** в поле **Horizontal**. Установка значения происходит по стандартной последовательности **1-2-5**.

- **Поворот по часовой стрелке** — уменьшает значение коэффициента развертки (увеличивает детализацию сигнала).
- **Поворот против часовой стрелки** — увеличивает значение коэффициента развертки (показывает более протяженный участок сигнала). Текущее значение коэффициента развертки отображается в верхнем левом углу экрана и изменяется в реальном времени при вращении ручки.

2. Управление через сенсорный экран:

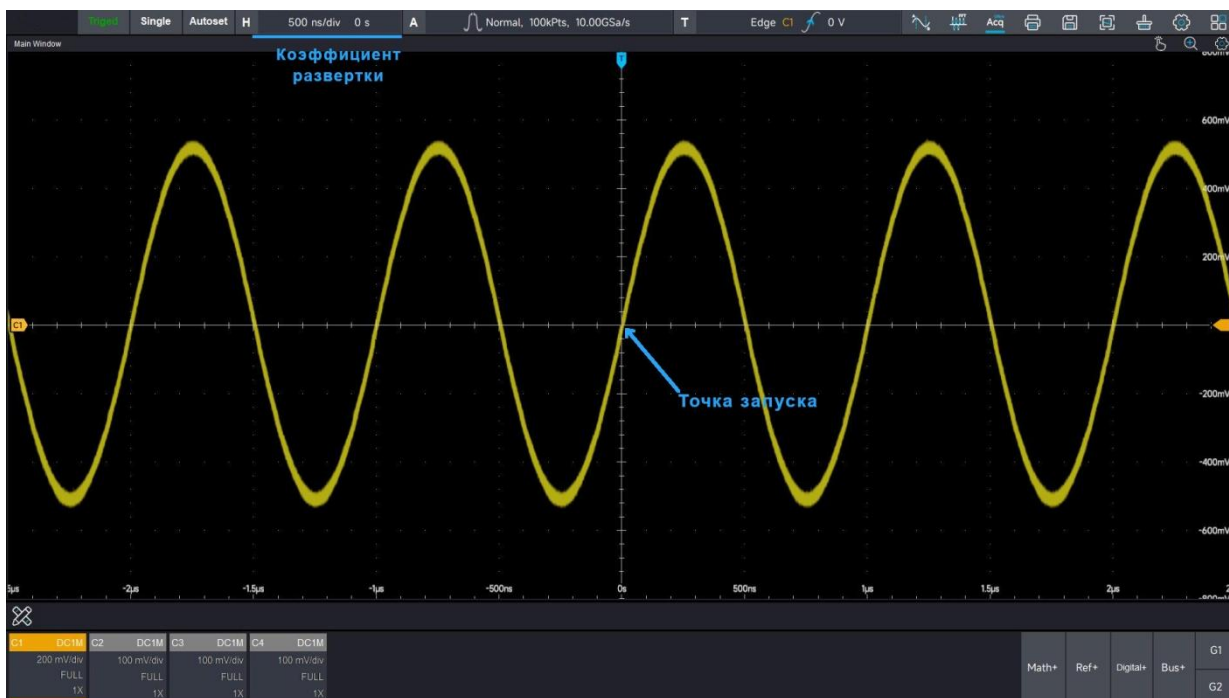
Коснитесь значения коэффициента развертки в верхнем левом углу экрана, чтобы открыть окно настройки. В нем используйте кнопки:

-  — для увеличения значение коэффициента развертки.
-  — для уменьшения значение коэффициента развертки.

Также можно напрямую коснуться числового значения коэффициента развертки, чтобы вызвать цифровую клавиатуру для ввода точного значения.

Внимание!

Изменение значения коэффициента развертки всегда выполняется в последовательности **1-2-5**. Даже при прямом вводе значения осциллограф автоматически округлит его до ближайшего допустимого значения в этой последовательности.



3. Управление через сенсорный экран:

Изменение коэффициента развертки для активного канала выполняется с помощью жеста сжатия.

При изменении горизонтальной развертки форма сигнала будет растягиваться или сжиматься относительно положения точки запуска.

10.1 Горизонтальная задержка

Горизонтальная задержка также известна как горизонтальное смещение, то есть точка синхронизации перемещается влево и вправо относительно центра экрана. Регулировка горизонтального смещения возможна тремя способами: с помощью органов управления на передней панели, через сенсорный экран и с помощью жестов.

1. Управление с передней панели:



Регулировка осуществляется поворотом ручки регулятора **Position** в поле **Horizontal**.

- **Поворот по часовой стрелке** — перемещает форму сигнала влево.
- **Поворот против часовой стрелки** — перемещает форму сигнала вправо.

При регулировке горизонтальной задержки значение на экране **вверху слева** отображается в реальном времени. Нажатие на ручку регулятора **Position** сбрасывает горизонтальную задержку в ноль.

2. Управление через сенсорный экран:

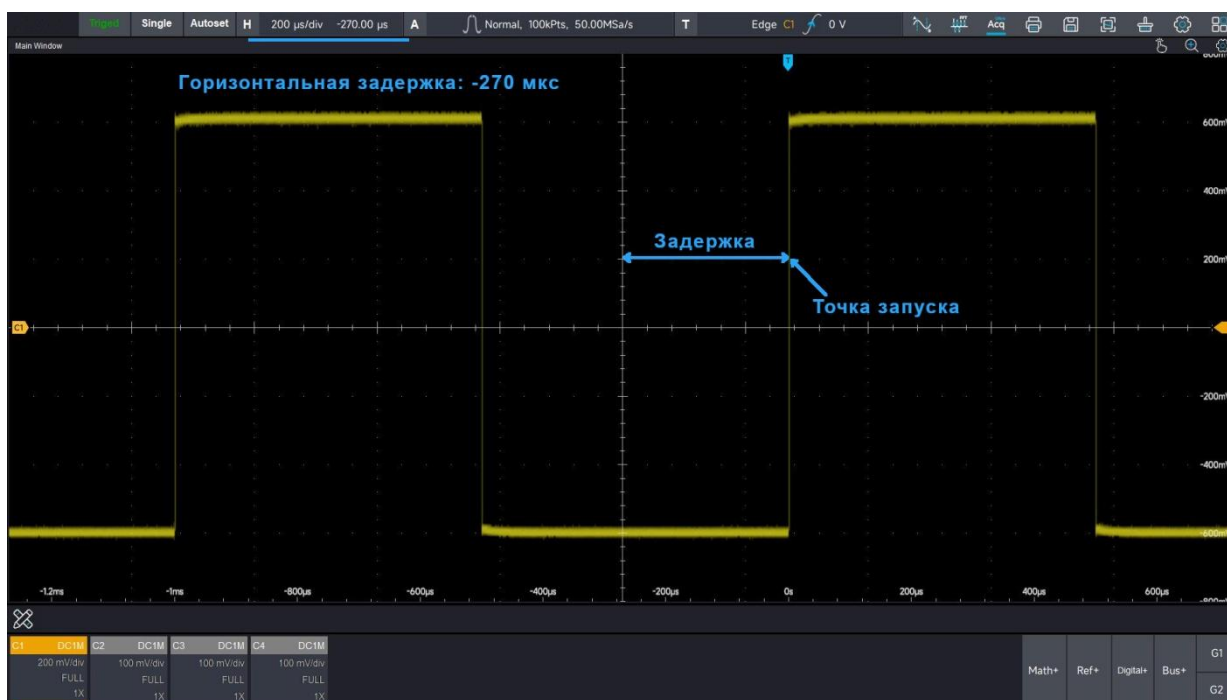
Коснитесь значения коэффициента развертки в верхнем левом углу экрана, чтобы открыть окно настройки. В нем используйте кнопки:

-  — для перемещения сигнала вправо.
-  — для перемещения сигнала влево.

Также можно напрямую коснуться числового значения задержки в поле **Delay**, чтобы вызвать цифровую клавиатуру для ввода точного значения.

Нажатие кнопки **Set to 0s** выполняет сброс задержки в нулевое положение

Внимание: Положительное значение указывает на смещение горизонтальной задержки влево, отрицательное значение указывает на смещение вправо.



При изменении горизонтальной задержки форма сигнала будет смещаться влево и вправо вслед за точкой синхронизации.

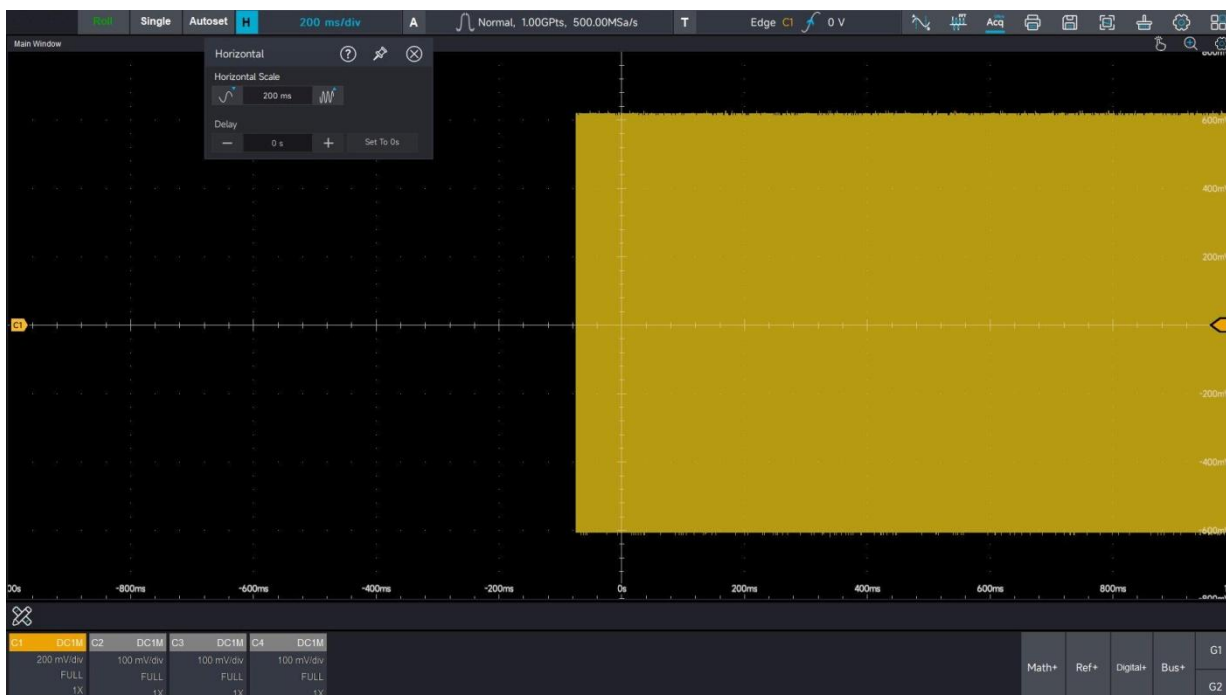
3. Управление через сенсорный экран:

После выбора канала, используя сенсорный жест, коснитесь формы сигнала и сдвигайте её влево/вправо для изменения задержки сигнала.

10.2 Режим Самописца (ROLL)

Для перевода включения функции перевода осциллографа в режиме самописца (Roll) необходимо установить значение коэффициента развертки на 50 мс/дел или медленнее.

В режиме самописца осциллограмма медленно отображается на экране с права на лево, как это показано на рисунке ниже. 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.



Режим самописца рекомендуется использовать для исследования низкочастотных сигналов и имитации ленточного самописца. Режим связи входа канала рекомендуется установить в положение **DC**.

11 СБОР ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ ЗАПУСКОМ

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.

11.1 Управление запуском

Для запуска/остановки сбора информации необходимо использовать кнопки **Run/Stop** или **Single**, в поле Trigger, на передней панели прибора.

- Свечение кнопки **Run/Stop** зеленым цветом означает, что сбор информации запущен, данные отобразятся на экране прибора при выполнении условия синхронизации. Для остановки сбора данных необходимо нажать кнопку **Run/Stop**. После остановки сбора данных на экране отобразится последняя захваченная осциллограмма.
- Свечение кнопки **Run/Stop** красным цветом означает, что сбор информации остановлен. В верхнем левом углу отображается иконка **Stop**. Для запуска сбора информации необходимо повторно нажать кнопку **Run/Stop**.
- Что бы выполнить однократный захват данных (за запуском и остановкой после заполнения памяти) необходимо нажать кнопку **Single**. После нажатия кнопки **Single** осциллограф ждёт выполнения условий запуска. При их выполнении осциллограф регистрирует одну форму сигнала и останавливается. Повторный однократный запуск возможен при нажатии на кнопку **Single**.

В режиме однократного запуска система синхронизации переходит в режим **Normal**, что бы исключить немедленный старт сбора информации как в режиме Авто. После нажатия кнопки **Single** в верхнем левом углу отображается иконка **Ready**, это означает что осциллограф находится в стадии ожидания запускающего заданного пользователем. При обнаружении сигнала удовлетворяющего условиям запуска отображается иконка **Triged**, в этот момент осциллограф выполняет захват информации.

11.2 Выборка

11.2.1 Теория выборки

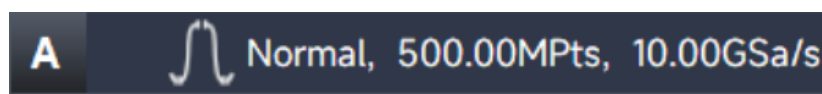
Частота Котельникова (Найквиста)

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.

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

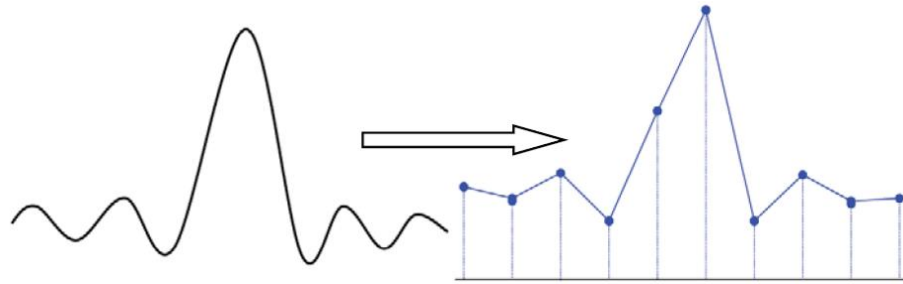
11.2.2 Стандартная выборка

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 10 Гвыб в секунду в одноканальном режиме, до 5 Гвыб/с при двух активных каналах и до 2,5 Гвыб/с на канал. Текущее значение частоты дискретизации отображается в верхней части экрана. Для изменения частоты дискретизации необходимо повернуть регулятор управления коэффициентом развертки **Scale** в поле **Horizontal**.

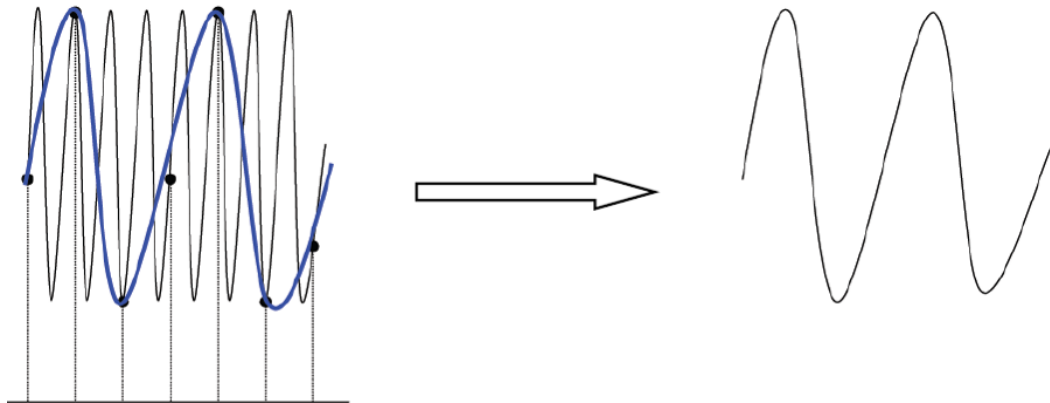


Ниже рассмотрены случаи искажения входного сигнала при слишком низкой частоте дискретизации.

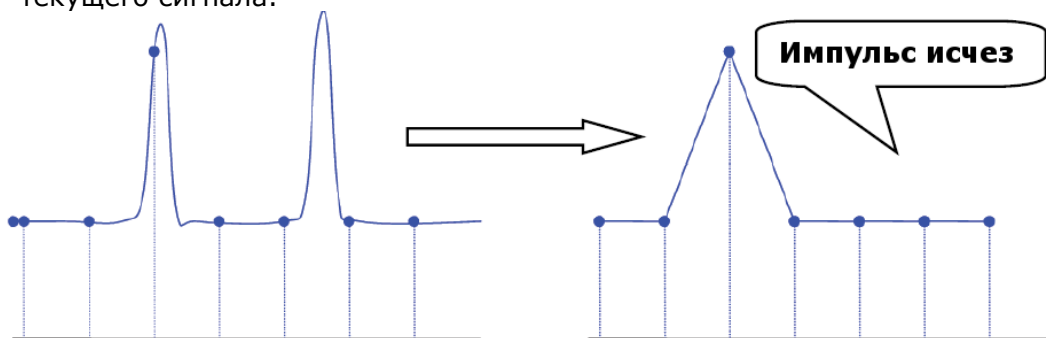
- **Искажение осциллограммы:** когда частота дискретизации слишком низка, то некоторые параметры входного сигнала теряются и отображаемая на экране осциллограмма может сильно отличаться от реального сигнала.



- **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.



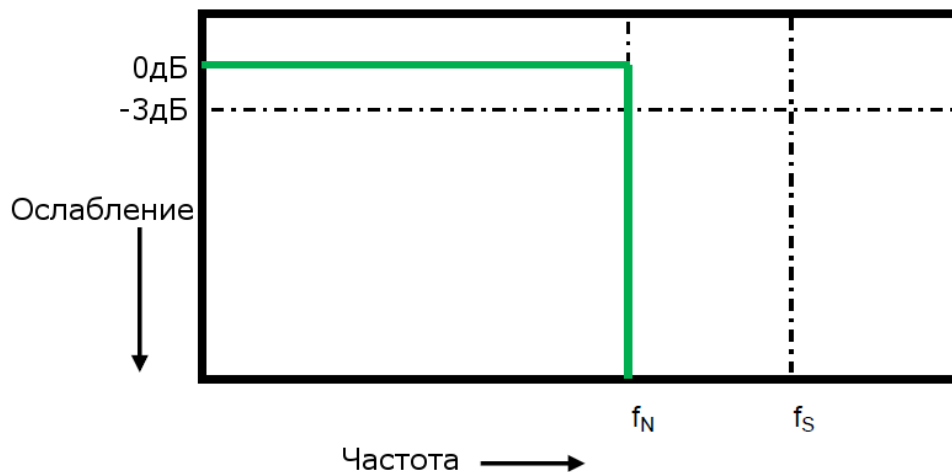
- **Потеря информации:** когда частота дискретизации слишком низка, сигнал восстановленный из выборок данных не отражает полную информацию текущего сигнала.



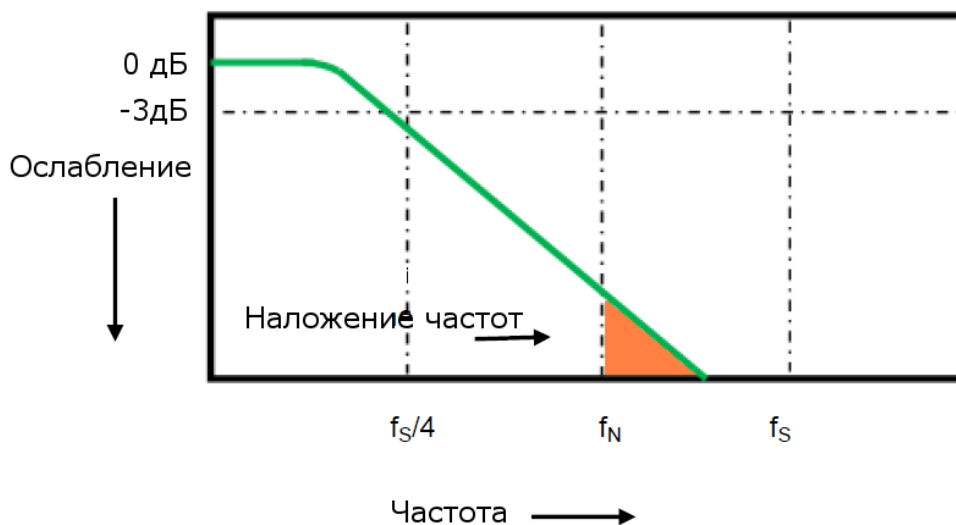
11.2.3 Частота дискретизации и полоса пропускания

Полоса пропускания осциллографа, это частота при которой амплитуда входного сигнала, поддерживаемой стабильной по уровню, уменьшится на экране осциллографа на 3 дБ (- 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, свыше 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 полосе 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.

11.3 Дискретизации в реальном времени

Осциллографы серии АК ИП-4152 работают только в режиме дискретизации в реальном времени. Максимальная частота дискретизации составляет 10 Гвыб/с.

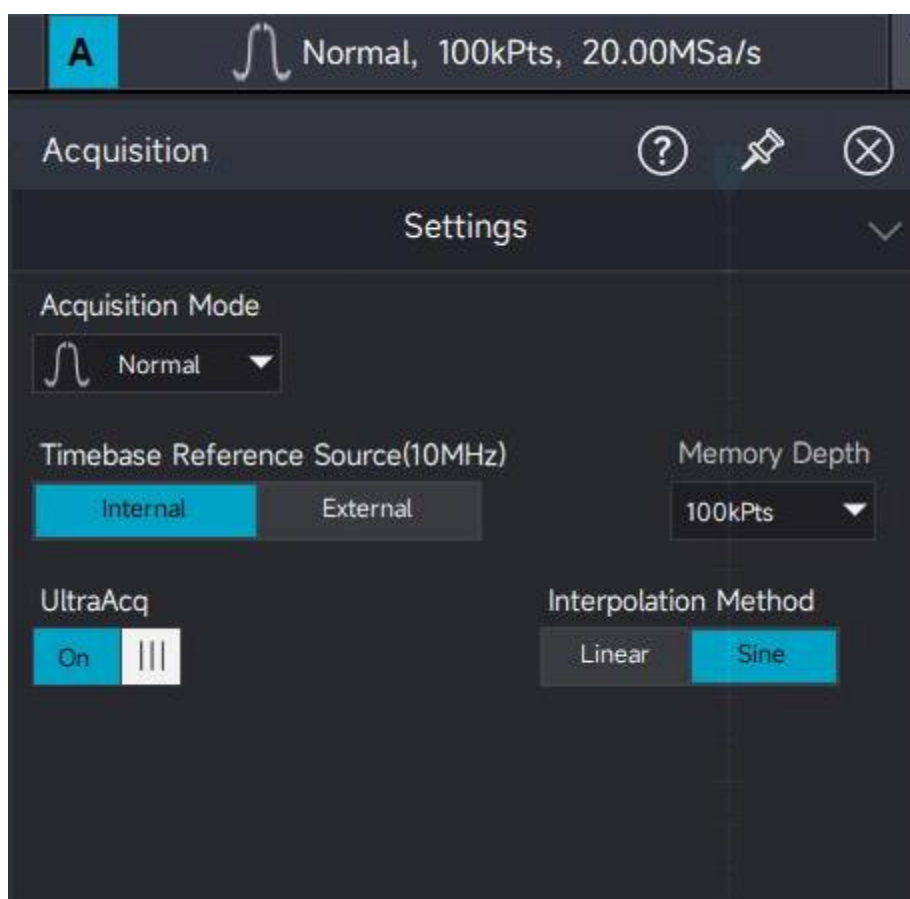
Дискретизация в реальном времени — это последовательность отсчетов напряжения входного сигнала, взятых через равные промежутки времени. Это также последовательность измеренных значений, связанных с одним запускающим синхроимпульсом. Дискретизация обычно останавливается по регистрации определенного количества отсчетов после запускающего синхроимпульса: это количество определяется установленной задержкой синхронизации и измеряется разверткой. Запускающий синхроимпульс служит нулевой точкой для определения горизонтального положения осциллограммы.

Поскольку каждый входной канал прибора имеет собственный АЦП (аналого-цифровой преобразователь), выборка и измерение значений напряжения на каждом канале происходит одновременно. Это позволяет выполнять очень надежные относительные временные измерения между каналами.

При быстрой развертке используется максимальная частота дискретизации для однократной оцифровки. При более медленной развертке частота дискретизации уменьшается, а количество отсчетов сохраняется.

11.4 Способ сбора информации

Для выбора способа сбора информации необходимо коснуться области отображения частоты дискретизации в верхней части экрана выбрать пункт **Acquisition**. В выпадающем списке выбрать один из режимов сбора данных: **Normal/Выборка**, **Peak/Пиковый Детектор**, **High Resolution/Высокое Разрешение**, **Average/Усреднение**, **Envelope/Огибающая**.



1) Normal/Выборка

Стандартная выборка – обычная дискретизация в реальном масштабе времени. В режиме стандартной выборки осциллограф записывает каждую точку, полученную в результате каждого интервала дискретизации. Режим стандартной выборки устанавливается по умолчанию при включении осциллографа.

2) **Peak Detect/Пиковый Детектор**

Режим «Пикового детектора» используется для обнаружения всплесков малой длительности 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.

3) **High Res/Высокое Разрешение**

Данный режим основан 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.

4) **Envelope/Огибающая**

При сборе множества сигналов для всех соответствующих точек синхронизации вычисляются и отображаются максимальные и минимальные значения в одних и тех же точках выборки. В общем режиме огибающей для каждого отдельного сбора данных используется режим детектирования пиков. Максимальное количество огибающих — 65536.

5) **Average/Усреднение**

Усреднение — это многократное сложение последовательных записей осциллограмм с неодинаковым весом. Всего возможно усреднение 65536 раз. 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.

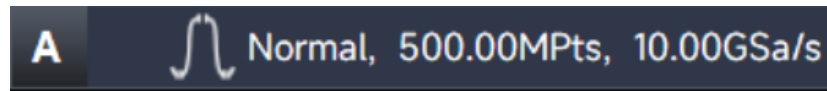
Примечания: способы сбора информации **Average** и **High Resolution** используют разные методы усреднения. **Average** — это усреднение по нескольким выборкам, **High Resolution** — усреднение по одной выборке.

11.5 Выбор длины памяти

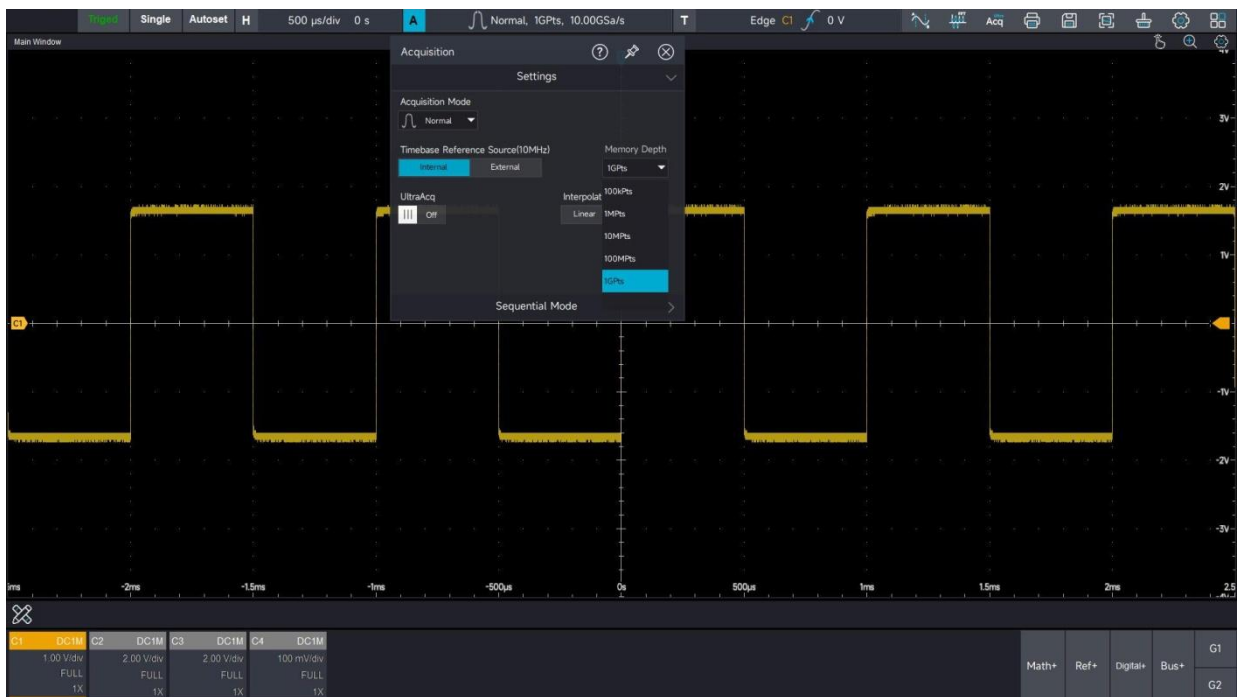
В осциллографах серии АКИП-4152 максимальный объем памяти осциллографа составляет 250 МБ на канал (500 МБ при объединении каналов или 1 ГБ при одном активном канале)*. Глубина памяти обозначает количество точек сигнала, которые осциллограф может захватить за один запуск.

* Максимальный объем памяти 500 МБ на канал доступен при следующих комбинациях активных каналов: КАН1+КАН3, КАН2+КАН3, КАН1+КАН4, КАН2+КАН4. При активации КАН1+КАН2 или КАН2+КАН3 максимальный объем памяти составит 250 МБ на канал.

Для выбора длины памяти необходимо коснуться области с указанием длины памяти и частоты дискретизации расположенной в верхней части экрана.



В открывшемся меню выбрать пункт **Memory** и в выпадающем списке выбрать один из вариантов длины памяти. Доступны следующие варианты выбора: Auto, 100кPts, 1MPts, 10MPts, 100MPts, 1GPts.



При выборе памяти Auto осциллограф будет подбирать оптимальный объем памяти, в зависимости от частоты дискретизации

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

Длина памяти = частота дискретизации (выб. в сек.) x длина осциллограммы (с/дел x дел)

12 СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ

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-4152 обладают развитой системой синхронизации, обеспечивающей следующие условия запуска: по фронту, по ранту, по параметрам окна, по N-ому положительному или отрицательному фронту, по шаблону (логические условия), отложенный запуск, по заданной последовательности (протоколы данных), ТВ-синхронизация и др.

Ниже в таблице представлен перечень поддерживаемых протоколов для синхронизации и декодирования данных.

Наименование	Протоколы	Доступность
Синхронизация и декодирование ПК данных по последовательной шине	RS-232/422/485/UART	Стандартно
Синхронизация и декодирование данных по последовательной шине встроенных систем	I ² C, SPI	Стандартно
Синхронизация и декодирование данных по автомобильным последовательным шинам	CAN, LIN	Стандартно
Синхронизация и декодирование данных по автомобильным последовательным шинам	CAN-FD	Опция
Синхронизация и декодирование данных по автомобильным последовательным шинам	FlexRay	Опция
Синхронизация и декодирование данных по последовательным шинам автомобильных датчиков	SENT	Опция
Синхронизация и декодирование аудио данных по последовательным шинам	Audio, LJ, RJ, TDM	Опция
Синхронизация и декодирование последовательных шин для протоколов, используемых в аэрокосмической промышленности	MIL-STD-1553, ARINC 429	Опция

Для доступа в меню настроек синхронизации пользователю доступно два варианта действий:

1. Нажать кнопку **Menu** в поле **Trigger** на передней панели прибора.
2. Коснуться области "Т" с параметрами синхронизации расположенной в верхней части экрана.



12.1 Общие настройки схемы синхронизации

12.1.1 Источник синхронизации

В качестве источника синхронизации в осциллографах серии АК ИП-4151 может быть выбран аналоговый канал (**C1, C2, C3, C4 / КАН1, КАН2, КАН3, КАН4**), канал внешней синхронизации (**EXT / ВНЕШ**), цифровые каналы (**D0 - D15**), или может быть выполнена синхронизация от сети питания (**AC Line / Сеть**).

Для выбора источника синхронизации необходимо находясь в меню настроек синхронизации выбрать пункт **Source** и в выпадающем списке выбрать источник синхронизации.

Выбранный источник синхронизации отображается в области "Т" расположенной в верхней части экрана.



Аналоговый вход:

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

Вход внешней синхронизации:

Внешний источник запуска может быть использован для подачи внешнего запускающего сигнала на разъем **Ext Trig**, на задней панели прибора, в том случае когда аналоговые каналы используются для сбора данных. Входной уровень сигнала внешнего запуска должен быть в диапазоне от -1 В до +1 В.

Цифровой вход:

При подключенном опциональном логическом пробнике, станут доступны цифровые каналы для выбора в качестве источника синхронизации. Выберите один из цифровых каналов, в качестве источника синхронизации.

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.

Вход Aux In:

Тактовый сигнал, подаваемый через интерфейс Aux In, используется в качестве источника сигнала запуска для синхронизации тактовых сигналов между двумя или более приборами.

12.1.2 Режимы работы развертки

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

- автоматический;
- ждущий;
- однократный.

Для выбора режима работы развертки необходимо находясь в меню настройки синхронизации выбрать коснуться одной из следующих кнопок рядом с пунктом меню **Mode: Auto/Авто, Normal/Ждущий** и **Single/Однокр.** Или использовать соответствующие кнопки **Auto**, **Normal** и **Single** на передней панели прибора в области **Trigger**.

Так же выбрать режим работы развертки можно нажав циклично нажимая кнопку **Mode** на передней панели прибора в поле **Trigger**. При переключении на передней или при выборе в меню соответствующего режима работы развертки, на передней панели будет подсвечено обозначение зеленым цветом обозначение выбранного режима.

Auto (Авто): 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 становится стабильным. Любой фактор, вызывающий нестабильность формы сигнала, может быть обнаружен в режиме автоматического запуска, например, при проверке выхода источника питания.


Примечание: при установке горизонтальной развертки 50мс/дел и медленнее, осциллограф переходит в режим самописца (ROLL), без реагирования на сигналы запуска.

Normal (Ждущий): ждущий режим переводит осциллограф в режима 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.

Single (Однократный): в режиме однократного запуска после нажатия кнопки **Single** осциллограф ждёт выполнения условий запуска. При их выполнении осциллограф регистрирует одну форму сигнала и останавливается. Повторный однократный запуск возможен при нажатии на кнопку **Single**.

12.1.3 Уровень запуска

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

Уровень запуска отображается в виде пунктирной горизонтальной линии, которая отображается при изменении настроек. А так же в виде маркера  расположенного в правой части экрана.



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

Пользователь может установить уровень запуска, для выбранного аналогового канала, поворачивая кнопку-регулятор **Level** в поле **Trigger**.

При нажатии кнопки-регулятора **Level**, происходит установка уровня сигнала запуска на 50 % амплитуды осциллограмм.

Или находясь в меню настроек синхронизации выбрать текстовое поля рядом с пунктом **Level** для изменения уровня запуска с помощью кнопок "+" или "-". Двойное касание текстового поля для ввода значения с помощью виртуальной цифровой клавиатуры.

Регулировка уровня запуска недоступна, если источником сигнала синхронизации выбрана **AC Line**.

12.1.4 Установка вида связи схемы синхронизации

Вид связи – способ подключения сигнала на вход схемы запуска.

Для выбора вида связи схемы синхронизации необходимо находясь в меню настройки синхронизации выбрать поле рядом с пунктом **Coupling** и в выпадающем меню выбрать вид связи входа схемы синхронизации.

В осциллографах серии АКП-4152 предусмотрены следующие виды связи схемы синхронизации.

- Фильтр переменной составляющей (**AC**) – блокирует компоненты постоянной составляющей сигнала, обеспечивает прохождение в тракт синхронизации только переменных сигналов.
- Фильтр постоянной составляющей (**DC**) – обеспечивает прохождение в тракт синхронизации всех частот без дополнительной фильтрации.
- Фильтр ВЧ (**HF reject**) – обеспечивает прохождение в тракт синхронизации частот ниже 1 МГц.
- Фильтр НЧ (**LF reject**) – обеспечивает прохождение в тракт синхронизации частот выше 1 МГц.
- Подавление шума (**Noise Reject**) – ослабляет высокочастотный шум в сигнале, чтобы снизить вероятность ошибки запуска осциллографа.

12.1.5 Удержание запуска

Функция удержания запуска — 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 80 нс до 10 с. Отсчет времени удержания начинается заново после каждого запуска.

Источник синхронизации: положительный фронт

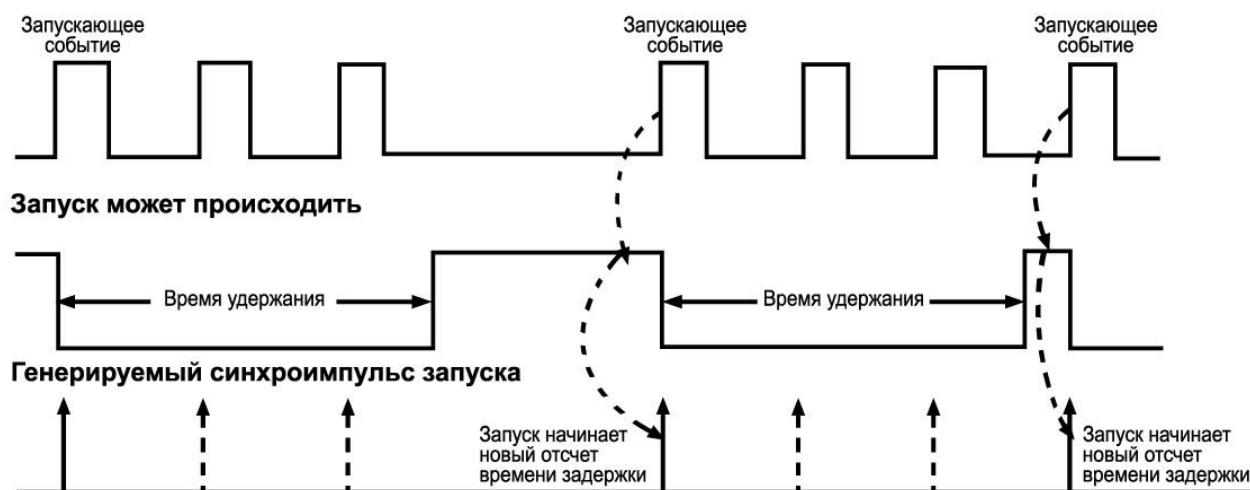


Рис. 12-1 Принцип работы удержания запуска

Для выбора корректного времени удержания запуска необходимо:

1. Нажать кнопку **Run/Stop** на передней панели прибора, для остановки сбора информации. Используя регулятор **Position** горизонтальной развертки найти повторяющуюся часть сигнала. Выполнить измерение времени между повторяющимися участками сигнала с помощью курсоров.
2. Задать время удержания запуска.
3. Войти в меню настроек синхронизации и используя кнопки "+" или "-" рядом с пунктом **Holdoff Time** (расположен в нижней части окна меню), задать значение удержания. Или коснуться текстового поля, для ввода конкретного значения с помощью виртуальной цифровой клавиатуры.

12.1.6 Предзапуск и послезапуск

Собранные данные до/после события синхронизации.

Положение маркера запуска обычно устанавливается в горизонтальном центре экрана, пользователь может наблюдать 7 делений экрана предзапуска и 7 делений послезапуска. Пользователь может перемещать форму сигнала по горизонтали, чтобы просмотреть больше информации предзапуска. Наблюдая данные предзапуска, можно наблюдать форму сигнала до его генерации. Например, захватив сбой в начале цепи, наблюдая и анализируя данные о предварительном запуске, чтобы выяснить причину сбоя.

12.1.7 Форсированный запуск

Нажмите клавишу **Force** на передней панели прибора, для выполнения принудительной синхронизации, сбора данных и отображения осциллограммы на экране. Так же данное действие можно выполнить коснувшись кнопки **Force** в меню настройки синхронизации.

Если при подаче входного сигнала на аналоговый вход осциллографа, в режиме **Normal** или **Single** синхронизация не выполняется, осциллограмма не выводится на экран прибора, то можно нажать кнопку **Force**. В этом случае произойдет принудительная синхронизация, сбор данных и вывод сигнала на экран прибора, для проверки корректности настройки схемы запуска.

12.2 Виды синхронизации

12.2.1 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.

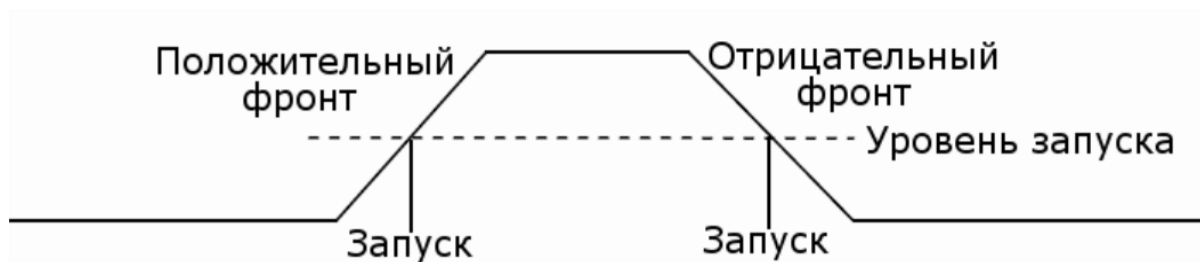


Рис. 12-2 Схема синхронизации по фронту

1. Находясь в меню настроек синхронизации коснуться поля под пунктом **Type** и в выпадающем меню выбрать пункт **Edge**, для выбора синхронизации по фронту.

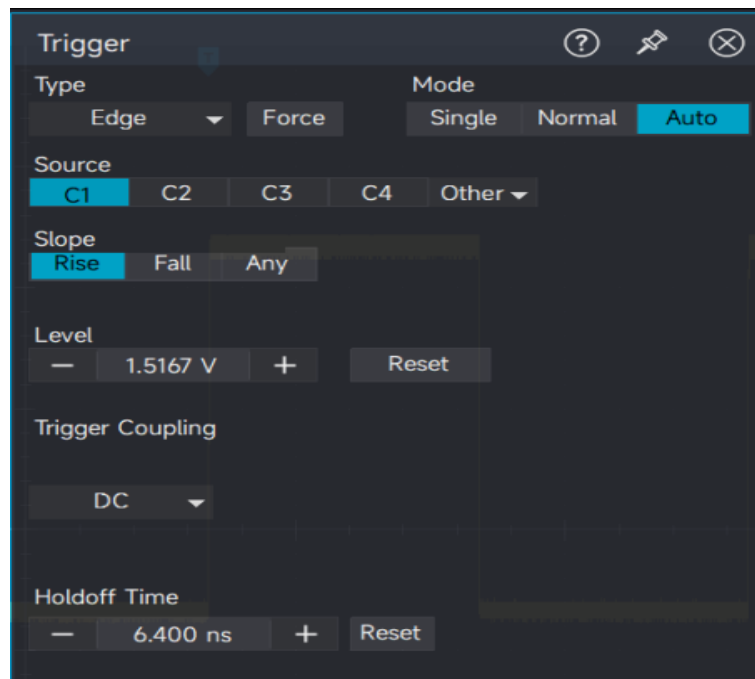


Рис. 12-3 Меню синхронизации по фронту

2. Выбрать необходимый режим работы развертки: **Auto**, **Normal** или **Single**.
3. Выбрать источник сигнала синхронизации. Для режима синхронизации по фронту доступны следующие варианты источников: **C1 ... C4**, канал внешней синхронизации (**EXT**), цифровые каналы (**D0 - D15**), синхронизация от сети питания (**AC Line**) или вход **Aux In**.
4. Выбрать поле **Slope** выбрать тип синхронизации: положительным фронтом (**Rise**), отрицательным фронтом (**Fall**) или синхронизацию по любому фронту (**Any**), который обнаружен первым.
5. Повернуть регулятор **Position** на передней панели, в поле управления синхронизацией, для установки уровня запуска.
6. Поддерживаемые в данном виде синхронизации виды связи (**Coupling**): AC, DC, HF reject, LF reject, Noise Reject.

12.2.2 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.

Длительность отрицательного импульса

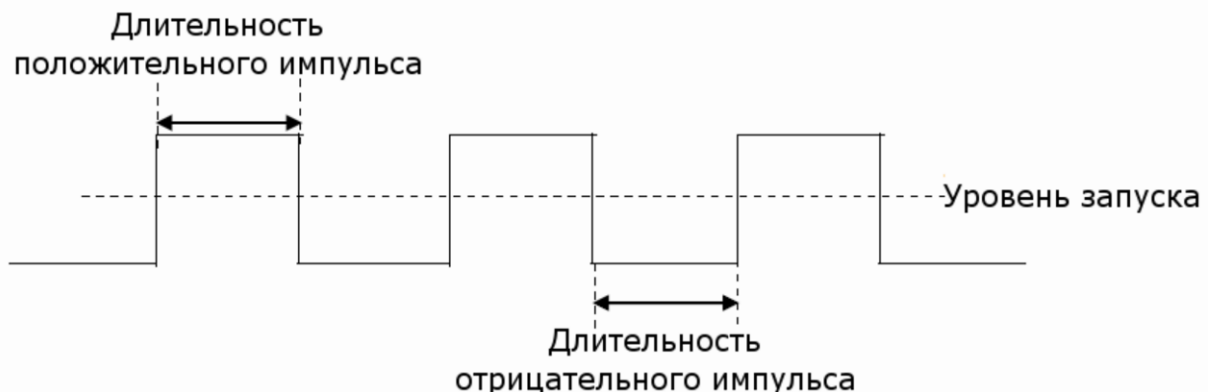


Рис. 12-4 Схема синхронизации по длительности импульса

1. Находясь в меню настроек синхронизации коснуться поля под пунктом **Type** и в выпадающем меню выбрать пункт **Pulse Width**, для выбора синхронизации по длительности импульса.

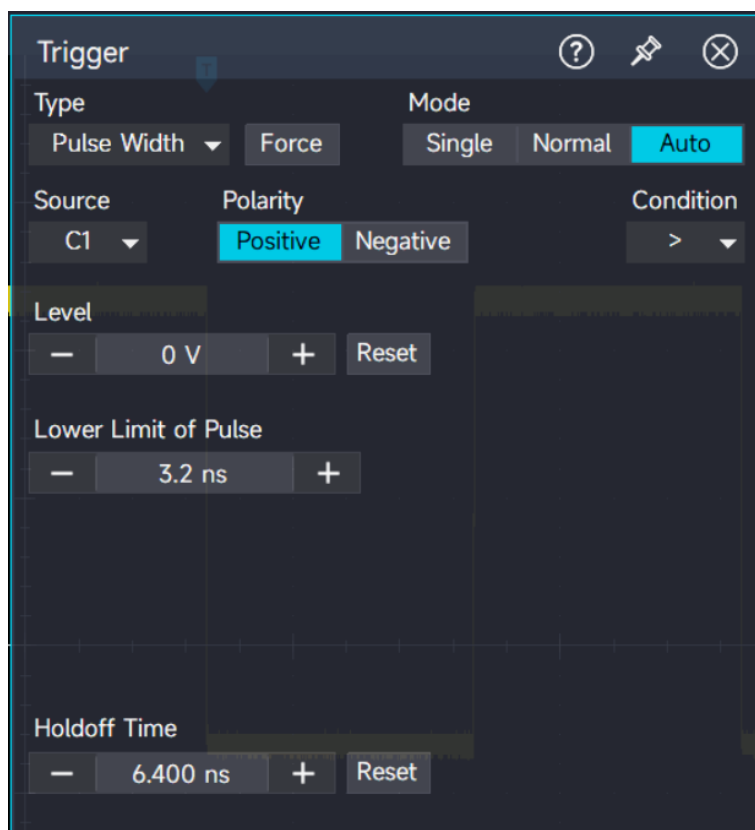


Рис. 12-5 Меню синхронизации по длительности импульса

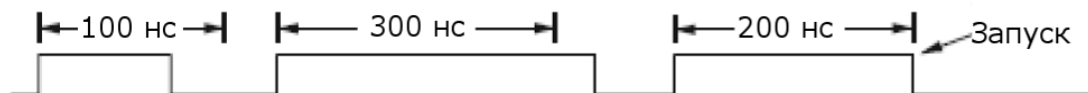
2. Выбрать необходимый режим работы развертки: **Auto**, **Normal** или **Single**.
3. Выбрать источник сигнала синхронизации. Для режима синхронизации по длительности импульса доступны следующие варианты источников: **C1 ... C4**, цифровые каналы (**D0 - D15**).
4. Повернуть регулятор **Position** на передней, в поле управления синхронизацией, для установки уровня запуска.
5. Коснуться переключателя **Polarity** для выбора полярности импульса по которому будет выполняться синхронизация **Positive/Положительная** или **Negative/Отрицательная**.
6. Выбрать условие синхронизации, коснувшись нужного поля под пунктом **Condition**:
 - **>** - Длительность импульса больше заданного значения.
 - Пример: при установке условия **> 100 нс**, запуск произойдет при обнаружении импульса с длительностью более 100 нс.



- **<** - Длительность импульса меньше заданного значения. Пример: при установке условия **< 100 нс**, запуск произойдет при обнаружении импульса с длительностью менее 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.



7. В зависимости от выбранного условия задать верхнее или нижнее значение (**Upper/Lower**). Коснувшись поля рядом с пунктом **Upper** или **Lower**. Установка выполняется с помощью ручки универсального регулятора. При необходимости ввода значения с помощью виртуальной цифровой клавиатуры, дважды коснитесь поля ввода значения. Диапазон установки от 3,2 пс до 10 с.

12.2.3 Синхронизация по параметрам ТВ сигнала

В этом режиме схема синхронизации дает возможность синхронизации полного телевизионного сигнала, выбора полярности видео сигнала, выбора системы цветного телевидения, выбора ТВ-строки, и ТВ поля. Осциллографы АКИП-4151 поддерживают синхронизацию по следующим типам цветного телевидения: NTSC, PAL и SECAM.

1. Находясь в меню настроек синхронизации коснуться поля под пунктом **Type** и в выпадающем меню выбрать пункт **Video**, для выбора синхронизации по параметрам ТВ сигнала.
2. Выбрать необходимый режим работы развертки: **Auto**, **Normal** или **Single**.
3. Выбрать источник сигнала синхронизации. Для режима синхронизации по параметрам ТВ сигнала в качестве источника сигнала запуска доступны только аналоговые каналы **C1 ... C4**.
4. Повернуть регулятор **Position** на передней, в поле управления синхронизацией, для установки уровня запуска.

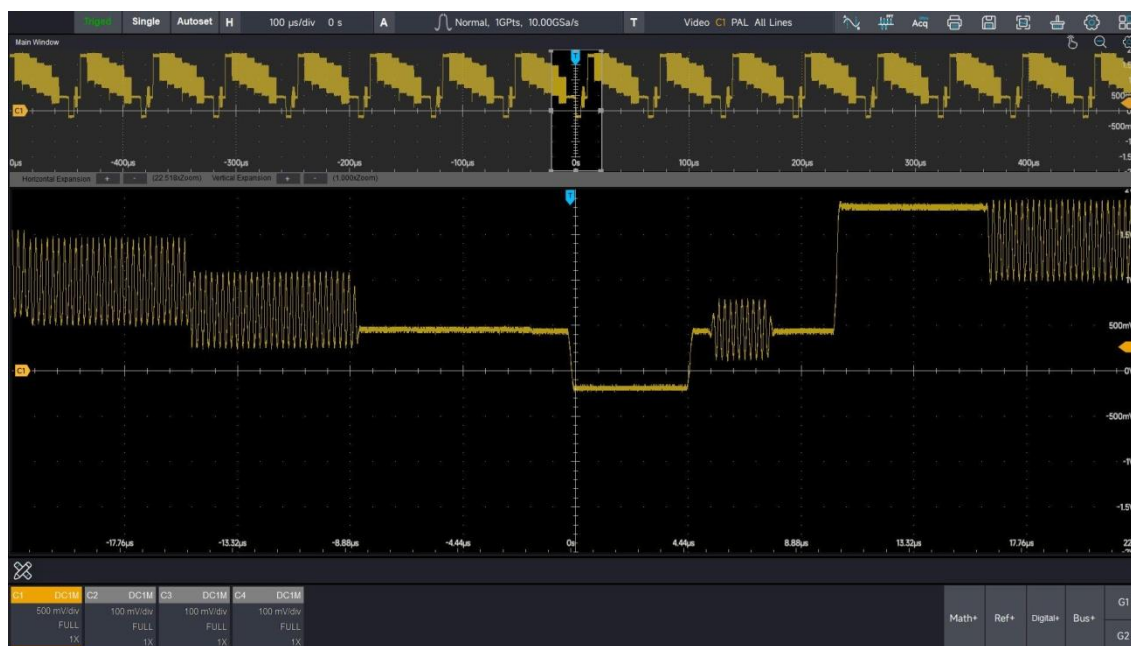


Рис. 12-6 Пример синхронизации по параметрам ТВ сигнала

5. Для выбора формата видео необходимо коснуться пункта меню **Standard** и в выпадающем меню выбрать требуемый формат видео. Осциллографы серии АКИП-4152 поддерживают следующие виды видео стандартов:
 - PAL: Частота кадров - 25 кадров в секунду, строка телевизионной развертки - 625 строк, нечетное поле находится спереди, а четное поле — сзади.
 - NTSC: Частота полей - 60 полей в секунду, частота кадров - 30 кадров в секунду. Строка телевизионной развертки - 525 строк. Четное поле находится спереди, а нечетное поле — сзади.
6. Выбрать условие синхронизации, коснувшись поля под пунктом **Sync** и в выпадающем списке выбрать:

- **Even field/Четное поле:** синхронизация выполняется по четному полю видеосигнала.
- **Odd field/Нечетное поле:** синхронизация выполняется по нечетному полю видеосигнала.
- **All lines/Все строки:** синхронизация выполняется по линейному сигналу видеосигнала.
- **All field/Все поля:** синхронизация выполняется по переднему фронту первого импульса любого поля видеосигнала.
- **Specified Row/Указанная строка:** синхронизация выполняется по указанной видеостроке. Когда выбрана **Specified Row**, пользователь должен задать номер строки. Для этого необходимо использовать кнопки "+" или "-" рядом с полем Number of Rows и коснуться данного текстового поля и ввести значение с помощью виртуальной клавиатуры, в диапазоне от 1 до 625 для PAL стандарта и от 1 до 525 для NTSC стандарта.

Советы: Для захвата и наблюдения более детализированной осциллограммы рекомендуется увеличить глубину памяти.

Серия АКІП-4152 использует оригинальную цифровую 3D-технологію, она использует функцию многоуровневого отображения оттенков серого, так что разная яркость может отражать частоту различных частей сигнала.

Опытные пользователи могут быстро оценить качество сигнала во время процесса отладки и обнаружить проблемные места.

12.2.4 Синхронизация по скорости нарастания

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



Рис. 12-7 Схема синхронизации по скорости нарастания

1. Находясь в меню настроек синхронизации коснуться поля под пунктом **Type** и в выпадающем меню выбрать пункт **Slope**, для выбора синхронизации по скорости нарастания.
2. Выбрать необходимый режим работы развертки: **Auto**, **Normal** или **Single**.
3. Выбрать источник сигнала синхронизации. Для данного режима синхронизации в качестве источника сигнала запуска доступны только аналоговые каналы **C1 ... C4**.

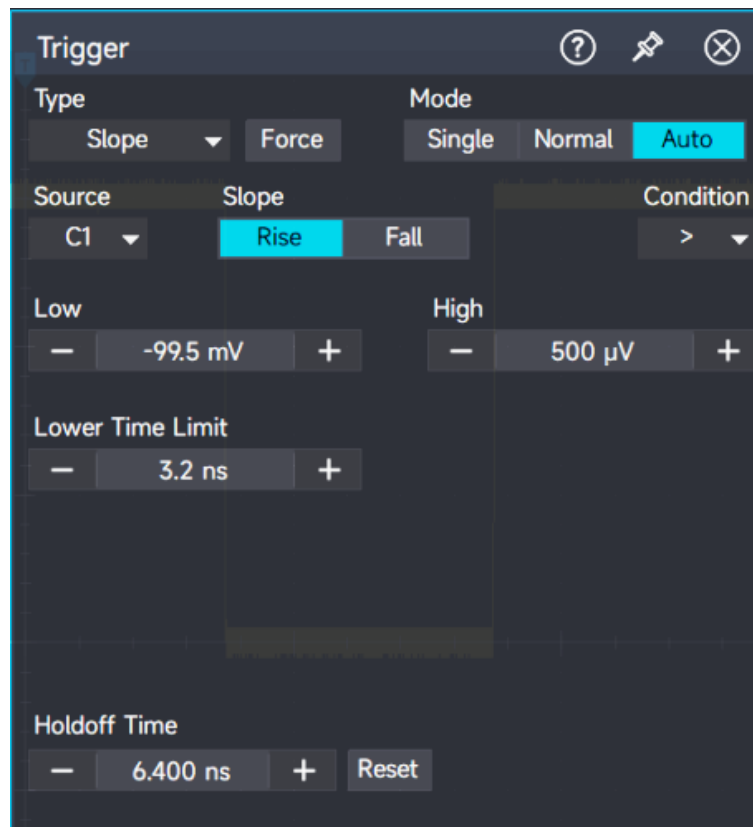


Рис. 12-8 Меню синхронизации по скорости нарастания

4. С помощью переключателя **Slope** выбрать синхронизацию положительным фронтом (**Rising**) или синхронизацию отрицательным фронтом (**Falling**).
5. Выбрать условие синхронизации, коснувшись поля под пунктом **Condition** и в выпадающем меню выбрать:
 - < - Когда скорость нарастания меньше заданного значения;
 - > - Когда скорость нарастания больше заданного значения;
 - [...] - Когда скорость нарастания больше или меньше заданного значения
6. Задайте значение верхнего и нижнего порогового уровня синхронизации. Для этого необходимо коснуться поля **Low/Нижний Уровень** или **High/Верхний Уровень**. Установку выполняется путем касания кнопки "+" или "-" рядом с текстовым полем. Или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при касании текстового поля. Так же уровень можно изменять путем поворота ручки регулятора **Level** в поле Trigger, нажатии регулятора **Level** переключает верхний или нижний предел. Нижнее значение порогового уровня, не может быть выше верхнего значения и на оборот.
7. В зависимости от выбранного условия синхронизации необходимо задать верхнее и нижнее пороговое значение времени для установки скорости нарастания. При выборе условия > доступна установка только нижнего значения (**Lower Time Limit**), при выборе условия < доступна установка только верхнего значения (**Upper Time Limit**), при выборе условия [...] доступна установка обоих значений. Коснитесь текстового поля рядом с пунктами **Lower Time Limit** или **Lower Time Limit**, для ввода порогового значения времени. Установка выполняется путем касания кнопки "+" или "-" рядом с текстовым полем. Или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при касании текстового поля. Нижнее значение порогового уровня, не может быть выше верхнего значения и на оборот. Диапазон установки от 3,2 нс до 10 с.

Формула расчета скорости нарастания: (Верхний пороговый уровень – нижний пороговый уровень) ÷ Время В этой формуле «Время/Time» относится к установленному времени нарастания.

12.2.5 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.

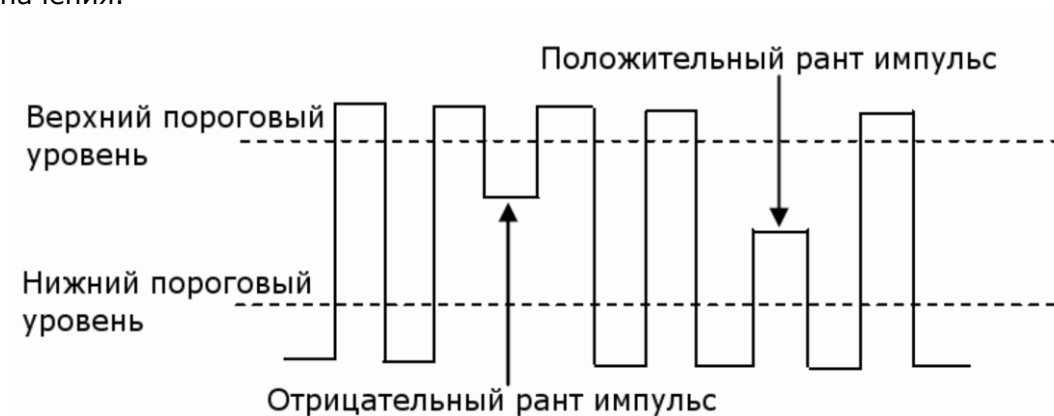


Рис. 12-9 Схема синхронизации по ранту

- 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. Находясь в меню настроек синхронизации коснуться поля под пунктом **Type** и в выпадающем меню выбрать пункт **Runt**, для выбора синхронизации по ранту.

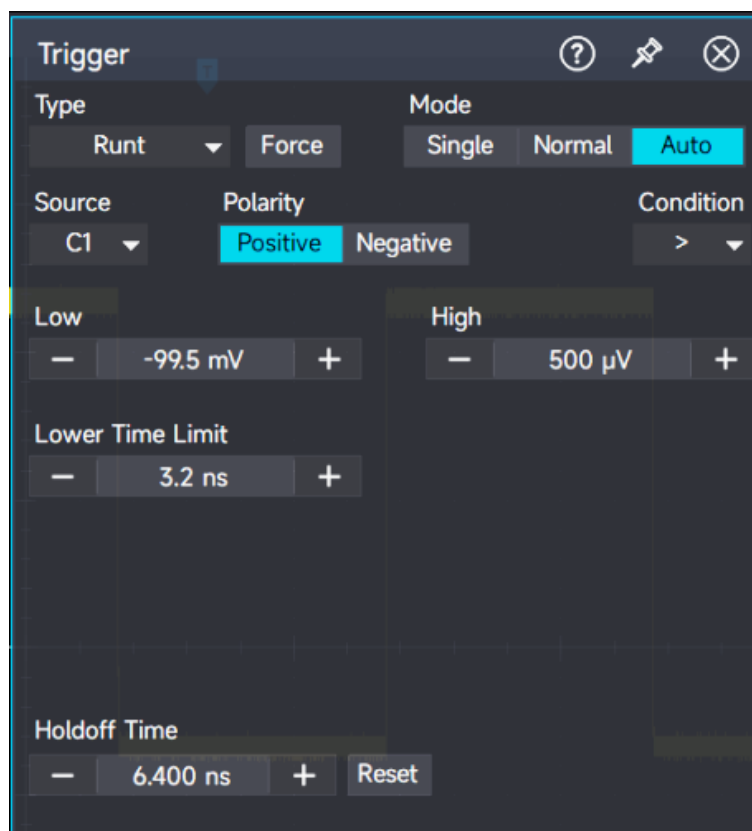


Рис. 12-10 Меню синхронизации по ранту

2. Выбрать необходимый режим работы развертки: **Auto**, **Normal** или **Single**.
3. Выбрать источник сигнала синхронизации. Для данного режима синхронизации в качестве источника сигнала запуска доступны только аналоговые каналы **C1 ... C4**.

4. Выбрать тип пункт **Polarity**, что выбрать синхронизацию положительным фронтом (**Positive**) или синхронизацию отрицательным фронтом (**Negative**).
5. Выбрать условие синхронизации, коснувшись нужного поля рядом с пунктом **Condition**:
 - < - Когда рант-импульс меньше верхнего предела установленной длительности импульса, задается значение верхнего предела времени;
 - > - Когда рант-импульс больше нижнего предела установленной длительности импульса, задается значение нижнего предела времени;
 - [...] - Когда рант-импульс больше или меньше заданного значения времени. Задаются два значения предела, верхнее и нижнее;
 -]...[- Когда рант-импульс выходит за пределы заданного значения времени. Задаются два значения предела, верхнее и нижнее.
6. Задайте значение верхнего и нижнего порогового уровня синхронизации. Для этого необходимо коснуться поля **Low Level/Нижний Уровень** или **High Level/Верхний Уровень**. Установку выполняется путем касания кнопки "+" или "-" рядом с текстовым полем. Или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при касании текстового поля. Так же уровень можно изменять путем поворота ручки регулятора [Level] в поле Trigger, нажатии регулятора [Level] переключает верхний или нижний предел. Нижнее значение порогового уровня, не может быть выше верхнего значения и на оборот.
7. В зависимости от выбранного условия синхронизации необходимо задать верхнее и нижнее пороговое значение времени для установки длительности импульса. При выборе условия > доступна установка только нижнего значения (**Lower Time Limit**), при выборе условия < доступна установка только верхнего значения (**Upper Time Limit**), при выборе условий [...] или]...[доступна установка обоих значений.
8. Коснитесь текстового поля рядом с пунктами **Lower Time Limit** или **Upper Time Limit**, для ввода порогового значения времени. Установка выполняется путем касания кнопки "+" или "-" рядом с текстовым полем. Или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при касании текстового поля. Нижнее значение порогового уровня, не может быть выше верхнего значения и на оборот. Диапазон установки от 3,2 нс до 10 с.

12.2.6 Синхронизация по условию задержки

Для данного вида синхронизации необходимо два источника сигнала **Source 1** и **Source 2**. Запуск выполняется при соблюдении следующего условия, разница во времени (ΔT) между фронтом сигнала **Source 1** и **Source 2** достигнет заданного временного предела.

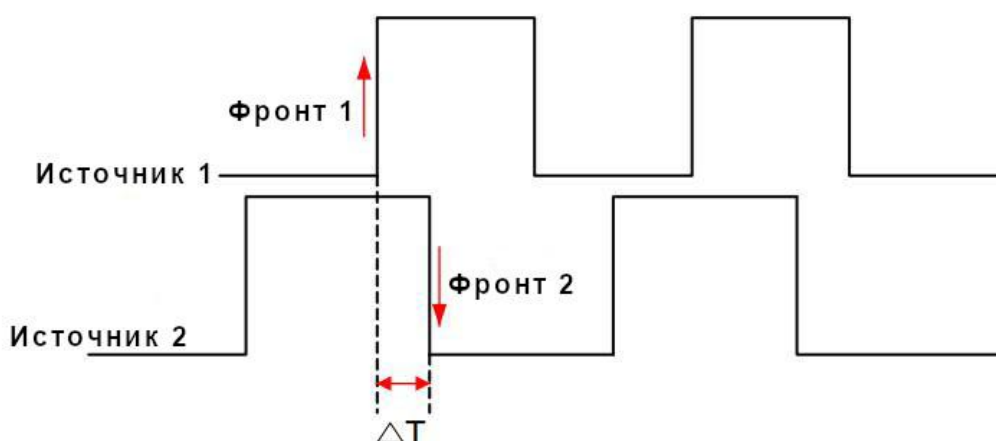


Рис. 12-11 Схема синхронизации по условию задержки

На рисунке 12-12 показана схема запуска по условию задержки. В данном примере сигнала **Source 1** настроен по фронт, сигнал **Source 2** так же настроен по фронту, а разница между двумя сигналами ΔT .

Примечания: Для выполнения данного вида запуска обязательное условие наличие двух входных сигналов.

1. Находясь в меню настроек синхронизации коснуться поля под пунктом **Type** и в выпадающем меню выбрать пункт **Delay**, для выбора синхронизации по условию задержки.

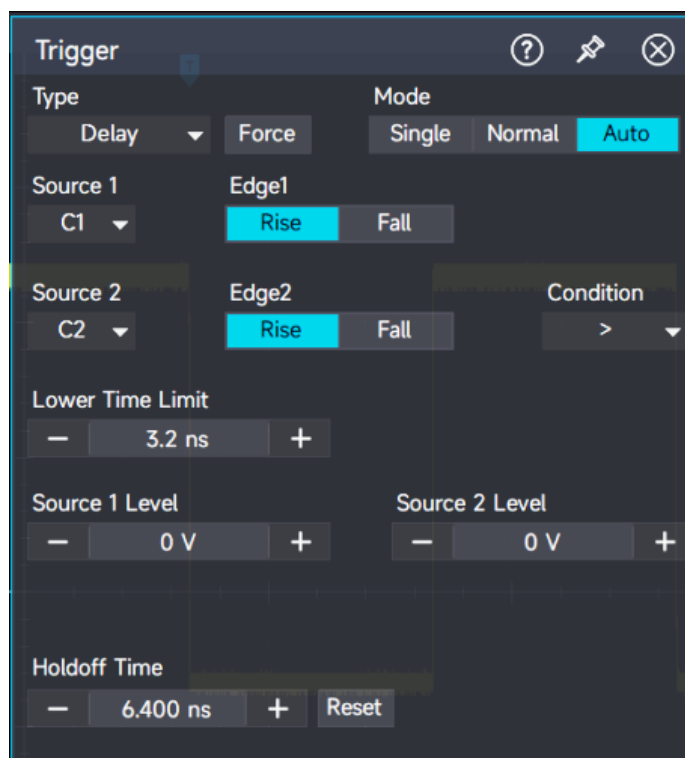


Рис. 12-12 Меню синхронизации по условию задержки

2. Выбрать необходимый режим работы развертки: **Auto**, **Normal** или **Single**.
3. Выбрать источник сигнала синхронизации. Для данного режима синхронизации в качестве источника сигнала запуска доступны только аналоговые каналы **C1 ... C4**. Так как обязательно наличие двух входных сигналов, то необходимо выбрать два источника: **Source1** и **Source2**.
4. Для каждого из источников сигнала синхронизации выбрать запускающий фронт **Edge1** и **Edge2**.
 - **Rise** – синхронизация выполняется по нарастающему фронту входного сигнала;
 - **Fall** – синхронизация выполняется по заднему фронту входного сигнала;
5. После выбора запускающего фронта для каждого из источников сигнала синхронизации необходимо задать уровень сигнала синхронизации. Для этого коснитесь текстового поля рядом с пунктом **Source 1 Level** или **Source 2 Level**. Установка выполняется путем касания кнопки **“+”** или **“-”** рядом с текстовым полем. Или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при касании текстового поля. Так же уровень можно изменять путем поворота ручки регулятора **Level** в поле **Trigger**, настройка уровня выполняется для активного канала **Level**.
9. Выбрать условие синхронизации, коснувшись нужного поля рядом с пунктом **Condition**:
 - **>** - Синхронизация выполняется, когда разница во времени (ΔT) между фронтом источника 1 и фронтом источника 2 больше установленного нижнего предела времени. Задать значение нижнего предела времени, коснувшись текстового поля рядом с пунктом **Lower Time Limit**.
 - **<** - Синхронизация выполняется, когда разница во времени (ΔT) между фронтом источника 1 и фронтом источника 2 больше установленного верхнего предела времени. Задать значение верхнего предела времени, коснувшись текстового поля рядом с пунктом **Upper Time Limit**.
 - **[...]** - Синхронизация выполняется, когда разница во времени (ΔT) между фронтом источника 1 и фронтом источника 2 больше или равна установленному нижнему пределу времени и меньше или равна установленному верхнему пределу времени. Задать значения верхнего и нижнего пределов времени,

коснувшись текстового поля рядом с пунктом **Lower Time Limit** и **Upper Time Limit**.

-]...[- Синхронизация выполняется, когда разница во времени (ΔT) между фронтом источника 1 и фронтом источника 2 меньше установленного нижнего предела времени или больше установленного верхнего предела времени. Задать значения верхнего и нижнего пределов времени, коснувшись текстового поля рядом с пунктом **Lower Time Limit** и **Upper Time Limit**.
6. В зависимости от выбранного условия синхронизации, задайте значение верхнего и (или) нижнего пределов времени. Для этого необходимо коснуться текстового поля рядом с пунктом **Lower Time Limit** или **Upper Time Limit**. Установка выполняется путем касания кнопки "+" или "-" рядом с текстовым полем. Или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при касании текстового поля. Диапазон установки: от 3,2 нс до 10 с.

12.2.7 Отложенный запуск

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.

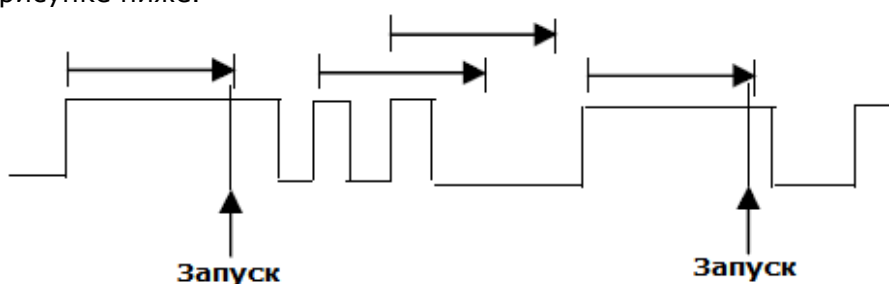


Рис. 12-13 Схема отложенного запуска

1. Находясь в меню настроек синхронизации коснуться поля под пунктом **Type** и в выпадающем меню выбрать пункт **Timeout**, для выбора синхронизации по условию задержки.

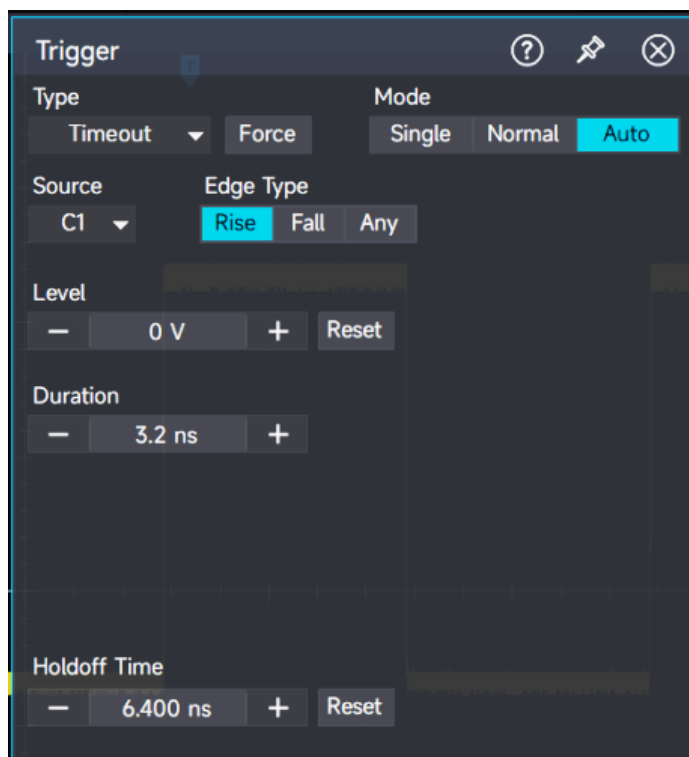


Рис. 12-14 Меню синхронизации по условию задержки

2. Выбрать необходимый режим работы развертки: **Auto**, **Normal** или **Single**.
3. Выбрать источник сигнала синхронизации. Для данного режима синхронизации в качестве источника сигнала запуска доступны только аналоговые каналы **C1 ... C4**.

4. Выбрать поле **Slope** выбрать тип синхронизации: положительным фронтом (**Rising**), отрицательным фронтом (**Falling**) или синхронизацию по любому фронту (**Any**), который обнаружен первым.
5. Задать значение интервала времени (ΔT) в диапазоне от 3,2 нс до 10 с. Для этого необходимо коснуться поля рядом с пунктом **Duration**. Установка выполняется путем касания кнопки "+" или "-" рядом с текстовым полем. Или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при касании текстового поля.
6. Задать уровень сигнала запуска, коснувшись текстового поля **Level**. Установка выполняется поворотом ручки регулятора **Level** в поле **Trigger**, путем касания кнопки "+" или "-" рядом с текстовым полем. Или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при касании текстового поля.

12.2.8 Синхронизация по условию длительности шаблона

При выборе режима синхронизации по условию длительности шаблона, запуск выполняется по нескольким условиям. Данный вид синхронизации представляет собой комбинацию кодового шаблона с логическим условием "И", уровнем логики канала синхронизации, H (высокий), L (низкий) или X (игнорируется) и длительностью шаблона (ΔT), как показано на рисунке ниже.

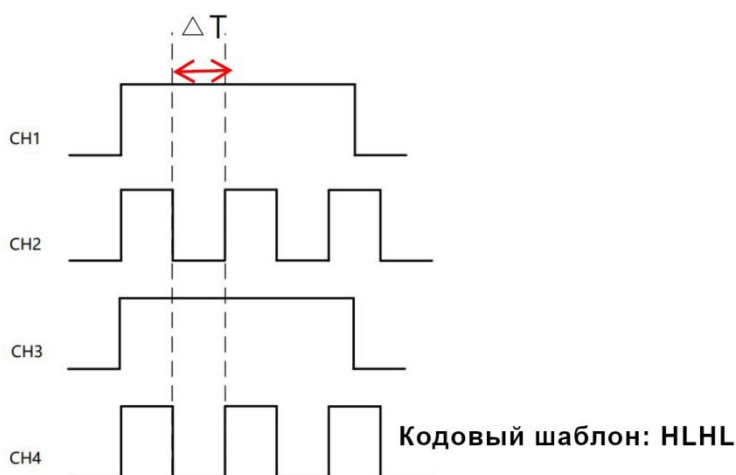


Рис. 12-15 Схема запуска по условию длительности шаблона

1. Находясь в меню настроек синхронизации коснуться поля под пунктом **Type** и в выпадающем меню выбрать пункт **Duration**, для выбора синхронизации по условию длительности шаблона.

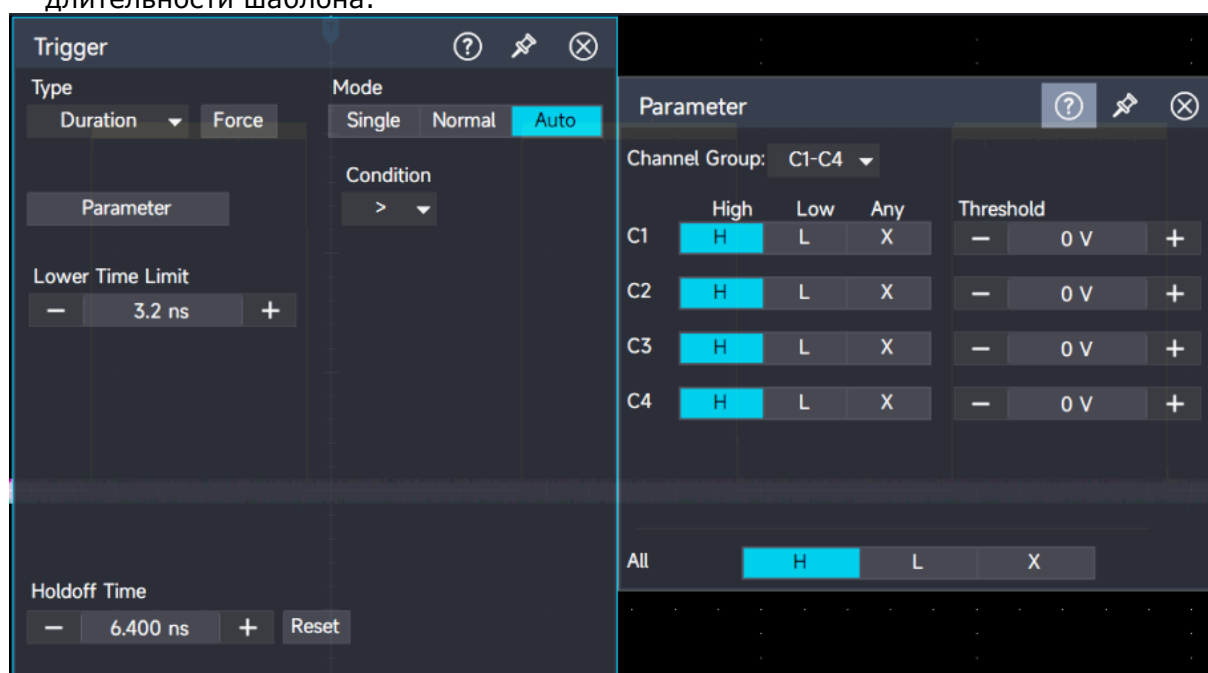


Рис. 12-16 Меню синхронизации по условию длительности шаблона

2. Выбрать необходимый режим работы развертки: **Auto**, **Normal** или **Single**.
3. Для настроек основных параметров данного вида синхронизации необходимо нажать кнопку **Parameter**.
4. В открывшемся окне выбрать тип кодового шаблона H, L или X, для каждого из источников. Так же можно выполнить настройку для всех источников разом, используя пункт **All**.
 - **H**: "Высокий" логический уровень кодового шаблона.
 - **L**: "Низкий" логический уровень кодового шаблона.
 - **X**: Логический уровень игнорируется.
5. Поддерживаемые типы источников, выбирать из выпадающего меню по нажатию **Channel Group**: C1-C4, D0-D3, D4-D7, D8-D11 и D12-D15.
6. Задать уровень сигнала запуска, коснувшись текстового поля **Threshold** для каждого из источников. Установку выполнять поворотом ручки регулятора или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при двойном касании поля.
7. Выбрать условие синхронизации, коснувшись нужного поля рядом с пунктом **Condition**:
 - **>** - Синхронизация выполняется, когда длительность превысит установленный нижний предел времени. Задать значение нижнего предела времени, коснувшись текстового поля рядом с пунктом **Lower**.
 - **<** - Синхронизация выполняется, когда длительность меньше установленного верхнего предела времени. Задать значение верхнего предела времени, коснувшись текстового поля рядом с пунктом **Upper**.
 - **[...]** - Синхронизация выполняется, когда длительность меньше или равна установленному верхнему пределу времени и больше или равна нижнему пределу времени. Задать значения верхнего и нижнего пределов времени, коснувшись текстового поля рядом с пунктом **Lower Time Limit** и **Upper Time Limit**.
8. В зависимости от выбранного условия синхронизации, необходимо задать значение длительности в диапазоне от 3,2 нс до 10 с. Для этого необходимо коснуться поля рядом с пунктом **Lower Time Limit** и **Upper Time Limit**. Установка выполняется путем касания кнопки "+" или "-" рядом с текстовым полем. Или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при касании текстового поля.

12.2.9 Синхронизация по заданному времени и времени удержания

В режиме синхронизации по заданному времени и времени удержания запуск выполняется при условии поступления сигналов с двух источников. Первый источник сигнала, это канал данных, второй источник сигнала это канал тактовой частоты. Данный вид синхронизации рекомендуется использовать для поиска ошибок в кодовой последовательности относительно сигнала тактовой частоты.

В зависимости входного сигнала первичный запуск выполняется по выбранному фронту и заданному времени длительности сигнала после обнаружения фронта (ΔT_1), второй запуск, с выполнением захвата данных, выполняется при условии обнаружения фронта сигнала тактовой частоты со второго источника, во время длительности ΔT_1 первого источника, и длительности заданного времени удержания (ΔT_2) первого источника. Как показано на картинке ниже.



Рис. 12-17 Схема синхронизации по времени и удержанию

1. Находясь в меню настроек синхронизации коснуться поля под пунктом **Type** и в выпадающем меню выбрать пункт **Setup & Hold**, для выбора синхронизации по заданному времени и времени удержания.

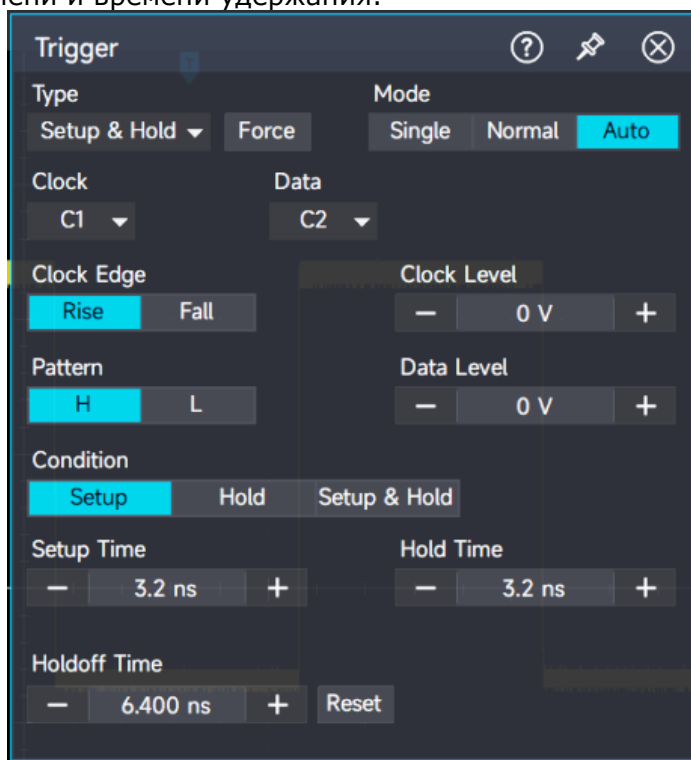


Рис. 12-18 Меню синхронизации по времени и удержанию

2. Выбрать необходимый режим работы развертки: **Auto**, **Normal** или **Single**.
3. Выбрать источник сигнала данных, коснувшись пункта **DATA**. Для данного режима синхронизации в качестве источника сигнала данных доступны аналоговые каналы **C1 ... C4**.
4. Выбрать пункт **Pattern**, для установки типа кодового шаблона H, или L для источника данных.
 - H: "Высокий" логический уровень кодового шаблона.
 - L: "Низкий" логический уровень кодового шаблона.
5. Задать уровень запуска для кодового шаблона, с помощью виртуальной цифровой клавиатуры, коснувшись текстового поля **Data Level**. Или с помощью кнопок "+" или "-" рядом с текстовым полем.
6. Выбрать источник сигнала синхронизации, коснувшись пункта **Clock**. Для данного режима синхронизации в качестве источника сигнала синхронизации доступны аналоговые каналы **C1 ... C4**.

7. Выбрать поле **Edge** выбрать тип синхронизации: положительным фронтом (**Rising**) или отрицательным фронтом (**Falling**).
8. Задать уровень запуска для сигнала синхронизации, с помощью виртуальной цифровой клавиатуры, коснувшись текстового поля **Clock Level**. Или с помощью кнопок "+" или "-" рядом с текстовым полем.
9. Выбрать условие синхронизации, коснувшись нужного поля рядом с пунктом **Condition**:
 - **Setup**: запуск, когда длительность сигнала меньше времени установки ($\Delta T1$).
 - **Hold**: запуск, когда длительность сигнала меньше времени удержания ($\Delta T2$).
 - **S&H**: запуск, когда выполняются оба условия ($\Delta T1$ и $\Delta T2$).
10. Задать время установки и удержания, коснувшись текстового поля рядом с пунктом **Setup Time** (Время Установки) и **Hold Time** (Время удержания).
 Время установки и удержания (ΔT) сравнивается с установленным временем, оно будет сгенерировано при выполнении условия. Установка выполняется путем касания кнопки "+" или "-" рядом с текстовым полем. Или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при касании текстового поля. Диапазон установки: от 3,2 нс до 10 с.

12.2.10 Синхронизация по N-ому фронту

В режиме синхронизации по N-му фронту, запуск выполняется по заданному фронту после истечения заданного время простоя.

Например: как показано на рисунке ниже, сигнал импульсной формы, запуск по 2-му нарастающему фронту после указанного времени простоя (время между двумя соседними нарастающими фронтами). Время простоя задается пользователем.

$P < \text{idle time/время простоя} < M$, где

M - это время между 1-м нарастающим фронтом и следующим нарастающим фронтом,

P - это максимальное время между подсчетом нарастающего фронта, как показано на рисунке ниже.

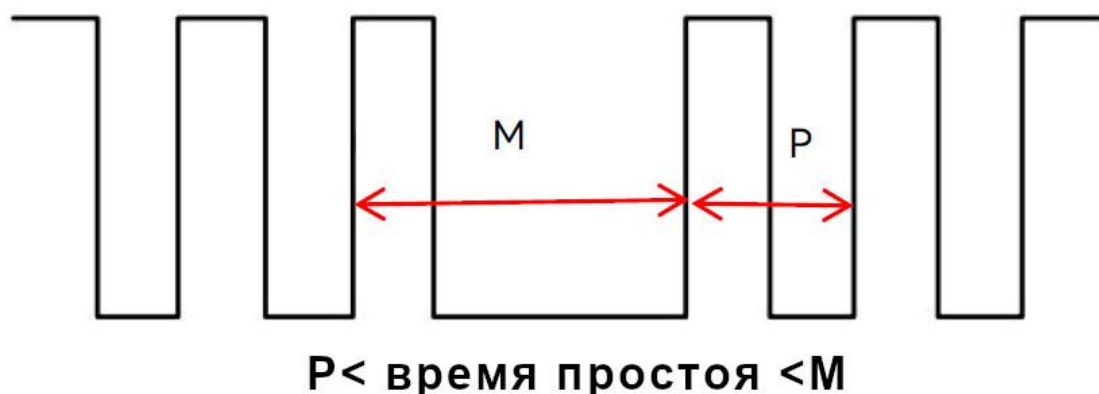


Рис. 12-19 Схема синхронизации N-ому фронту

1. Находясь в меню настроек синхронизации коснуться поля под пунктом **Type** и в выпадающем меню выбрать пункт **N-Edge**, для выбора синхронизации по N-ому фронту.

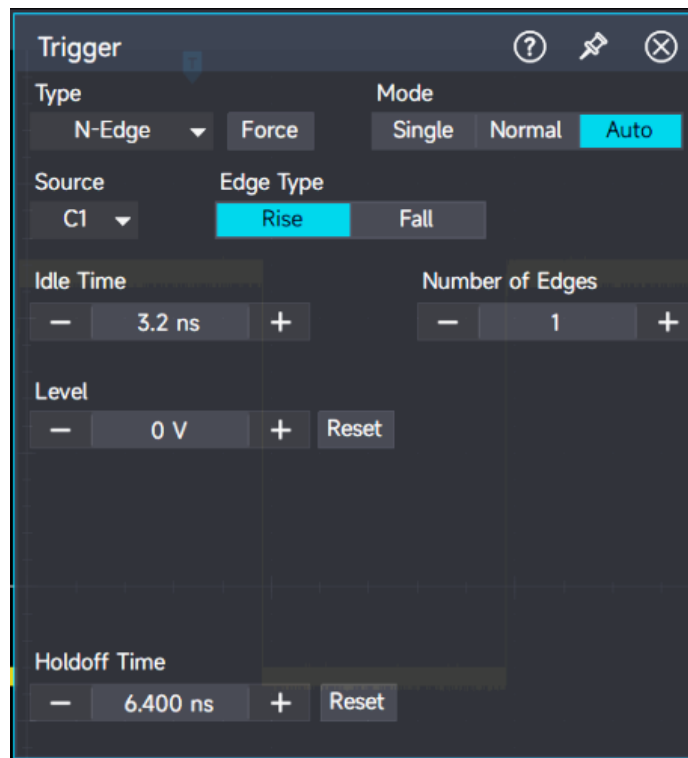


Рис. 12-20 Меню синхронизации по N-ому фронту

2. Выбрать необходимый режим работы развертки: **Auto**, **Normal** или **Single**.
3. Выбрать источник сигнала синхронизации. Для данного режима синхронизации в качестве источника сигнала данных доступны аналоговые каналы **C1 ... C4** или цифровые каналы **D0 ... D15**.
4. Выбрать поле **Edge Type** выбрать тип синхронизации: положительным фронтом (**Rising**) или отрицательным фронтом (**Falling**).
5. Задать уровень сигнала запуска, коснувшись текстового поля **Level**. Установка выполняется путем поворота ручки регулятора **Level** в поле **Trigger**. Или касанием кнопки "+" или "-" рядом с текстовым полем. Или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при касании текстового поля.
6. Задать значение времени простоя, коснувшись текстового поля **Idel Time**. Установка выполняется поворотом ручки регулятора или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при двойном касании поля. Диапазон установки: от 3,2 нс до 10 с.
7. Задать номер запускающего фронта, коснувшись текстового поля **Edge Num**. Установка выполняется поворотом ручки регулятора или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при двойном касании поля. Диапазон установки: от 1 нс до 65535.

12.2.11 Синхронизация по шаблону

В режиме синхронизации по шаблону для запуска в сигнале ищется заданный шаблон. Шаблон представляет собой комбинацию логического условия "И" с логическими уровнями каналов H (высокий), L (низкий), X (игнорируется). Пользователь так же выбирает фронт сигнала запуска, нарастающий или спадающий.

Когда фронт сигнала запуска находится в состоянии "истина", то есть сигнал соответствует заданному шаблону, выполняется запуск и сбор данных до заданному фронту сигнала. Если в сигнале не найден заданный шаблон то запуск не выполняется.

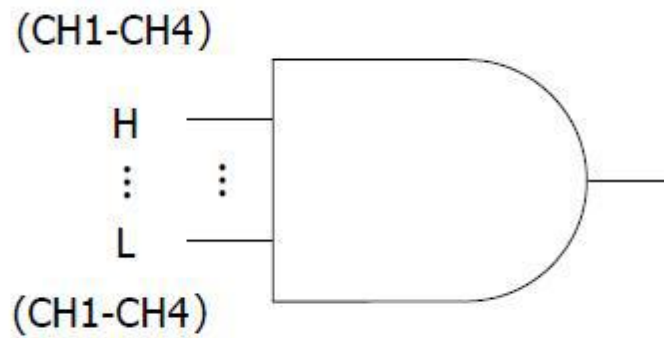


Рис. 12-21 Синхронизация по шаблону

1. Находясь в меню настроек синхронизации коснуться поля рядом с пунктом **Type** и в выпадающем меню выбрать пункт **Pattern**, для выбора синхронизации по шаблону.

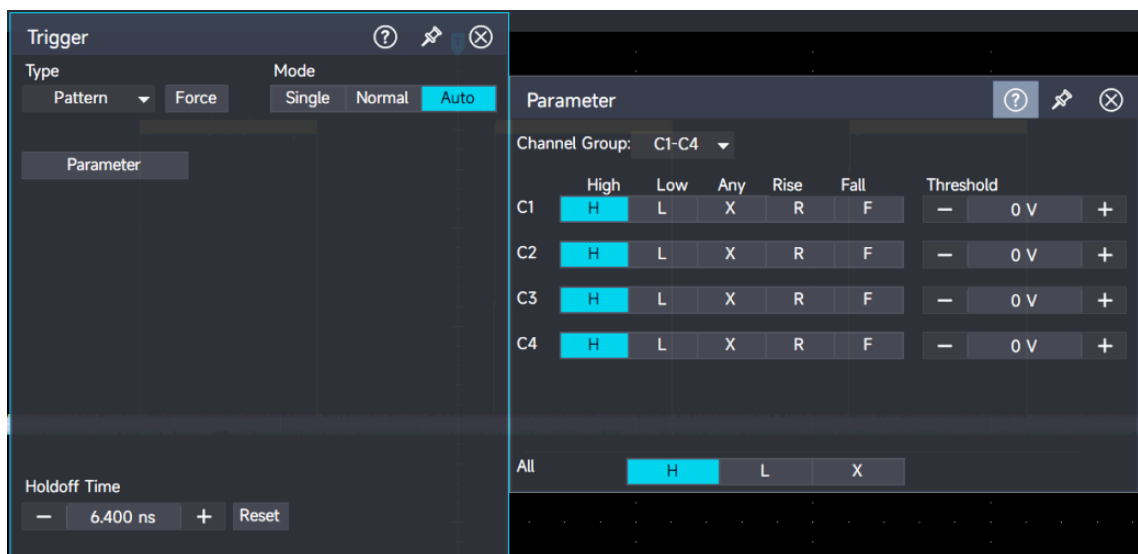


Рис. 12-22 Меню синхронизации по шаблону

2. Выбрать необходимый режим работы развертки: **Auto**, **Normal** или **Single**.
3. Для настроек основных параметров данного вида синхронизации необходимо нажать кнопку **Parameter**.
4. В открывшемся окне выбрать тип кодового шаблона H, L или X, для каждого из источников. Так же можно выполнить настройку для всех источников разом, используя пункт **All**.
 - **H**: "Высокий" логический уровень кодового шаблона.
 - **L**: "Низкий" логический уровень кодового шаблона.
 - **X**: Логический уровень игнорируется.
 - **R (Rise/Фронт)** – запуск по фронту сигнала при превышении заданного верхнего порогового уровня.
 - **F (Fall/Спад)** - запуск по спаду сигнала при превышении заданного нижнего порогового уровня.
5. Поддерживаемые типы источников, выбирать из выпадающего меню по нажатию **Channel Group**: C1-C4.
6. Задать уровень сигнала запуска, коснувшись текстового поля **Threshold** для каждого из источников. Установку выполнять поворотом ручки регулятора или непосредственным вводом значения при помощи виртуальной цифровой клавиатуры при двойном касании поля.

13 СИНХРОНИЗАЦИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ

Осциллографы цифровые серии АК ИП-4152 поддерживают синхронизацию по шинам последовательных данных. Стандартно поддерживаются следующие типы протоколов: RS-232/422/485/UART, I2C, SPI, CAN, LIN.

Опционально поддерживаются следующие типы протоколов: CAN-FD, FlexRay, I2S, SENT, AUDIO, MIL-STD-1553B, Manchester, SENT, ARINC429.

В данном руководстве по эксплуатации рассмотрены протоколы поставляемые в стандартной комплектации, это дает информацию об общих возможностях синхронизации осциллографа по шинам передачи данных. Для опциональных протоколов, по запросу, высылается информация на Английском языке.

13.1 Общие настройки

Для доступа к настройкам синхронизации последовательных данных сначала необходимо активировать шину данных. Порядок действий описан ниже:

1. Коснитесь пункта **Bus+** в нижнем правом углу экрана. Всего можно создать две шины данных B1 и B2.
2. Коснитесь дескриптора созданной шины в нижней части экрана, например: B1.

B1	I2C(Hex)	B2	CAN(Hex)
7bit		C1	
SDA->C1 1V		CAN_H	
SCLK->C2 1V		250.00kbps 30	

Рис. 13-1 Дескрипторы шин данных

3. В открывшемся меню коснитесь пункта **Protocol** и выбрать один из протоколов, для которого необходимо выполнить настройку синхронизации, в выпадающем списке.

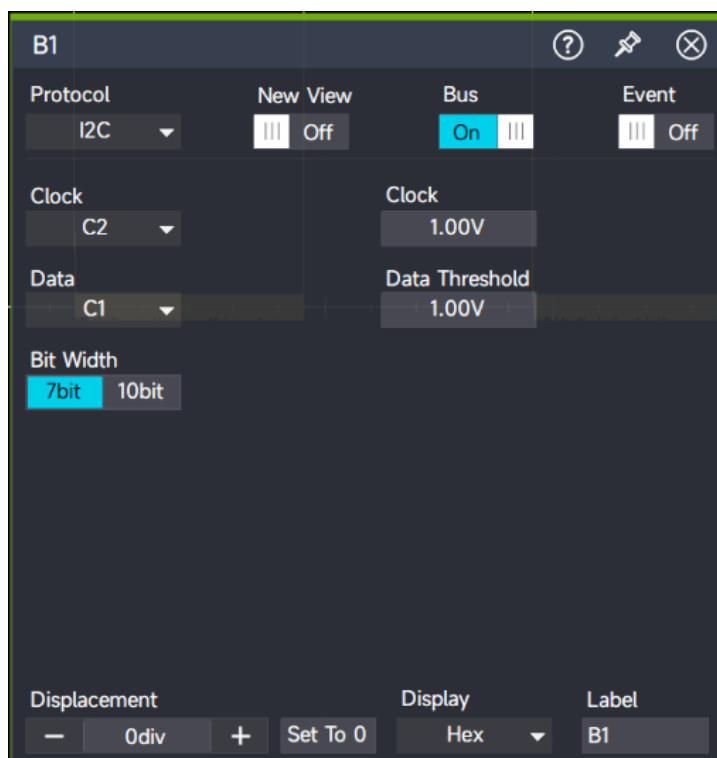


Рис. 13-2 Меню настроек шины B1

4. Для перехода к настройкам синхронизации необходимо коснуться области синхронизации в верхней части экрана или нажать кнопку **Menu** на передней панели прибора в области **Trigger**.

5. В меню настроек схемы синхронизации в пункте **Type** будет активен раздел **Bus**.
6. Коснитесь пункта **Bus Type** и в выпадающем меню выберите шину, для которой необходимо выполнить настройку синхронизации: **B1** или **B2**.
7. Варианты настройки в зависимости от выбрано шины описаны в разделах далее.

13.2 Синхронизация по протоколу UART/RS232

Trigger Method/Режим запуска: настройка режима синхронизации для RS232

- **Start bit/Стартовый бит:** запуск развертки будет осуществляться по стартовому биту протокола RS232. Когда пользователь отправляет одиночную строковую посылку или несколько раз отправляет одинаковые строки, данный режим запуска позволяет наблюдать стабильную форму сигнала, если отправляемые данные изменятся, соответствующая форма сигнала также изменится.
- **Stop bit/Стоповый бит:** запуск развертки будет осуществляться по стоповому биту протокола RS232.
- **Parity check bit/Бит четности:** когда в протоколе RS232 используется бит четности, его значение (0 или 1) устанавливается в соответствии с выбранным типом контроля (четный/нечетный).

Контроль четности / нечетности:

- **Odd parity check/Контроль по нечетности:** передача считается корректной, если суммарное количество единичных битов (включая биты данных и бит четности) является нечетным числом.
- **Even parity check/Контроль по четности:** передача считается корректной, если суммарное количество единичных битов (включая биты данных и бит четности) является четным числом.

При проверке связи RS232 контроль четности/нечетности позволяет быстро обнаружить процедуру передачи с ошибкой проверки, что упрощает локализацию и анализ неисправности.

- **Data bit/Бит данных:** синхронизация выполняется, когда данные, полученные осциллографом, совпадут с двухбитным шестнадцатеричным значением, заданным пользователем. Используя эту опцию, пользователь может быстро находить сигнал передачи, содержащий конкретные данные, которые представляют интерес.

Data/Данные: эта настройка активна, когда выбран режим запуска «**Data bit/Бит данных**». В этом случае можно задать значение данных и режим сравнения.

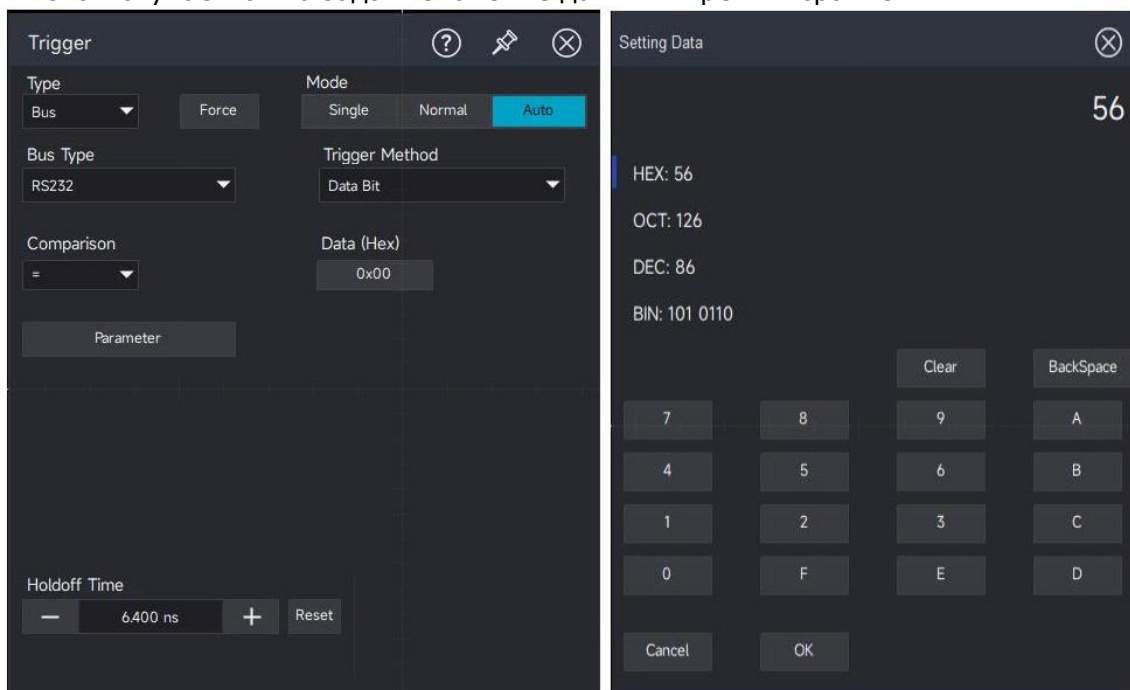


Рис. 13-3 Меню настройки синхронизации UART/RS232

Compare mode/Режим сравнения: >, <, =, ≠

- >: Запуск произойдет, если значение битов данных больше заданного.
- <: Запуск произойдет, если значение битов данных меньше заданного.
- =: Запуск произойдет, если значение битов данных равно заданному.
- ≠: Запуск произойдет, если значение битов данных не равно заданному.



Рис. 13-4 Пример отображения синхронизированного сигнала UART/RS232

13.3 Синхронизация по протоколу I2C

Data direction/Направление передачи данных

- **Write/Запись:** синхронизация выполняется, когда бит "read/write/чтение/запись" в протоколе I²C находится в состоянии "Write/Запись".
- **Read/Чтение:** Триггер сработает, когда бит "read/write/чтение/запись" в протоколе I²C находится в состоянии "Read/Чтение".

Trigger Method/Режим запуска: настройка режима синхронизации для I2C

- **Start bit/Стартовый бит:** синхронизация будет выполнена при начале передачи данных по I²C, то есть когда SCL находится на высоком уровне, а на линии SDA происходит фронт спада.
- **Restart/Повторный старт:** синхронизация выполняется при условии повторного старта, когда один стартовый сигнал следует за другим до появления стопового сигнала.
- **Stop/Стоповый бит:** синхронизация выполняется при появлении стопового бита, то есть когда SCL находится на высоком уровне, а сигнал SDA переходит из низкого уровня в высокий.
- **Response failed/Отсутствие подтверждения:** В протоколе I²C после передачи каждого 8-битного сообщения приемник данных должен отправить сигнал подтверждения (бит ACK). Синхронизация выполняется при отсутствии этого подтверждения, что определяется условием: при высоком уровне на линии SCL на линии SDA также сохраняется высокий уровень в момент тактового импульса подтверждения.
- **Address/Адрес:** синхронизация выполняется, когда адрес в коммуникации совпадает с заданным пользователем. Это помогает пользователю быстро находить передачу по определенному адресу.
- **Data/Данные:** развертка будет запущена, когда данные, полученные по шине I²C, совпадут с заданными пользователем. Это помогает пользователю быстро находить передачу, содержащую определенные интересные данные.
- **Address & Data/Адрес и данные:** синхронизация выполняется при обнаружении совпадения адреса во время передачи, а также при выполнении заданного условия для данных. Данное условие запуска позволяет легко реализовать запуск по

конкретному адресу и данным в I²C, что помогает пользователю анализировать передачу.

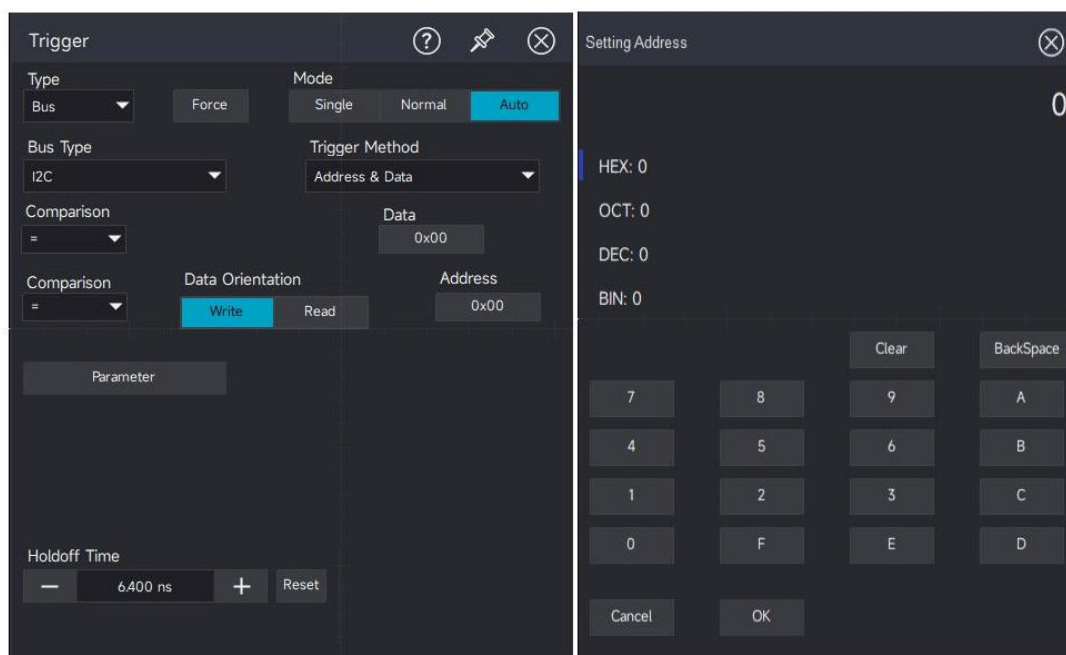


Рис. 13-5 Меню настройки синхронизации I²C

Режим сравнения

Данный режим активен, когда условием запуска выбраны «Address/Адрес» или «Address & Data/Адрес и данные». Значения битов данных или пары «адрес-данные» сравниваются с установленными значениями адреса и данных. Запуск происходит при выполнении заданного условия сравнения.

Compare mode/Режим сравнения: >, <, =, ≠

- **>:** синхронизация выполняется, когда значение битов данных **больше** установленного значения данных **И** значение адресных данных **больше** установленного значения адреса.
- **<:** синхронизация выполняется, когда значение битов данных **меньше** установленного значения данных **И** значение адресных данных **меньше** установленного значения адреса.
- **=:** синхронизация выполняется, когда значение битов данных **равно** установленному значению данных **И** значение адресных данных **равно** установленному значению адреса.
- **≠:** синхронизация выполняется, когда значение битов данных **не равно** установленному значению данных **И** значение адресных данных **не равно** установленному значению адреса.



Рис. 13-6 Пример отображения синхронизированного сигнала I2C

13.4 Синхронизация по протоколу SPI

Trigger Method/Режим запуска: настройка режима синхронизации для SPI

- **Valid chip/Разрешение микросхемы:** синхронизация выполняется по фронту перехода уровня сигнала выбора микросхемы (CS) из неактивного состояния в активное.
- **Data/Данные:** Развертка будет запущена, когда данные, полученные по протоколу SPI, совпадут с заданными пользователем. Это помогает пользователю быстро находить передачу, содержащую определенные интересные данные.

Data channel/Канал данных

- **MOSI:** Передача данных от ведущего устройства к ведомому, то есть данные, выводимые ведущим устройством и вводимые в ведомое устройство.
- **MISO:** Передача данных от ведомого устройства к ведущему, то есть данные, выводимые ведомым устройством и вводимые в ведущее устройство.

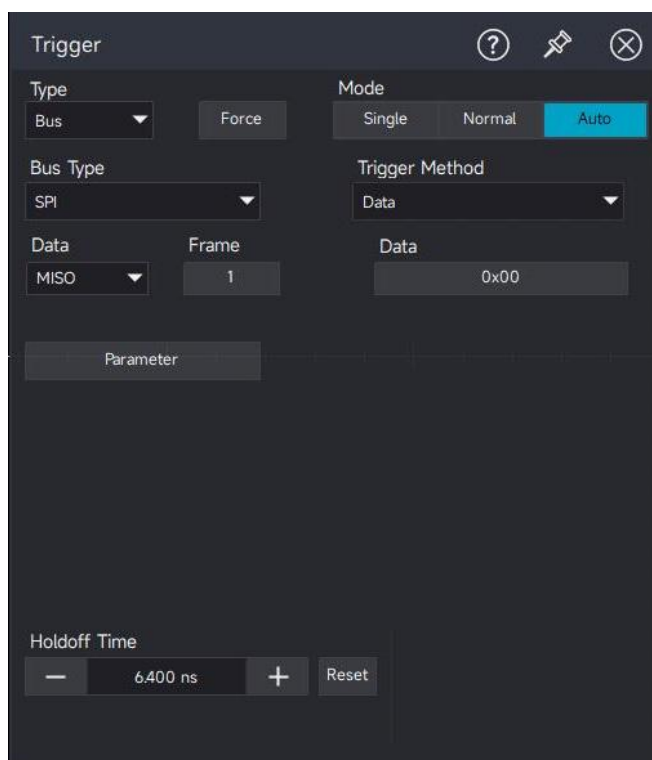


Рис. 13-7 Меню настройки синхронизации SPI

Frame/Кадр: Установка размера кадра данных (длины слова). Диапазон установки: от 1 до 8 бит.



Рис. 13-8 Пример отображения синхронизированного сигнала SPI

13.5 Синхронизация по протоколу CAN

Trigger Method/Режим запуска: настройка режима синхронизации для CAN

- **Start frame/Старт кадра:** синхронизация будет выполняться по началу кадра (Start of Frame, SOF) сигнала CAN.
- **Frame type/Тип кадра:**
 - **Data frame/Кадр данных:** синхронизация будет выполняться по кадру данных, соответствующему сигналу CAN.
 - **Remote frame/Кадр удаленного запроса:** синхронизация будет выполняться по кадру удаленного запроса сигнала CAN.
 - **Error frame/Кадр ошибки:** синхронизация будет выполняться по кадру ошибки сигнала CAN.
 - **Overload frame/Кадр перегрузки:** синхронизация будет выполняться по кадру перегрузки сигнала CAN.
- **ID/Идентификатор:** синхронизация будет выполняться по указанному идентификатору (ID).
- **Data/Данные:** синхронизация будет выполняться по кадру данных, соответствующему установленному условию для данных.
- **ID & Data/ID и данные:** синхронизация будет выполняться по указанному идентификатору (ID) и кадру данных, соответствующему установленному условию для данных.
- **End of frame/Конец кадра:** синхронизация будет выполняться по концу кадра (End of Frame, EOF) сигнала CAN.
- **Error/Ошибка:**
 - **Response failed/Отсутствие подтверждения:** передающий узел после отправки данных выполняет считывание (обратное чтение) и обнаруживает ошибку, когда данные на шине отличаются от отправленных им данных.
 - **Bit stuffing error/Ошибка бит-стаффинга:** на участке, требующем бит-стаффинга (добавления битов), запуск развертки произойдет при последовательном обнаружении 6 битов одинакового уровня, что является ошибкой.

Data qualifier/Условие для данных: >, <, ≥, ≤, =, ≠

- **>**: синхронизация выполняется, когда значение битов данных **больше** установленного значения данных.
- **<**: синхронизация выполняется, когда значение битов данных **меньше** установленного значения данных.
- **≥**: синхронизация выполняется, когда значение битов данных **больше или равно** установленному значению данных.
- **≤**: синхронизация выполняется, когда значение битов данных **меньше или равно** установленному значению данных.
- **=**: синхронизация выполняется, когда значение битов данных **равно** установленному значению данных.
- **≠**: синхронизация выполняется, когда значение битов данных **не равно** установленному значению данных.

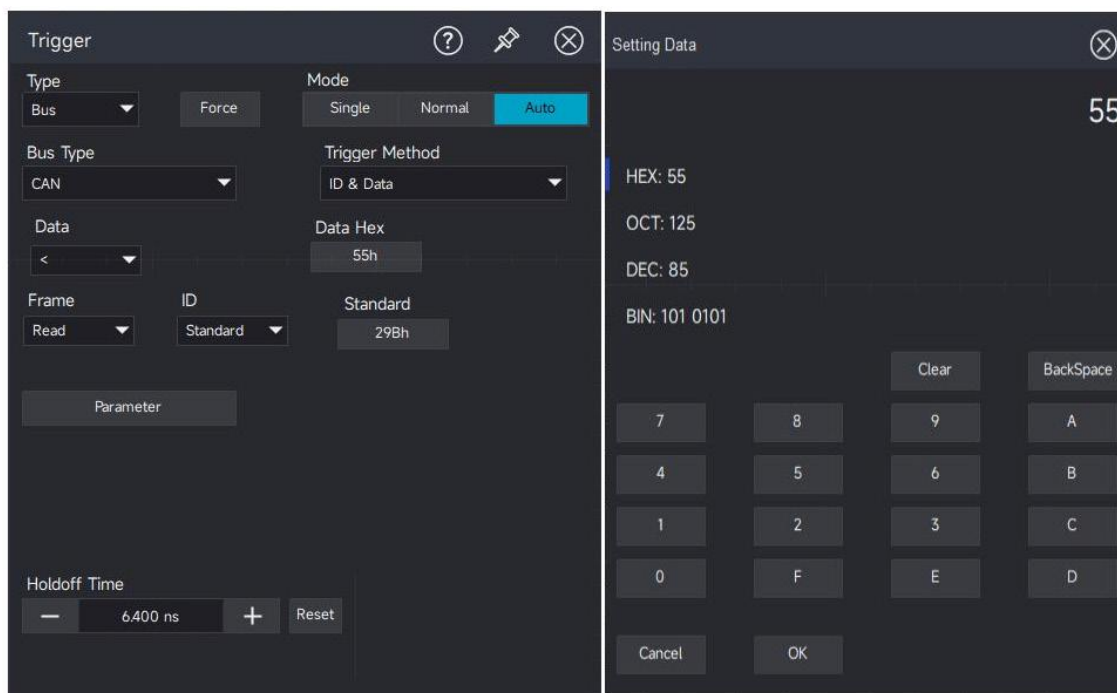


Рис. 13-9 Меню настройки синхронизации CAN

ID standard/Стандарт идентификатора

Данная настройка активна, когда выбран режим запуска «ID» или «ID & Data». Можно установить «standard format/стандартный формат» или «extension format/расширенный формат», при этом диапазон допустимых значений ID различается.

ID/Идентификатор: Данная настройка активна, когда выбран режим запуска «ID» или «ID & Data». Диапазон значений ID: от 0 до 2047.

Frame direction/Направление кадра: Данная настройка активна, когда выбран режим запуска «ID» или «ID & Data».

- **Write/Запись:** синхронизация выполняется, когда бит «read/write/чтение/запись» (фактически, бит RTR в CAN) протокола CAN указывает на «write/запись» (т.е. кадр данных).
- **Read/Чтение:** синхронизация выполняется, когда бит «read/write/чтение/запись» протокола CAN указывает на «read/чтение» (т.е. кадр удаленного запроса).
- **Random/Любое:** синхронизация выполняется при любом состоянии бита «read/write/чтение/запись» протокола CAN (т.е. на кадрах данных или запроса).

Data/Данные: Установка данных, по которым будет выполняться запуск. Активно, когда условием запуска выбраны «Data» или «ID & Data». Можно задать количество байт данных, а также значение для каждого байта в диапазоне от 0 до 255.



Рис. 13-10 Пример отображения синхронизированного сигнала CAN

13.6 Синхронизация по протоколу LIN

Trigger Method/Режим запуска: настройка режима синхронизации для LIN

- **Start frame/Старт кадра:** синхронизация будет выполняться по началу кадра сигнала LIN.
- **ID/Идентификатор:** синхронизация будет выполняться по указанному идентификатору (ID).
- **Data/Данные:** синхронизация будет выполняться когда принятые по шине LIN данные совпадут с пользовательскими. Это помогает пользователю быстро найти в передаваемом сигнале конкретные данные, представляющие интерес.
- **ID & Data/ID и данные:** синхронизация будет выполняться по указанному идентификатору (ID) и кадру данных, соответствующему установленному условию для данных.
- **Wake-up Frame/Кадр пробуждения:** синхронизация будет выполняться по кадру пробуждения сигнала LIN.
- **Sleep Frame/Кадр перехода в сон:** синхронизация будет выполняться по кадру перехода в спящий режим сигнала LIN.
- **End of Frame/Конец кадра:** синхронизация будет выполняться в конце кадра сигнала LIN.

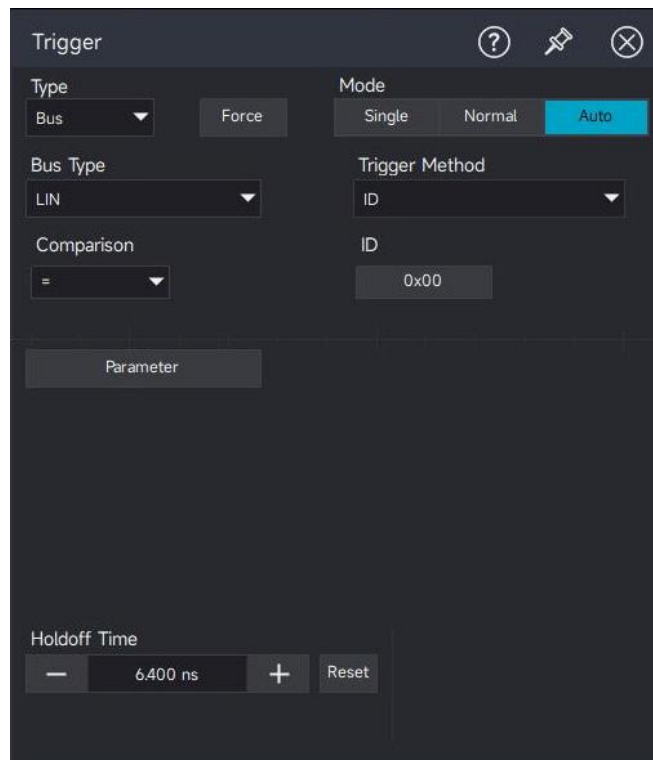


Рис. 13-11 Меню настройки синхронизации LIN

ID/Идентификатор: Параметр активен, когда выбран режим триггера "ID" или "ID & Data". Диапазон значений ID: **0-255**.

Задание данных для синхронизации: Параметр активен, когда выбрано условие запуска — "Data" или "ID & Data". Значение может быть установлено в диапазоне **0-2047**.



Рис. 13-12 Пример отображения синхронизированного сигнала LIN

14 ДЕКОДИРОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРОТОКОЛОВ

Осциллографы цифровые серии АК ИП-4152 поддерживают декодирование следующих протоколов:

- стандартная комплектация: RS-232/422/485/UART, I2C, SPI, CAN, LIN.
- опциональные протоколы: CAN-FD, FlexRay, I2S, SENT, AUDIO, MIL-STD-1553B, Manchester, SENT, ARINC429.

В данном руководстве по эксплуатации рассмотрены протоколы, поставляемые в стандартной комплектации, это дает информацию об общих возможностях декодирования осциллографа. Для опциональных протоколов, по запросу, высылается информация на Английском языке.

Пользователи могут легко находить ошибки, выполнять отладку встроенных систем и ускорять процесс разработки с помощью функции декодирования протоколов.

В осциллографах серии АК ИП-4152 два модуля декодера шины (Bus1 и Bus2) для декодирования общих протоколов для входных сигналов аналоговых каналов.

14.1 Общие настройки

Для доступа к настройкам декодирования последовательных данных сначала необходимо активировать шину данных. Порядок действий описан ниже:

1. Коснитесь пункта **Bus+** в нижнем правом углу экрана. Всего можно создать две шины данных B1 и B2.
2. Коснитесь дескриптора созданной шины в нижней части экрана, например: B1.

B1	I2C(Hex)	B2	CAN(Hex)
7bit		C1	
SDA->C1	1V	CAN_H	
SCLK->C2	1V	250.00kbps	30

Рис. 14-1 Дескрипторы шин данных

3. В открывшемся меню коснитесь пункта **Protocol** и выберите один из протоколов, для которого необходимо выполнить настройку декодирования, в выпадающем списке.

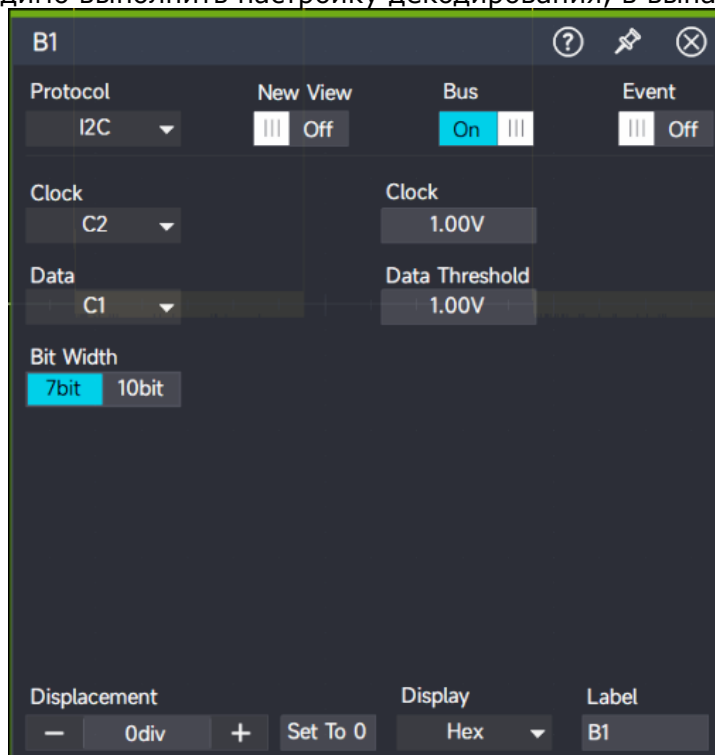


Рис. 14-2 Меню настроек шины B1 при выборе протоколы I2C

4. В зависимости от выбранного типа протокола меню будет иметь разный набор функций.

14.2 Протокол RS-232/422/485/UART

RS232 — это стандартный интерфейс асинхронной передачи данных (UART), установленный Ассоциацией электронной промышленности. Обычно он включает два формата приложений DB-9 или DB-25. Он подходит для связи, где скорость передачи данных находится в диапазоне от 1 до 29491200/с, и широко используется в микрокомпьютерном выводе.

Передаваемые данные объединяются в указанный набор последовательных битов в соответствии с правилами протокола и отправляются асинхронным последовательным способом.

Данные, которые должны передаваться каждый раз, состояются по следующим правилам:

Сначала отправляется один стартовый бит (*Start bit*), затем отправляется 5~8 бит данных (*Data bit*), затем отправляется необязательный бит проверки четности (*Parity bit*), затем отправляется один или два стоповых бита. Количество битов данных согласовывается обеими сторонами связи, оно может быть 5~8 бит, без бита проверки четности или бит проверки нечетности или бит проверки четности, стоповый бит может быть установлен в один или два бита. Одна передача строки данных будет называться кадром, как показано на рисунке 14-3.

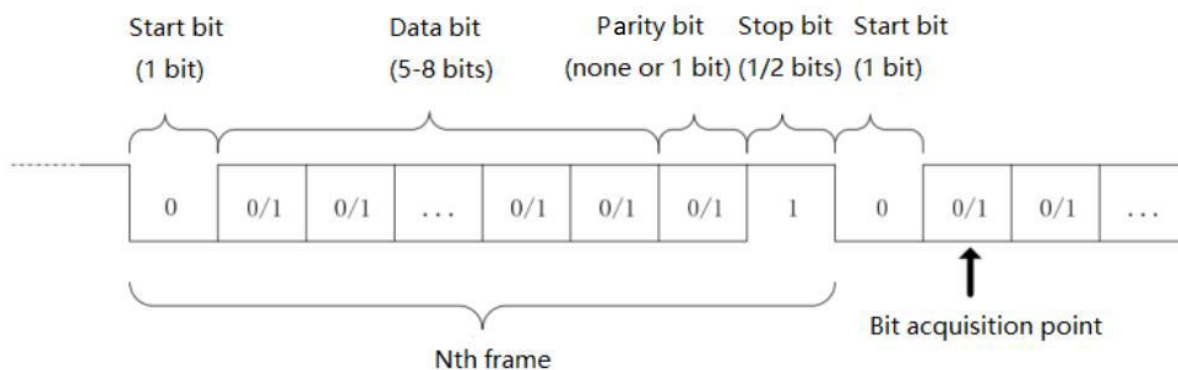


Рис. 14-3 Структура передаваемых данных по протоколу RS232

1. Bus+

Нажмите кнопку **Bus+** в правом нижнем углу экрана или нажмите клавишу **Bus** в зоне Vertical на передней панели прибора, чтобы открыть меню декодирования шины. Выберите протокол RS232 и настройте отображение шины, вывод отображения в отдельном окне, формат отображения, список событий, вкладку, смещение и параметры декодирования. На дескрипторе Bus в правом нижней части экрана будут отображаться установленные значения и состояние.



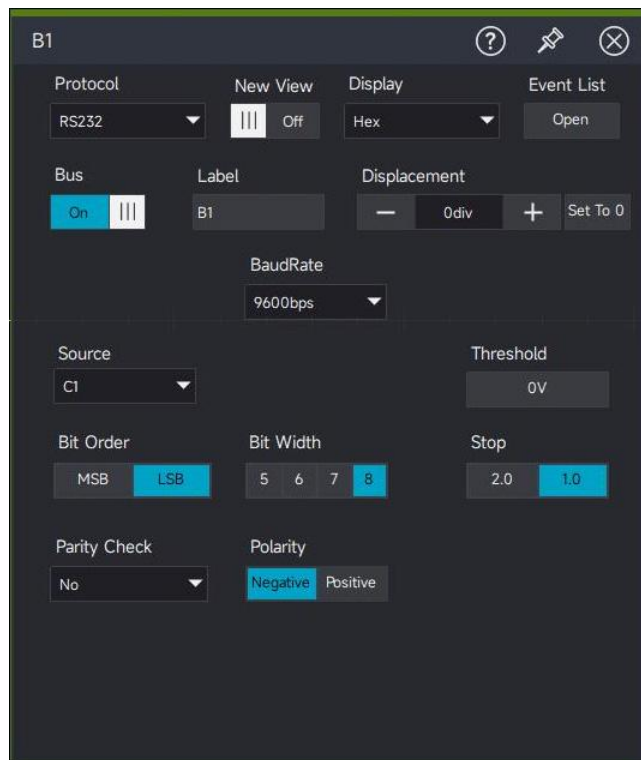


Рис. 14-4 Меню настройки декодирования RS-232

- **Bus/Отображение шины:** переключатель включения или выключения отображения декодирования шины.
- **Display/Формат отображения:** задайте формат отображения для декодированной шины. Можно выбрать шестнадцатеричный, десятичный, двоичный, ASCII или Авто.
- **Event list/Список событий:** список событий отображает декодированные данные в табличном формате, включая номер строки, время, данные и проверенные данные на линии данных, что упрощает наблюдение за длинными потоками декодированных данных.
- **Label/Обозначение шины:** позволяет задать имя шины. После настройки оно будет отображаться на сигнале шины, что облегчает различение типов шин.
- **Displacement/Смещение:** настройте положение отображения шины с помощью кнопок  и . Диапазон установки смещения: **-5.5 — +5.5 делений.**

2. Source/Источник

Выберите источник сигнала запуска, в качестве которого могут быть выбраны каналы C1, C2, C3, C4 или логические каналы D0-D15.

3. Baud rate/Скорость передачи данных

Скорость передачи может быть выбрана пользователем: 2400 бит/с, 4800 бит/с, 9600 бит/с, 19200 бит/с, 38400 бит/с, 57600 бит/с или 115200 бит/с.

Рекомендуется настраивать параметры RS232 в соответствии с используемым аппаратным и программным обеспечением. RS232 относится к базовой модели протокола связи и обычно используется для передачи данных на короткие расстояния (до 20 м) и с низкой скоростью (до 1 Мбит/с). За пределами этих диапазонов связь подвержена помехам и становится ненадежной. Скорость передачи интерфейса RS232 — это скорость асинхронной связи. В процессе передачи данных синхронизирующий тактовый сигнал не передается. Для определения границ битов данных протокол требует, чтобы скорость передачи (бодовая скорость) была заранее согласована между обеими сторонами связи.

Как правило, скорость передачи определяется как количество бит, которое может быть передано за 1 секунду. Например, 9600 бит/с означает, что за 1 секунду передается 9600 бит. Важно отметить, что стартовый бит, биты данных, контрольный бит и стоповый бит учитываются как биты, поэтому скорость передачи

напрямую не равна эффективной скорости передачи полезных данных. Осциллограф будет выполнять выборку значения бита в соответствии с установленной скоростью передачи.

4. Polarity/Полярность сигнала

- **Negative/Отрицательная:** Инверсная полярность логического уровня, т.е. высокий уровень соответствует логическому 0, низкий уровень — логической 1.
- **Positive/Положительная:** Нормальная полярность логического уровня, т.е. высокий уровень соответствует логической 1, низкий уровень — логическому 0.
- **Threshold/Порог:** Определяет напряжение, по которому судят об уровне сигнала. Если напряжение сигнала превышает заданный порог, он считается высоким уровнем, если напряжение ниже порога — низким уровнем.

5. Bit sequence/Последовательность бит

Задаёт порядок следования бит данных в декодируемом сигнале RS232: старший бит (MSB) вначале или младший бит (LSB) вначале. Можно выбрать MSB или LSB.

- **MSB:** Первым передаётся старший бит данных (наиболее значимый).
- **LSB:** Первым передаётся младший бит данных (наименее значимый).

6. Bit width/Длительность бит

Задаёт количество бит данных для декодирования в сигнале RS232. Можно выбрать: 5, 6, 7 или 8 бит.

7. Stop bit/Стоп бит

Задаёт количество стоповых бит для каждого пакета данных. Можно установить: 1 бит или 2 бита.

8. Odd-even check/Проверка чётности

Задаёт метод контроля чётности для передачи данных. Можно установить: без контроля чётности (No), чётный контроль (even) или нечётный контроль (odd).



Рис. 14-5 Пример декодирования RS-232

14.3 Протокол I2C

Шина I²C обычно используется для соединения микроконтроллера с периферийным оборудованием и широко применяется в области микроэлектроники. Этот протокол шины использует две линии для передачи: одна линия для последовательных данных (SDA), а другая — для последовательного тактового сигнала (SCL). Связь осуществляется по системе "ведущий-ведомый" (master-slave), что позволяет осуществлять двустороннюю связь между ведущим и ведомым устройствами.

Данная шина является шиной с несколькими ведущими устройствами (multi-master). Защита данных от повреждения обеспечивается механизмами арбитража и разрешения коллизий. Важно отметить, что шина I²C имеет две разрядности адреса: 7-битную и 10-битную. 10-битные и 7-битные адреса совместимы и могут использоваться совместно. Линии SCL и SDA в шине I²C могут быть подключены к положительному источнику питания через подтягивающие резисторы. Когда шина свободна, обе линии находятся на высоком логическом уровне. Если любое устройство на шине выводит низкий уровень, сигнал на шине также становится низким. Это означает, что действует логическое "И" (AND) между сигналами нескольких устройств. Эта особая логическая взаимосвязь является ключом к реализации арбитража шины. Протокол требует, чтобы данные на линии SDA оставались стабильными, пока тактовый сигнал SCL находится на высоком уровне. Данные обычно передаются в форме MSB (старший бит вперед).

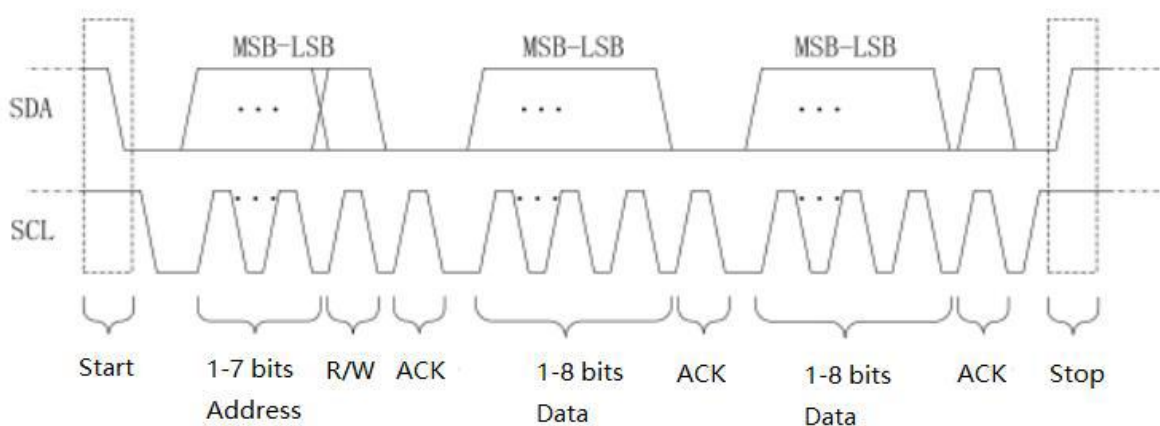
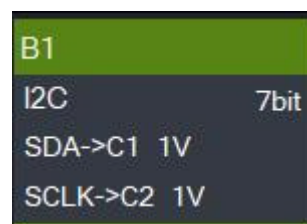


Рис. 14-6 Структура передаваемых данных по протоколу I2C

1. Bus+

Нажмите кнопку **Bus+** в правом нижнем углу экрана или нажмите клавишу **Bus** в зоне Vertical на передней панели прибора, чтобы открыть меню декодирования шины. Выберите протокол I²C и настройте отображение шины, вывод отображения в отдельном окне, формат отображения, список событий, вкладку, смещение и параметры декодирования. На дескрипторе Bus в правой нижней части экрана будут отображаться установленные значения и состояние.



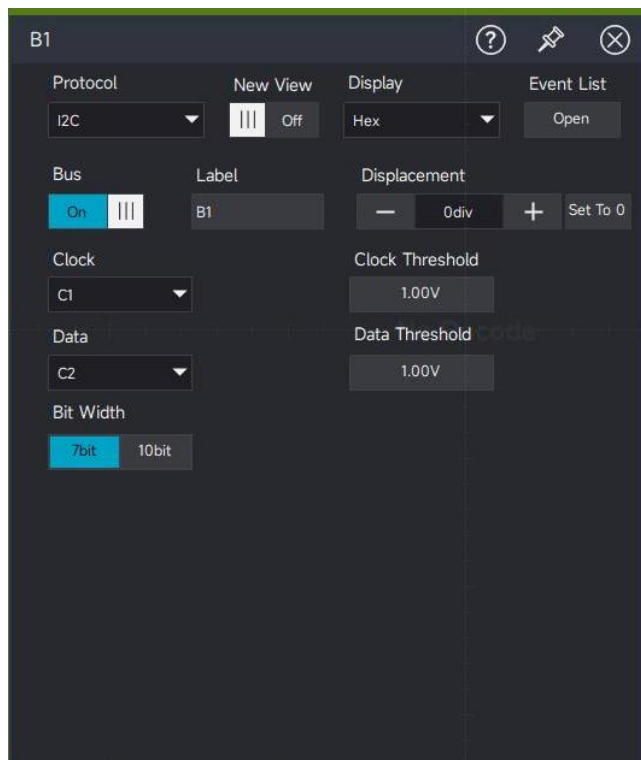


Рис. 14-7 Меню настройки декодирования I²C

- **Bus/Отображение шины:** переключатель включения или выключения отображения декодирования шины.
- **Display/Формат отображения:** задайте формат отображения для декодированной шины. Можно выбрать шестнадцатеричный, десятичный, двоичный, ASCII или Авто.
- **Event list/Список событий:** список событий отображает декодированные данные в табличном формате, включая номер строки, время, данные и проверенные данные на линии данных, что упрощает наблюдение за длинными потоками декодированных данных.
- **Label/Обозначение шины:** позволяет задать имя шины. После настройки оно будет отображаться на сигнале шины, что облегчает различение типов шин.
- **Displacement/Смещение:** настройте положение отображения шины с помощью кнопок **−** и **+**. Диапазон установки смещения: **-5.5 — +5.5 делений**.

2. Source/Источник

Выберите источник сигнала запуска, в качестве которого могут быть выбраны каналы C1, C2, C3, C4 или логические каналы D0-D15.

Выберите источник тактового сигнала SCL, в качестве которого могут быть выбраны каналы C1, C2, C3, C4 или логические каналы D0-D15.

Выберите источник сигнала данных SDA, в качестве которого могут быть выбраны каналы C1, C2, C3, C4 или логические каналы D0-D15.

3. Threshold/Порог

Установите напряжение для определения порогового уровня сигнала запуска. Можно установить порог для линии данных и порог для тактового сигнала.

4. Bit width/Разрядность адреса: 7 бит или 10 бит.



Рис. 14-8 Пример декодирования I²C

14.4 Протокол SPI

SPI (последовательный периферийный интерфейс) позволяет осуществлять связь между ведущим устройством и периферийными устройствами по последовательной шине. Это полнодуплексная и синхронная шина передачи данных. Обычно используется 4 сигнальные линии:

- **MOSI** (Master Out Slave In): данные, передаваемые от ведущего устройства к ведомому (вход данных ведомого устройства).
- **MISO** (Master In Slave Out): данные, передаваемые от ведомого устройства к ведущему (выход данных ведомого устройства).
- **SCLK** (Serial Clock): тактовый сигнал, генерируемый ведущим устройством.
- **CS** (Chip Select): сигнал выбора микросхемы (разрешающий сигнал) от ведущего устройства для активации конкретного ведомого устройства.

Интерфейс SPI в основном используется для синхронной последовательной передачи данных между ведущим устройством и низкоскоростными периферийными устройствами. Под воздействием сдвиговых импульсов от ведущего устройства данные передаются побитно, формат передачи — MSB (старший бит вперед). Интерфейс SPI получил широкое распространение, поскольку не требует адресации ведомых устройств, является полнодуплексным, а его протокол прост.

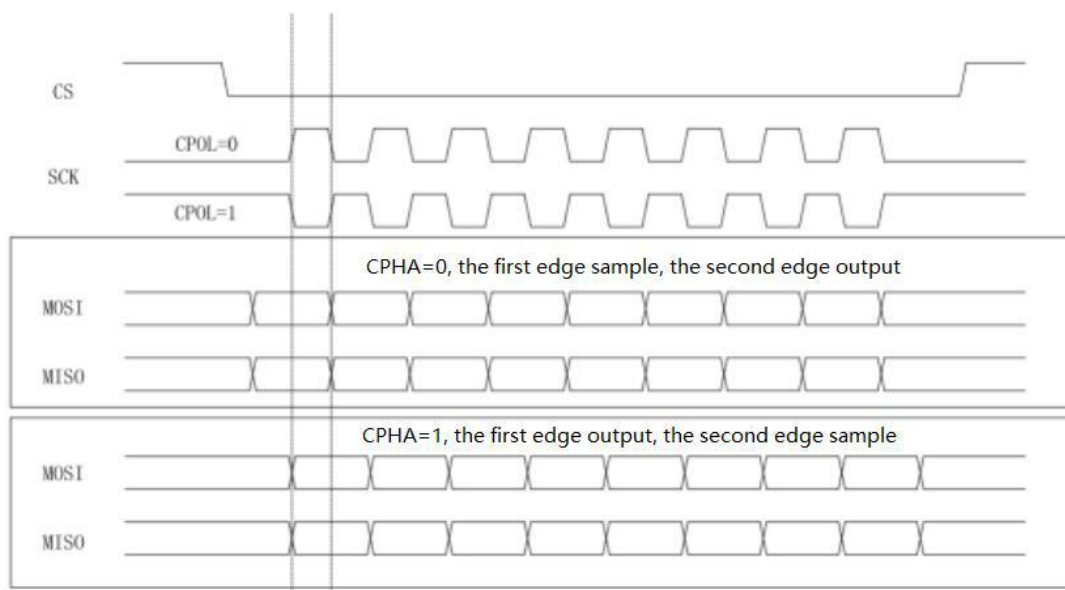


Рис. 14-9 Структура передаваемых данных по протоколу SPI

1. Bus+

Нажмите кнопку **Bus+** в правом нижнем углу экрана или нажмите клавишу **Bus** в зоне Vertical на передней панели прибора, чтобы открыть меню декодирования шины. Выберите протокол SPI и настройте отображение шины, вывод отображения в отдельном окне, формат отображения, список событий, вкладку, смещение и параметры декодирования. На дескрипторе Bus в правой нижней части экрана будут отображаться установленные значения и состояние.

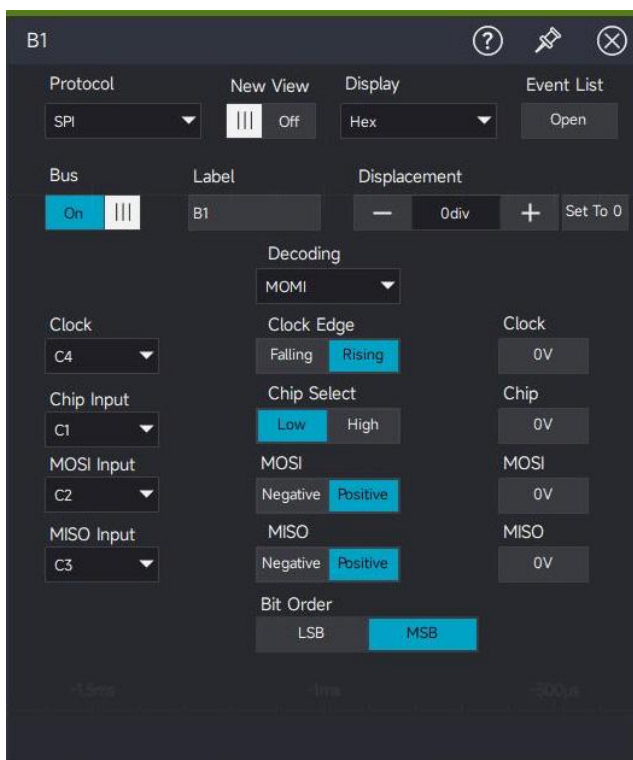
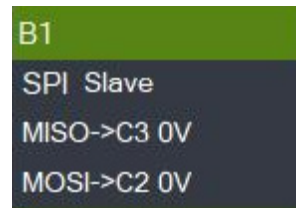


Рис. 14-10 Меню настройки декодирования SPI

- **Bus/Отображение шины:** переключатель включения или выключения отображения декодирования шины.
- **Display/Формат отображения:** задайте формат отображения для декодированной шины. Можно выбрать шестнадцатеричный, десятичный, двоичный, ASCII или Авто.
- **Event list/Список событий:** список событий отображает декодированные данные в табличном формате, включая номер строки, время, данные и проверенные данные на линии данных, что упрощает наблюдение за длинными потоками декодированных данных.
- **Label/Обозначение шины:** позволяет задать имя шины. После настройки оно будет отображаться на сигнале шины, что облегчает различение типов шин.
- **Displacement/Смещение:** настройте положение отображения шины с помощью кнопок **-** и **+**. Диапазон установки смещения: **-5.5 — +5.5 делений**.

2. Decoding channel/Канал декодирования

- **MOSI:** Передача данных между ведущим и ведомым устройством, то есть данные, выводимые с ведущего устройства и принимаемые ведомым устройством.
- **MISO:** Передача данных между ведущим и ведомым устройством, то есть данные, вводимые в ведущее устройство и выводимые с ведомого устройства.
- **MOMI:** Передача данных между ведущим и ведомым устройством, то есть данные, выводимые с ведущего устройства и принимаемые ведомым устройством.

3. Clock input/Тактовый вход

Любой из аналоговых C1–C4 или цифровых D0–D15 каналов может быть использован в качестве входного тактового сигнала для декодирования SPI.

4. Chip selection/Выбор микросхемы

Любой из аналоговых C1–C4 или цифровых D0–D15 каналов может быть установлен в качестве входа сигнала разрешения выбора микросхемы для декодирования сигнала SPI.

- **Активный уровень сигнала выбора:** Высокий уровень / Низкий уровень
- **Порог сигнала выбора:** Напряжение, определяющее высокий и низкий уровни сигнала выбора микросхемы. Если напряжение выше порога, это считается высоким уровнем; в противном случае — низким.

5. Вход MOSI

Любой из аналоговых C1–C4 или цифровых D0–D15 каналов может быть установлен в качестве входа MOSI для декодирования сигнала SPI.

- **Полярность MOSI:** Negative/Отрицательная или Positive/Положительная.
- **Порог MOSI:** Напряжение, определяющее полярность данных MOSI. Если напряжение выше порогового уровня, то полярность положительная, иначе — отрицательная, или наоборот, в зависимости от выбранной полярности.

6. Вход MISO

Любой из аналоговых C1–C4 или цифровых D0–D15 каналов может быть установлен в качестве входа MOSI для декодирования сигнала SPI.

- **Полярность MISO:** Negative/Отрицательная или Positive/Положительная.
- **Порог MISO:** Напряжение, определяющее полярность данных MOSI. Если напряжение выше порогового уровня, то полярность положительная, иначе — отрицательная, или наоборот, в зависимости от выбранной полярности.

7. Bit sequence/Последовательность бит

Задаёт порядок следования бит данных в декодируемом сигнале SPI: старший бит (MSB) вначале или младший бит (LSB) вначале. Можно выбрать MSB или LSB.

- **MSB:** Первым передаётся старший бит данных (наиболее значимый).
- **LSB:** Первым передаётся младший бит данных (наименее значимый).



Рис. 14-11 Пример декодирования SPI

14.5 Протокол CAN

CAN (Controller Area Network) — это сеть контроллеров. Благодаря высокой производительности, высокой надёжности и особой конструкции CAN привлекает всё больше внимания. CAN обычно представляет собой однопроводную/двухпроводную систему и использует неэкранированную/экранированную витую пару для передачи данных. Типы сигналов — CAN_H и CAN_L.

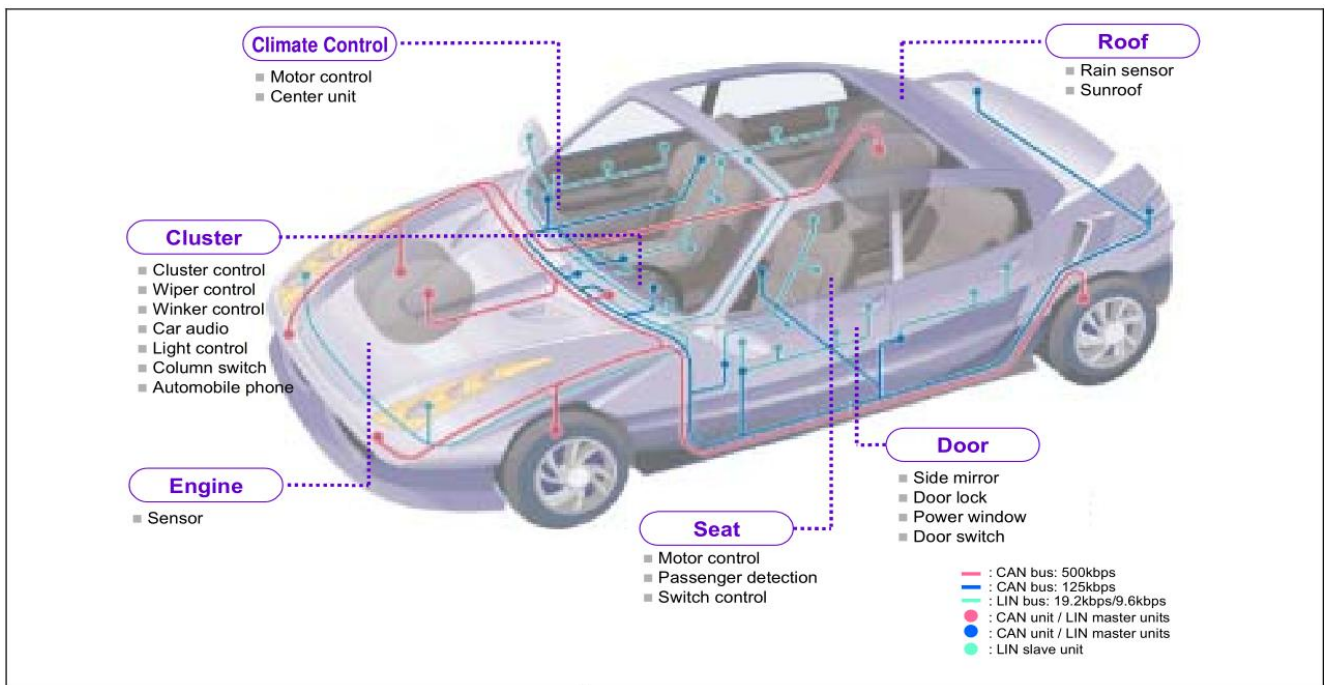
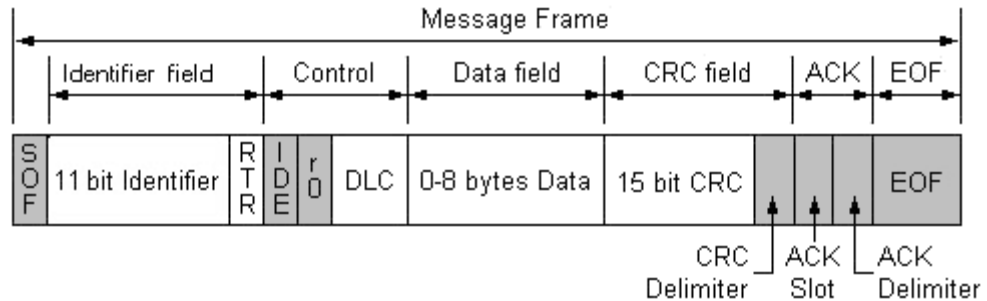
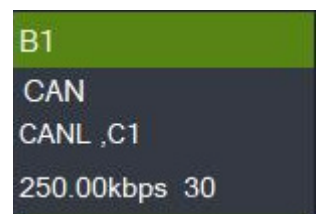


Рис. 14-12 Структура передаваемых данных и примеры использования протокола CAN

1. Bus+

Нажмите кнопку **Bus+** в правом нижнем углу экрана или нажмите клавишу **Bus** в зоне Vertical на передней панели прибора, чтобы открыть меню декодирования шины. Выберите протокол CAN и настройте отображение шины, вывод отображения в отдельном окне, формат отображения, список событий, вкладку, смещение и параметры декодирования. На дескрипторе Bus в правой нижней части экрана будут отображаться установленные значения и состояние.



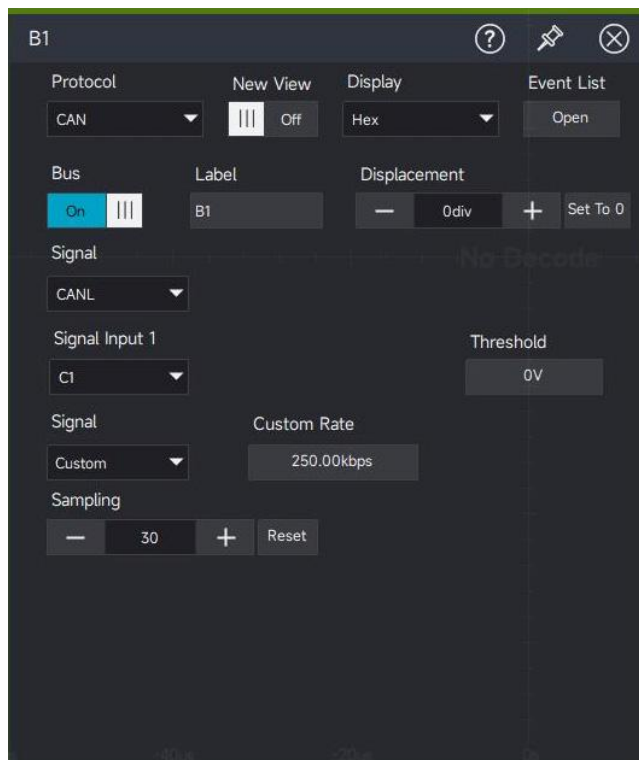


Рис. 14-13 Меню настройки декодирования CAN

- **Bus/Отображение шины:** переключатель включения или выключения отображения декодирования шины.
- **Display/Формат отображения:** задайте формат отображения для декодированной шины. Можно выбрать шестнадцатеричный, десятичный, двоичный, ASCII или Авто.
- **Event list/Список событий:** список событий отображает декодированные данные в табличном формате, включая номер строки, время, данные и проверенные данные на линии данных, что упрощает наблюдение за длинными потоками декодированных данных.
- **Label/Обозначение шины:** позволяет задать имя шины. После настройки оно будет отображаться на сигнале шины, что облегчает различение типов шин.
- **Displacement/Смещение:** настройте положение отображения шины с помощью кнопок **−** и **+**. Диапазон установки смещения: **-5.5 — +5.5 делений**.

2. Signal type/Тип сигнала

Установите, является ли подключенный сигнал текущего источника сигналом высокого уровня данных или низкого уровня данных. Можно установить CAN_H или CAN_L.

3. Signal input/Сигнальный вход

Любой из аналоговых C1–C4 или цифровых D0–D15 каналов может быть использован в качестве входного тактового сигнала для декодирования CAN.

4. **Signal rate/Скорость передачи:** 10 кбит/с, 20 кбит/с, 33.3 кбит/с, 50 кбит/с, 62.5 кбит/с, 83.3 кбит/с, 100 кбит/с, 125 кбит/с, 1 Мбит/с или пользовательская настройка.

5. Sampling point/Точка выборки

Точка выборки — это момент времени, в который осциллограф считывает уровень бита. Она выражается в процентах от отношения "времени от начала бита до точки выборки" к "длительности бита" и может быть установлена в диапазоне от 30% до 90%.



Рис. 14-14 Пример декодирования CAN

14.6 Протокол LIN

LIN (Local Interconnect Network) — представляет собой последовательный протокол связи, основанный на UART/SCI (Универсальный асинхронный приёмопередатчик / Последовательный интерфейс связи). По сравнению с шиной CAN, протокол шины LIN проще и не предъявляет высоких требований к микроконтроллерам, он может быть реализован с помощью базовых последовательных портов, что снижает стоимость.

В качестве вспомогательной шины для шины CAN шина LIN широко применяется в области управления кузовными системами автомобиля, такими как двери, окна, освещение и центральный замок. На следующем рисунке показана структура кадра (сообщения) LIN.

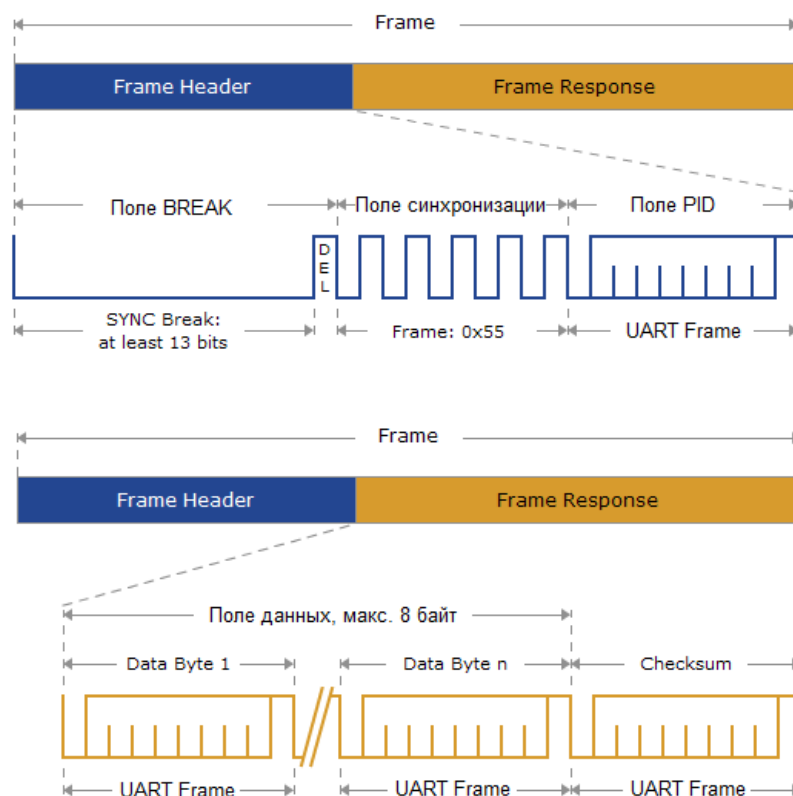


Рис. 14-15 Структура передаваемых данных по протоколу LIN

1. Bus+

Нажмите кнопку **Bus+** в правом нижнем углу экрана или нажмите клавишу **Bus** в зоне Vertical на передней панели прибора, чтобы открыть меню декодирования шины. Выберите протокол LIN и настройте отображение шины, вывод отображения в отдельном окне, формат отображения, список событий, вкладку, смещение и параметры декодирования. На дескрипторе Bus в правой нижней части экрана будут отображаться установленные значения и состояние.

B1	
LIN	LIN1.0
C1->0V	
9.60kbps	1

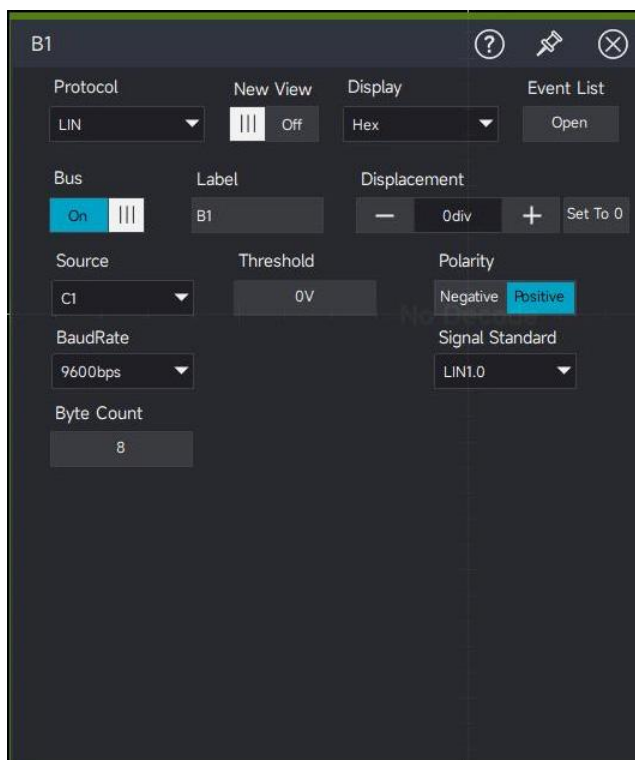


Рис. 14-16 Меню настройки декодирования LIN

- **Bus/Отображение шины:** переключатель включения или выключения отображения декодирования шины.
- **Display/Формат отображения:** задайте формат отображения для декодированной шины. Можно выбрать шестнадцатеричный, десятичный, двоичный, ASCII или Авто.
- **Event list/Список событий:** список событий отображает декодированные данные в табличном формате, включая номер строки, время, данные и проверенные данные на линии данных, что упрощает наблюдение за длинными потоками декодированных данных.
- **Label/Обозначение шины:** позволяет задать имя шины. После настройки оно будет отображаться на сигнале шины, что облегчает различение типов шин.
- **Displacement/Смещение:** настройте положение отображения шины с помощью кнопок **-** и **+**. Диапазон установки смещения: **-5.5 — +5.5 делений**.

2. Signal input/Сигнальный вход

Любой из аналоговых C1–C4 или цифровых D0–D15 каналов может быть использован в качестве входного тактового сигнала для декодирования LIN.

3. Polarity/Полярность сигнала

- **Negative/Отрицательная:** Инверсная полярность логического уровня, т.е. высокий уровень соответствует логическому 0, низкий уровень — логической 1.
- **Positive/Положительная:** Нормальная полярность логического уровня, т.е. высокий уровень соответствует логической 1, низкий уровень — логическому 0.

- **Threshold/Порог:** Определяет напряжение, по которому судят об уровне сигнала. Если напряжение сигнала превышает заданный порог, он считается высоким уровнем, если напряжение ниже порога — низким уровнем.

4. Baud rate/Скорость передачи данных

Скорость передачи LIN может быть выбрана пользователем: 2400 бит/с, 4800 бит/с, 9600 бит/с, 19200 бит/с или пользовательская настройка.

5. Signal standard/Стандарт сигнала

Выбор стандарта сигнала: LIN1.0 или LIN2.0.

6. Byte number/Количество бит

Установите длину поля данных (количество бит) для LIN. Можно установить от 1 до 8 бит.

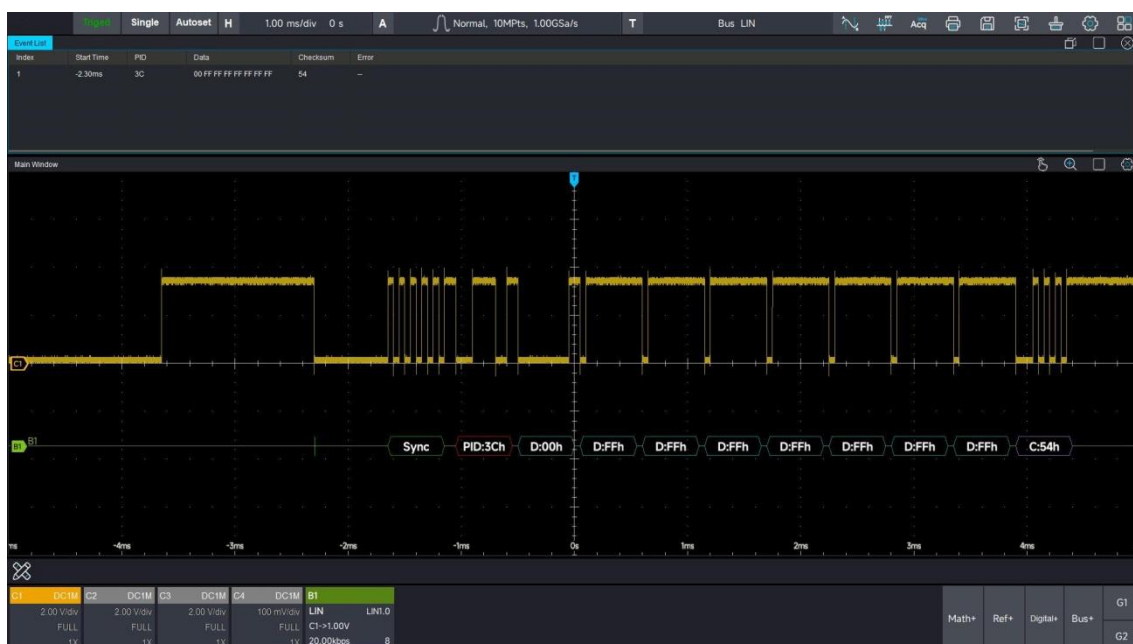


Рис. 14-17 Пример декодирования RS-LIN

15 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-4152 обеспечивают 48 видов автоматических измерений.

Доступ в меню настроек измерений осуществляется следующими способами.

- Нажмите кнопку **Meas** на передней панели прибора в поле **Function**. Если осциллограф был сброшен к заводским установкам, или ранее автоматические измерения не выводились, то по умолчанию включится измерения времени нарастания (Rise Time). Если ранее уже включались автоматические измерения, то прибор отобразит последние включенные измерения. Автоматические измерения отображаются в нижней части экрана, под областью отображения осциллограммы. Коснитесь поля любого из измерения для отображения меню настройки автоматического измерения. Затем коснитесь области поля Parameters, отобразится окно как показано на рисунке ниже.

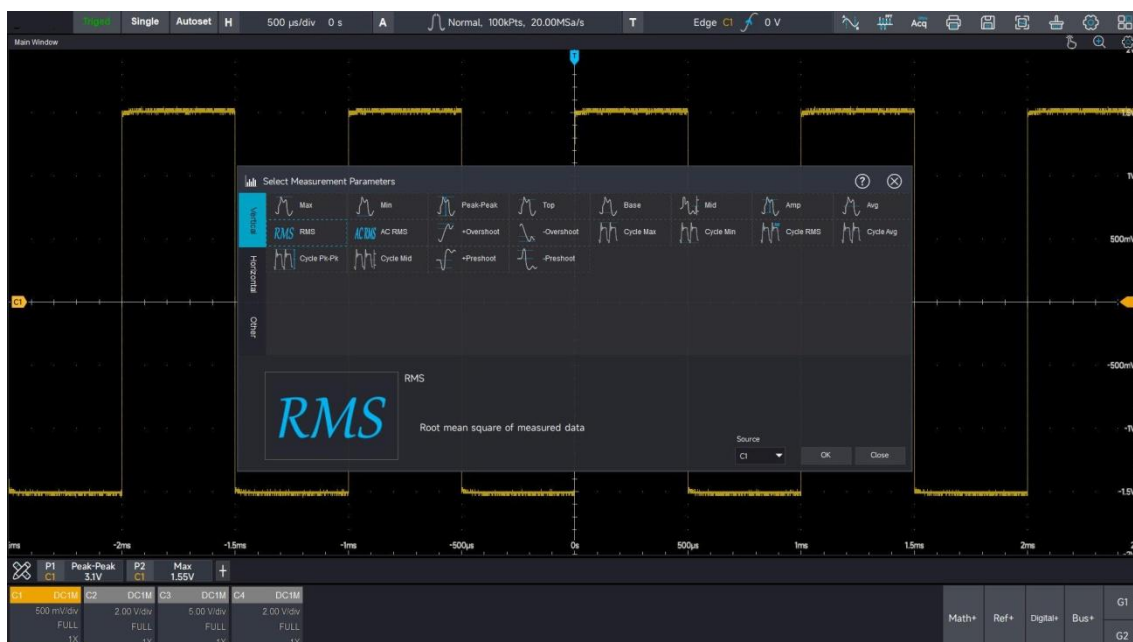


Рис. 15-1 Пример отображения меню автоматических измерений

- Если на экране в данный момент отображается хотя бы одно автоматическое измерение, коснитесь иконки  рядом с автоматическим измерением, для отображения меню настройки автоматических измерений.
- Коснитесь иконки  в левом нижнем углу экрана, затем в открывшемся меню коснитесь пункта **Meas**, для отображения или отключения автоматических измерений.
- По умолчанию, при активации автоматических измерений восстанавливаются параметры, измеренные ранее. Перейдите в меню настройки автоматических измерений одним из способов описанных выше. Автоматические измерения разделены на три группы, которые отображаются в виде вкладок в левой части меню: «Vertical/Вертикальные», «Horizontal/Горизонтальные» или «Other/Прочие». Выбранный параметр выделяется синей пунктирной рамкой, нажмите ОК для подтверждения выбора и вывода выбранного измерения на экран прибора.

15.1 Типы измерений

Осциллографы серии АК ИП-4152 могут автоматически измерять 48 параметров сигнала, разделенные по группам: амплитудные параметры (Vertical), временные параметры (Horizontal), прочие виды измерений (Other).

15.1.1 Амплитудные параметры

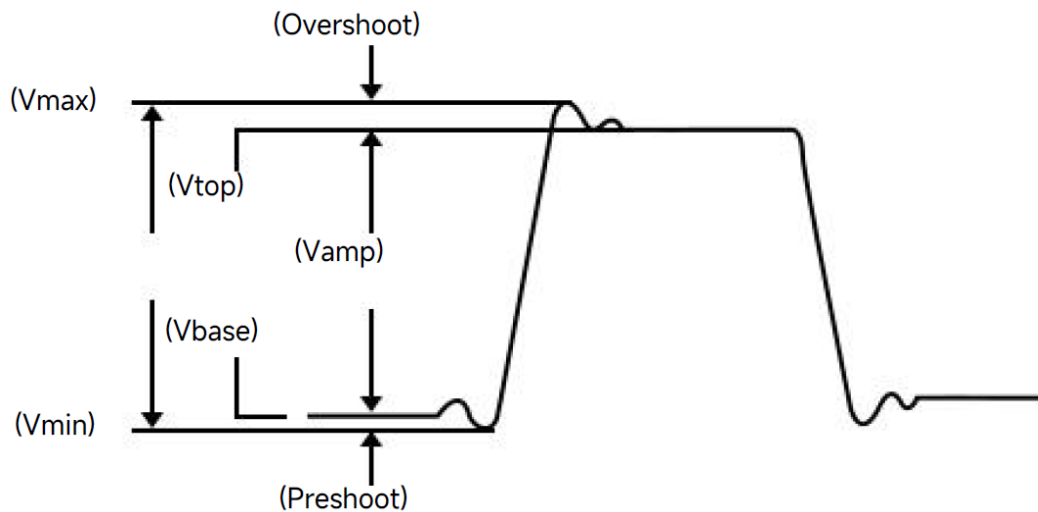


Рис. 15-2 Схематическое описание измерения амплитудных параметров

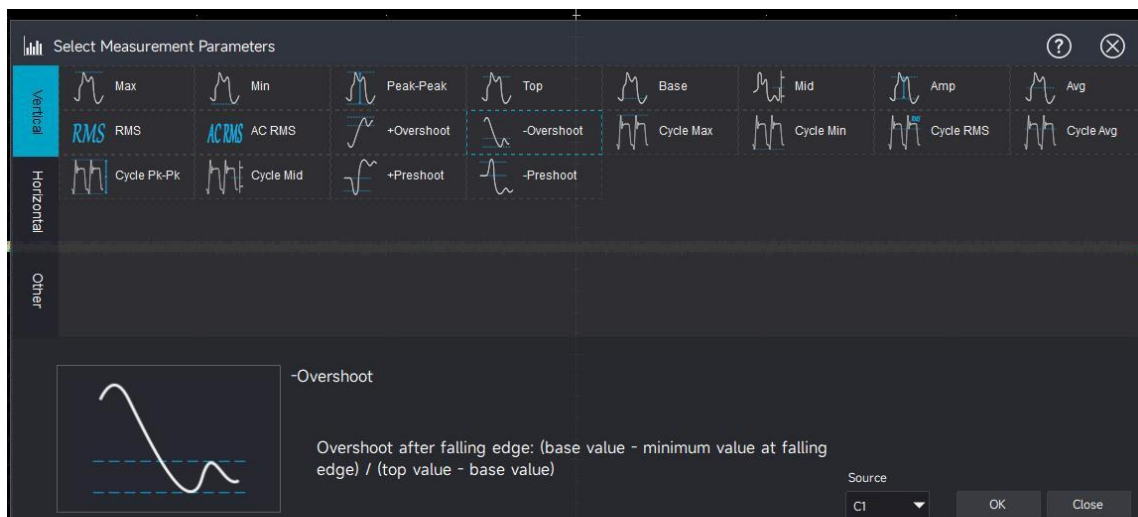


Рис. 15-3 Меню автоматических измерений амплитудных параметров



Максимум (Max)

Положительный пик напряжения относительно земли.

Минимум (Min)

Отрицательный пик напряжения относительно земли.

Пик-Пик (Pk-Pk)

Разность между положительным и отрицательным пиками напряжений (=Max – Min).

Верхнее значение (High)

Измерение верхнего значения плоской вершины осциллограммы относительно земли.

Нижнее значение (Low)

Измерение нижнего (базового) значения плоской вершины осциллограммы относительно земли.

Среднее (Middle)

Половина суммы значений напряжения в верхней и нижней части формы сигнала.

Амплитуда (Amp)

Разность между верхним и нижним значениями напряжений (=High – Low).

Среднее (Mean)

Усреднённое напряжение на экране.

СКЗ (RMS)

Измерение среднеквадратического значения (СКЗ)



AC СКЗ (AC RMS)

формы сигнала (квадратный корень из суммы квадратов значений сигнала, деленной на количество точек).

Измерение среднеквадратического значения (СКЗ) формы сигнала, за исключением постоянной составляющей.



Выброс+ (+OverSht)

Положительный выброс на вершине импульса, после завершения нарастания импульса.



Выброс- (-OverSht)

Отрицательный выброс у основания импульса, после завершения спада импульса.



Цикл Максимум (CycMax)

Положительный пик напряжения относительно земли, первого цикла.



Цикл Минимум (CycMin)

Отрицательный пик напряжения относительно земли, первого цикла.



Цикл СКЗ (CycRMS)

Измерение среднеквадратического значения (СКЗ) формы сигнала (квадратный корень из суммы квадратов значений сигнала, деленной на количество точек) первого цикла.



Цикл Среднее (CycMean)

Усреднённое напряжение первого цикла.



Цикл Пик-Пик (CycPk-Pk)

Разность между положительным и отрицательным пиками напряжений (=Max – Min), первого цикла.



Цикл Среднее (CycIdle)

Половина суммы значений напряжения в верхней и нижней части формы сигнала, первого цикла.



Предвыброс+ (+PreSht)

Предвыброс у основания импульса, перед нарастающим фронтом.



Предвыброс- (-PreSht)

Предвыброс на вершине импульса, перед спадающим фронтом.



Верхний уровень (Upper part)

Значение амплитуды на уровне 90%.



Нижний уровень (Lower part)

Значение амплитуды на уровне 10%.



Напряжение пересечения (Intersection voltage)

Напряжение, при котором два сигнала находятся на одном уровне одновременно.

15.1.2 Временные параметры

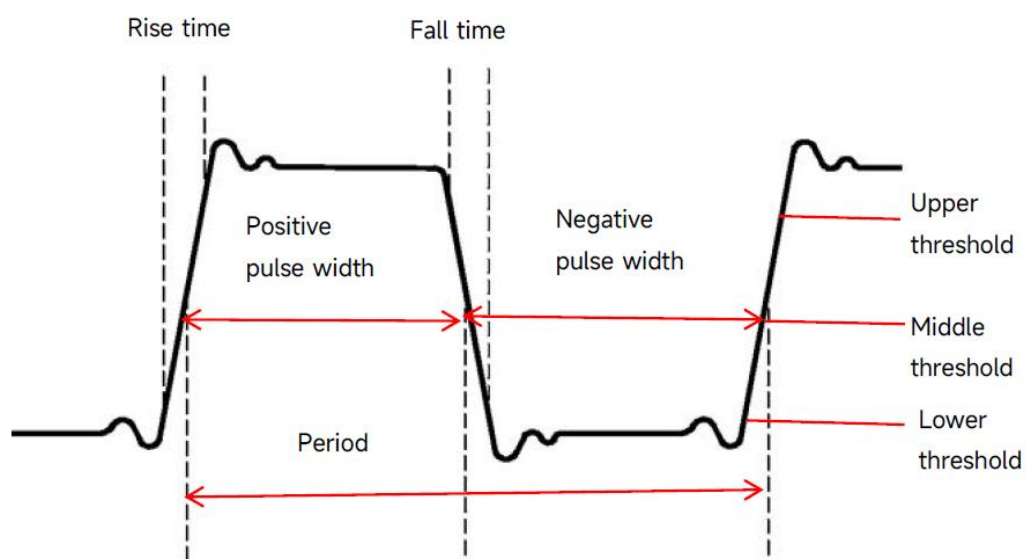


Рис. 15-4 Схематичное описание измерения временных параметров

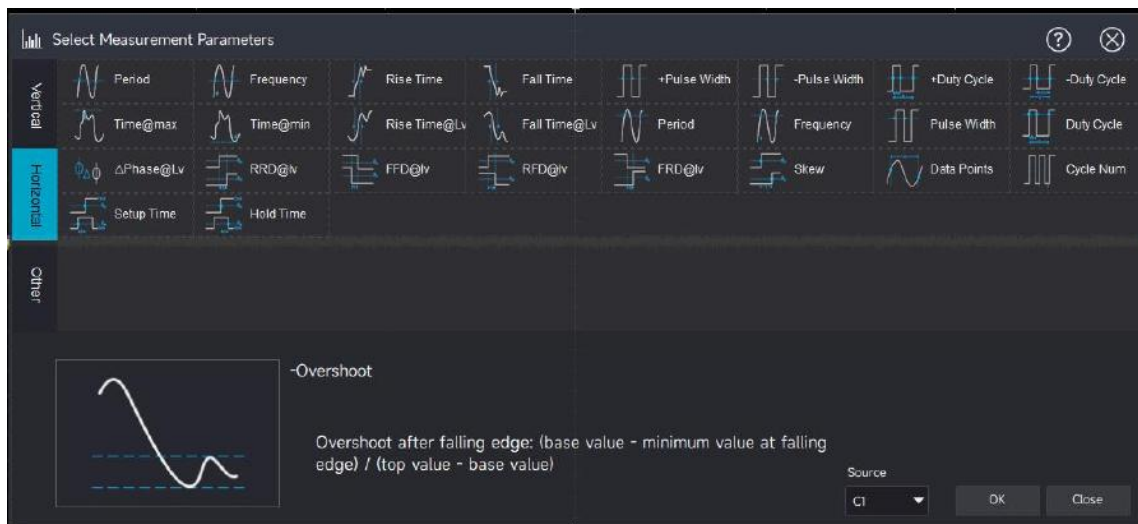


Рис. 15-5 Меню автоматических измерений временных параметров



Период (Period)

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



Частота (Frequency)

Частота сигнала(=1/T)



Время нарастания (Rise)

Время нарастания импульса от нижнего до верхнего порогового уровня (10%~90%).



Время спада (Fall)

Время спада импульса от верхнего до нижнего порогового уровня (90%~10%).



+Длительность (+Widht)

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



-Длительность (-Widht)

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



+Скважность (+Duty)

Отношение длительности положительного импульса в сигнале к периоду сигнала = (Длительность+/T) x 100%.



-Скважность (-Duty)

Отношение длительности отрицательного импульса в сигнале к периоду сигнала = (Длительность-/T) x 100%.



Время @Макс. (Time @Max)

Момент времени, соответствующий первому максимальному значению.



Время @Мин. (Time @Min)

Момент времени, соответствующий первому минимальному значению.



Время нарастания по уровням (Rising time @Lv)

Время нарастания импульса между пользовательскими уровнями.



Время спада по уровням (Falling time @Lv)

Время спада импульса между пользовательскими уровнями.



Период по уровню (Period @Lv)

Период сигнала (T) – интервал между двумя последовательными точками на фронтах одинаковой полярности, по пользовательскому уровню.



Частота по уровню (Frequency @Lv)

Частота сигнала(=1/T), по пользовательскому уровню.



Длительность по уровню (Pulse width @Lv)

Длительность импульса, измеренная на заданном уровне сигнала.



Скважность по уровню (Duty ratio @Lv)

Коэффициент заполнения, измеренный на заданном уровне сигнала.



Разность фаз по уровню (Phase difference @Lv)

Расчёт разности фаз на уровне 50% между первыми фронтами нарастания двух сигналов.



Разница по передним фронтам на уровне (RRD@Lv)

Расчёт временной разницы на заданном уровне между первыми фронтами нарастания двух сигналов.



Разница по задним фронтам на уровне (FFD@Lv)

Расчёт временной разницы на заданном уровне между первыми фронтами спада двух сигналов.



Разница по фронту-срезу на уровне (RFD@Lv)

Расчёт временной разницы на заданном уровне от фронта нарастания первого сигнала до фронта спада второго сигнала.



Разница по срезу-фронту на уровне (FRD@Lv)

Расчёт временной разницы на заданном уровне от фронта спада первого сигнала до фронта нарастания второго сигнала.



Смещение (Offset)

Расчёт временной разницы от первого фронта (50% уровня) до маркера синхронизации.



Количество данных (Data count)

Количество точек выборки данных формы сигнала, участвующих в измерении.



Количество периодов (Periodic number)

Количество циклов в периодическом сигнале.



Длительность пакета (Burst width)

Расчёт длительности, в течение которой промежуточный опорный уровень превышает несколько раз подряд.



Время установки (Setup time)

Время от момента превышения заданного промежуточного опорного уровня на источнике данных до ближайшего момента превышения заданного промежуточного опорного уровня на источнике тактового сигнала.



Время удержания (Hold time)

Время от момента превышения заданного промежуточного опорного уровня на источнике тактового сигнала до ближайшего момента превышения заданного промежуточного опорного уровня на источнике данных.

15.1.3 Прочие измерения

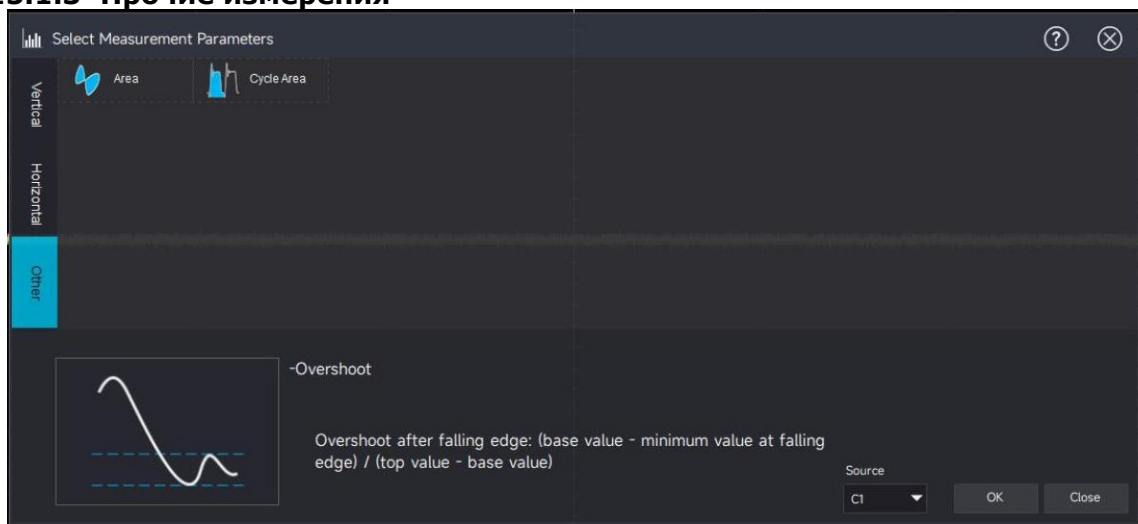


Рис. 15-6 Меню прочих измерений



Площадь (Area)

Алгебраическая сумма произведения напряжения и времени для всех точек на экране.




ЦиклПлощадь (CycArea)

Алгебраическая сумма произведения напряжения и времени для всех точек в пределах одного периода сигнала.

15.2 Отображение всех измерений

Нажмите кнопку **Quick Meas** на передней панели прибора в поле **Function**, чтобы



вывести на экране таблицу всех автоматических измерений Или коснитесь иконки  в левом нижнем углу экрана, в открывшемся меню выберите **Quick Meas** для отображения таблицы измерений.

Значения автоматических измерений в таблице выделяются цветом соответствующим каналу для которого выполняются измерения.

Если отображается «---», в место измеренного значение, это означает, что к текущему измерительному источнику не подключен сигнал или результат измерения находится вне допустимого диапазона (слишком большой или слишком малый).



Parameter	Value	Parameter	Value	Parameter	Value	Parameter	Value	Parameter	Value
Max	1.55V	Min	-1.55V	Peak-Peak	3.1V	Top	1.517V	Base	-1.517V
Mid	0V	Amp	3.033V	Avg	-663.667µV	RMS	1.512V	AC RMS	1.512V
+Overshoot	0.00%	-Overshoot	0.00%	Area	2.796µVs	Period	1ms	Frequency	1000Hz
Rise Time	40.222ns	Fall Time	40.001ns	+Pulse Wdth	500µs	-Pulse Wdth	500µs	+Duty Cycle	50.00%
-Duty Cycle	50.00%	Time@max	446.6µs	Time@min	4.245ms	Cycle Max	1.55V	Cycle Min	-1.533V
Cycle RMS	1.512V	Cycle Avg	-503.333µV	Cycle PK-Pk	3.083V	Cycle Area	604.167nVs	Cycle Mid	8.333mV
Skew	249.975µs	Data Points	100k	Cycle Num	4	+Preshoot	0.00%	-Preshoot	0.55%


Рис. 15-7 Пример отображения таблицы измерения для канала 1

Для изменения источника автоматических измерений в таблице, необходимо коснуться пункта с активным в данный момент источником, в нижнем правом углу таблицы (C1 на рисунке выше). И в выпадающем списке выбрать аналоговый канал в качестве источника автоматических измерений.

15.3 Статистика измерений

Осциллографы серии АКП-4152 в реальном времени выполняют расчёт и анализ добавленных в текущий момент параметров автоматических измерений на основе количества



выборок. Коснитесь иконки  в нижнем левом углу, чтобы открыть меню и выбрать в нем функцию статистики (**Statistics**). Поддерживается статистика по **максимальному, минимальному, среднему значению, стандартному отклонению и количеству выборок.**

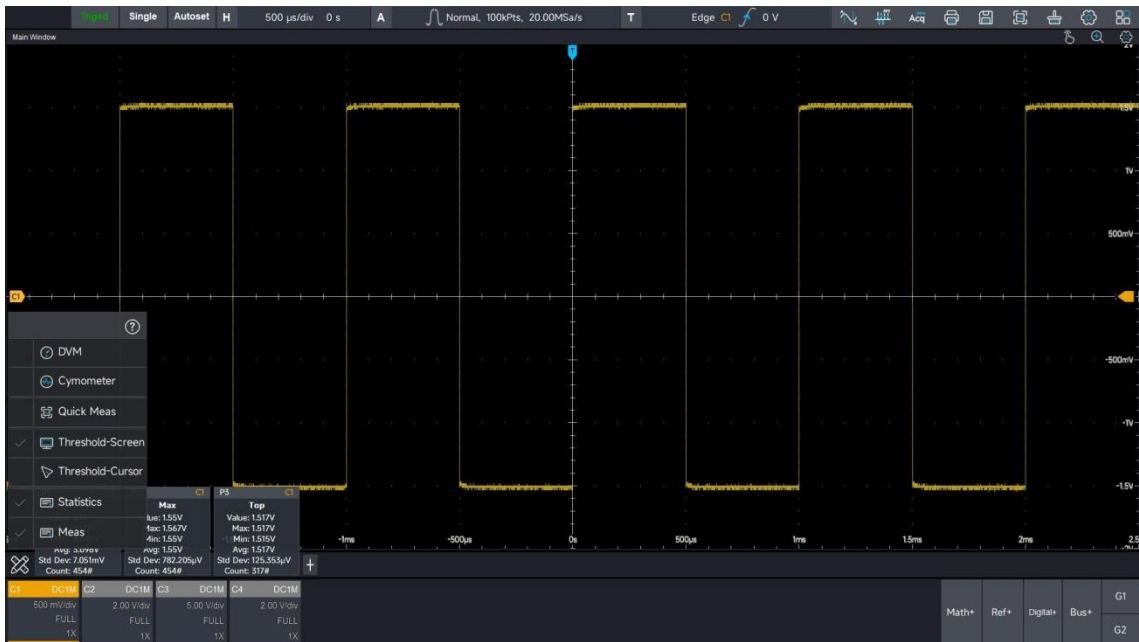



Рис. 15-8 Отображение статистики автоматических измерений

15.4 Автоматические измерения по ограниченному диапазону

Осциллографы серии АКП-4152 позволяют пользователю ограничить диапазон

автоматических измерений с помощью курсоров. Коснитесь иконки  в нижнем левом углу, чтобы открыть меню и выбрать в нем функцию ограничения диапазона измерений, на выбор есть два вариант.

Измерение по порогу – экран (Threshold Measurement-screen): означает, что текущий диапазон измерения параметров использует весь экран в качестве области измерения.

Измерение по порогу – курсоры (Threshold Measurement-cursor): означает, что текущий диапазон измерения параметров использует выборки в пределах курсоров в качестве области измерения. В данном режиме на экране прибора отображаются два курсора **Ax** и **Bx**. Перемещая данные курсоры можно изменять диапазон для автоматических измерений.

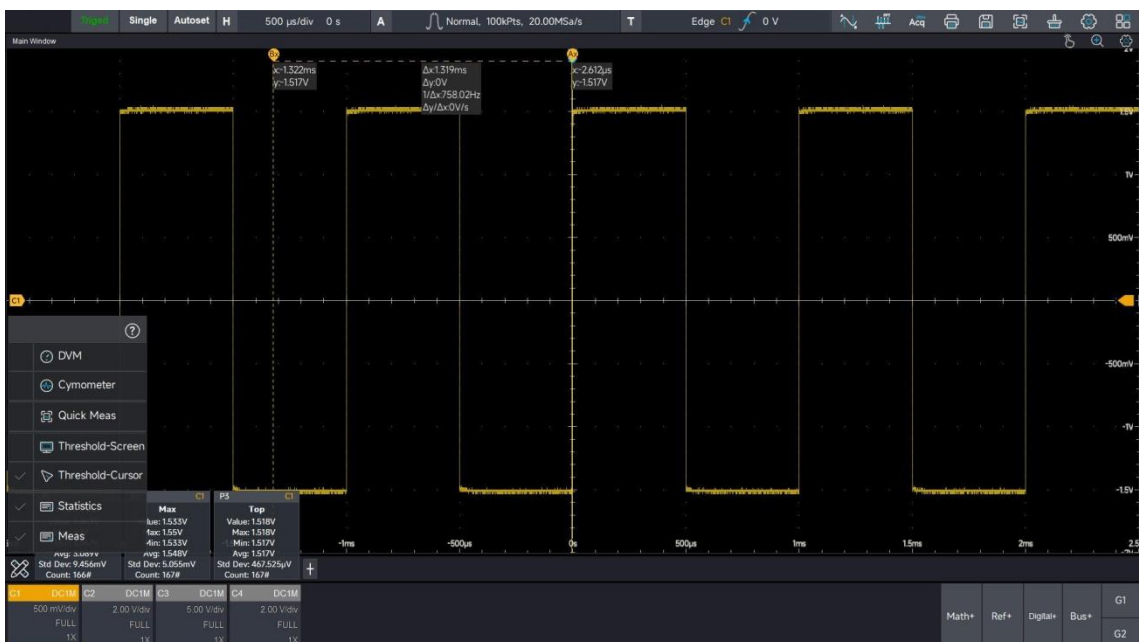


Рис. 15-9 Пример отображения ограничения диапазона автоматических измерений

16 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.

Для включения курсорных измерений нажмите кнопку **CURSORS** на передней панели прибора в поле **Function**. Для активации меню настройки курсорных измерений коснитесь

иконки .

16.1 Меню курсорных измерений

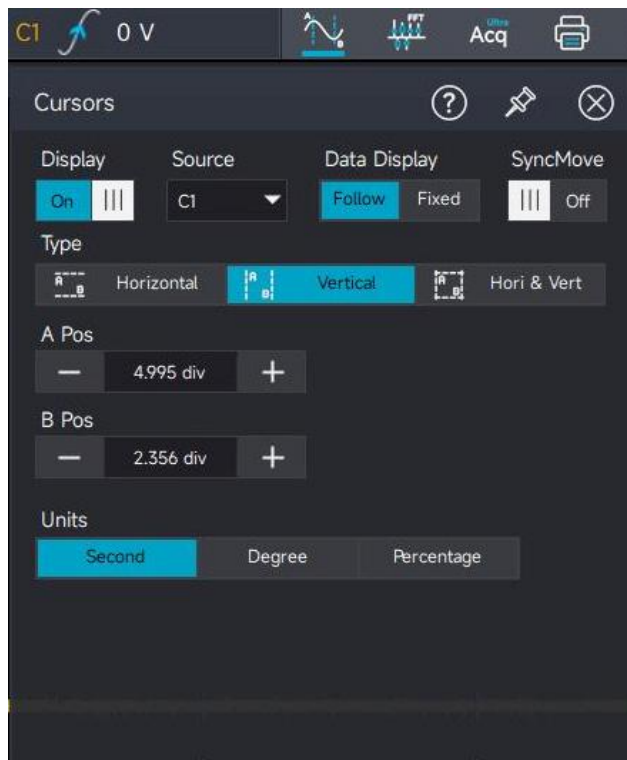






Рис. 16-1 Меню настройки курсорных измерений

1. **Display/Отображение:** Переключатель в положении «ON/ВКЛ» указывает, что режим курсорных измерений включен. Переключатель в положении «OFF/ВЫКЛ» указывает, что режим курсорных измерений отключен.
2. **Source/Источник**
Выбора источника курсорных измерений: C1, C2, C3, C4, Math (Математика), Ref (Опорный)
3. **Type/Тип**
 - Horizontal/Горизонтальный – измерение времени/частоты.
 - Vertical/Вертикальный – измерение напряжения/мощности.
4. **A position/Позиция A:** Позиция курсора A на экране в единицах делений (div). Можно регулировать вращением ручки регулятора в области **Function** на передней панели прибора, нажатием кнопок  и  для настройки позиции A в окне курсорных измерений или щелчком по позиции A для вызова цифровой клавиатуры для настройки.
5. **Позиция B (B position):** Позиция курсора B на экране в единицах делений (div). Можно регулировать вращением ручки регулятора в области **Function** на передней панели прибора, нажатием кнопок  и  для настройки позиции A в окне курсорных измерений или щелчком по позиции B для вызова цифровой клавиатуры для настройки.

6. **Data display/Отображение данных:**
 - Follow/Следящий – отображение данных непосредственно на курсоре.
 - Fixed/Фиксированный – отображение данных в отдельном окне, в таблице, с возможностью перемещения окна.
7. **Synchronous movement/Синхронное перемещение:** Эта функция по умолчанию отключена. Перемещение курсора А или курсора В не влияет на положение другого курсора. Когда синхронное перемещение включено, рядом с В появится значок, при перемещении курсора В курсор А будет следовать за ним, сохраняя относительное расстояние. Перемещение курсора А не влияет на курсор В.
8. **Horizontal unit/Горизонтальная единица измерения:** V (вольты), % (проценты).
9. **Vertical unit/Вертикальная единица измерения:** с (секунды), ° (градусы), % (проценты).

16.2 Курсорные измерения во временной области

Источник курсорных измерений: аналоговые каналы (C1...C4), математические каналы (Math), опорные осциллограммы (Ref).

16.2.1 Вертикальные измерения

Выберите тип курсора "**Vertical/Вертикальный**" в меню курсорных измерений.

- "**X**" — показывает измеренный результат времени для канала.
- "**Y**" — показывает измеренный результат напряжения в точке пересечения активного канала и курсора.
- " **ΔX** " — показывает абсолютное значение разности времени, измеренной двумя курсорами А и В.
- " **ΔY** " — показывает абсолютное значение разности напряжения, измеренной двумя курсорами А и В.
- " **$I/\Delta X$** " — показывает величину, обратную разности времени, измеренной двумя курсорами А и В (указывает частоту сигнала между двумя курсорами А и В).
- " **$\Delta Y/\Delta X$** " — показывает абсолютное значение изменения напряжения между двумя точками А и В на единицу времени.

16.2.2 Горизонтальные измерения

Выберите тип курсора "**Horizontal/Горизонтальный**" в меню курсорных измерений.

- "**Y**" — показывает измеренный результат напряжения для курсора.
- " **ΔY** " — показывает абсолютное значение разности напряжения, измеренной двумя курсорами А и В.



Рис. 16-2 Курсорные измерения во временной области

16.3 Курсорные измерения в частотной области

Источник курсорных измерений: математические каналы (Math).

16.3.1 Вертикальные измерения

Выберите тип курсора "**Vertical/Вертикальный**" в меню курсорных измерений.

Амплитудный спектр в режиме БПФ:

- "**X**" — показывает измеренное значение частоты канала.
- "**Y**" — показывает измеренное значение амплитуды/мощности на частоте пересечения активного канала и курсора.
- " **ΔX** " — показывает абсолютное значение разности частот, измеренной двумя курсорами A и B.
- " **ΔY** " — показывает абсолютное значение разности амплитуды/мощности, измеренной двумя курсорами A и B.
- " **$1/\Delta X$** " — показывает величину, обратную разности частот, измеренной двумя курсорами A и B (указывает временной интервал между двумя курсорами A и B).
- " **$\Delta Y/\Delta X$** " — показывает абсолютное значение изменения амплитуды/мощности между двумя точками A и B на единицу частоты.

16.3.2 Горизонтальные измерения

Выберите тип курсора "**Horizontal/Горизонтальный**" в меню курсорных измерений.

Амплитудный спектр в режиме БПФ:

- "**Y**" — показывает измеренное значение амплитуды/мощности для курсора.
- " **ΔY** " — показывает абсолютное значение разности амплитуды/мощности, измеренной двумя курсорами A и B.




Рис. 16-3 Курсорные измерения в частотной области

17 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ И БФ

Осциллографы серии АК ИП-4152 поддерживают широкий набор математических операций, включая базовые вычисления, БФ (FFT), цифровую фильтрацию, расширенные операции и пользовательские функции.

Для входа в меню математических функций нажмите вкладку «**Math +**» расположенную в нижней правой части экрана или нажмите кнопку **Math** на передней панели прибора в области Vertical. Данное меню позволяет выполнить настройку вертикального масштаба, вертикального положения, горизонтального масштаба и горизонтального положения математического сигнала. Также во вкладке математического сигнала можно настроить единицы измерения для математических операций по выбору пользователя.

При выводе на экране, математическая осциллограмма помечается курсором , который расположен в левой части экрана.

Осциллографы серии АК ИП-4152 поддерживают 8 математических канала: M1 ... M8, и обеспечивают отображение результирующей математической осциллограммы в отдельном окне, а также можно задать цвет метки и канала. Находясь в меню **Math** выбирайте вкладку нужного математического канала (Math1 ... Math4) для выполнения его настроек. В качестве примера, далее в этом разделе, приведены настройки канала M1.

Каждый математический канал имеет свой дескриптор, расположенный в нижней части экрана, рядом с аналоговыми каналами и имеет свой цвет, связанный с цветом осциллограммы математического канала. Так же заголовок меню настроек математического канала имеет то же цвет. Для доступа в меню настроек математического канала, при условии что уже открыто несколько математических каналов и на экране отображаются их дескрипторы, необходимо коснуться нужного дескриптора математического канала.

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
1.00 /div 500 μV/div C1+C2	1.00 /div 500 μV/div C1+C2	1.00 /div 500 μV/div C1+C2	1.00 /div 500 μV/div C1+C2	1.00 /div 500 μV/div C1+C2	1.00 /div 500 μV/div C1+C2	1.00 /div 500 μV/div C1+C2	1.00 /div 500 μV/div C1+C2

Рис. 17-1 Дескрипторы математических каналов

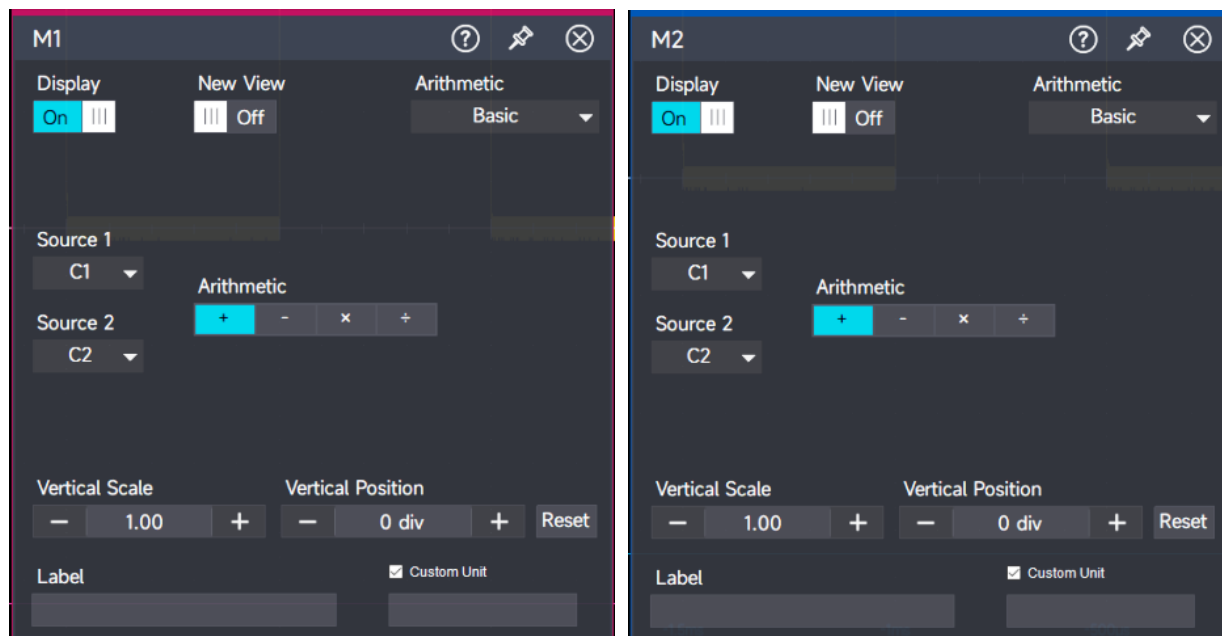


Рис. 17-2 Меню настроек математических каналов M1 и M2

17.1 Базовые арифметические операции

В арифметических операциях могут участвовать аналоговые сигналы, математические сигналы и сигналы опорных осциллограмм (Reference). К базовым арифметическим операциям относятся: сложение («+»), вычитание («-»), умножение («x») и деление («÷»)

Операторы: «+», «-», «x», «÷»

- **+ (Сложение)**: Сигнал источника 1 и сигнал источника 2 складываются поточно.

- - (**Вычитание**): Сигнал источника 2 вычитается из сигнала источника 1 поточечно.
- **x** (**Умножение**): Сигнал источника 1 и сигнал источника 2 перемножаются поточечно.
- **÷** (**Деление**): Сигнал источника 1 делится на сигнал источника 2 поточечно.

Порядок действий:

1. Находясь в меню настройки математического канала, необходимо выбрать одну из базовых арифметических операций коснувшись соответствующего оператора под полем **Arithmetic**.
2. Выбрать источник математической операции: коснувшись поля под пунктами **Source1** и **Source2**. Выбрать, в выпадающем меню, источник математической операции.
3. При необходимости вывести отображение математического канала в отдельном окне коснуться переключателя **New View**.

17.2 Быстрое преобразование Фурье

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.

Порядок действий:

1. Находясь в меню настройки математического канала коснуться поля под пунктом меню **Arithmetic**, в выпадающем меню выбрать тип математической операции **FFT/БПФ**.
2. Выбрать источник БПФ, коснувшись поля под пунктом **Source**, затем в выпадающем меню выбрать источник.
3. Выбор вертикальной единицы измерения: **Units**.
Измерение уровня сигнала: **Vrms/Вскз** или **dBm/дБм**.
Vrms и **dBm** отображают вертикальную амплитуду в линейном масштабе (вольты среднеквадратического значения) и в логарифмическом масштабе (децибелы относительно 1 мВт) соответственно. Если требуется отобразить спектр БПФ с большим динамическим диапазоном, рекомендуется использовать **dBm**.
4. Настройка частотного диапазона.
 - **Center frequency/Центральная частота**: Задаёт частоту для центральной точки отображения спектра БПФ.
 - **Span/Полоса обзора**: Задаёт диапазон развертки спектра БПФ. Центральная частота используется как точка отсчета, а левая и правая полосы пропускания составляют по половине значения Span в каждую сторону.
5. Количество точек БПФ: **Points**.
Данный пункт позволяет задать число точек для создания ПБФ спектрограммы. Чем больше число точек, тем достовернее и детализированнее отображаемый спектр сигнала, но тем медленнее скорость развертки. Коснитесь поля **Points** и в выпадающем меню выберите число точек: 1KPts, 2KPts, 4KPts, 8KPts, 16KPts, 32KPts, 64KPts, 128KPts, 256KPts, 512KPts, 1MPts.

6. Выбор оконной функции: **Window/Окно**.

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 четыре параметра 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 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 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 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.

7. Выбор типа отображаемого спектра: **Output**.

- **Magnitude spectrum/Амплитудный спектр**
- **Power spectrum/Спектр мощности**
- **Psd (power spectral density)/Спектральная плотность мощности (СПМ)**
- **Real part/Действительная часть**
- **Imaginary part/Мнимая часть**
- **Phase spectrum/Фазовый спектр**


8. Выбор режима отображения: Mode.
По умолчанию БПФ открывается в отдельном окне. Чтобы отобразить график на полном экране, нажмите значок  в правом верхнем углу экрана.




Рис. 17-3 Пример отображения спектра сигнала в режиме БПФ

Рекомендация при работе с БПФ

Сигнал, содержащий постоянную составляющую (DC) или смещения, может вызывать погрешности или смещения в компонентах спектра БПФ. Для уменьшения постоянной составляющей можно установить для канала режим связи по входу **АС**.

17.2.1 Маркеры пиков в режиме БПФ

Коснитесь значка  в правом верхнем углу окна БПФ, чтобы включить функцию отображения маркеров пиков.

1. Выбор источника маркера
Осциллографы серии АКИП-4152 поддерживают одновременное открытие до 8 математических каналов. В качестве источника можно выбрать M1–M8.
2. Выбор порога и количества маркеров
 - **Threshold/Порог** - определяет уровень сигнала, начиная с которого будут отображаться маркеры пиков.
 - **Number of Markers/Количество маркеров** - определяет, сколько пиков может быть отмечено. Диапазон установки — от 1 до 11.
3. Выбор типа отсчета маркера
 - **Absolute Value/Абсолютное значение**: Отображает абсолютное значение частоты и амплитуды для каждого маркера.
 - **Increment/Приращение**: Отображает абсолютную разность частот и абсолютную разность амплитуд между первым и вторым маркерами и так далее для последующих пар.
4. **Automatic Marker/Включение автоматического отслеживания маркеров**
Когда функция автоматического отслеживания маркеров включена, осциллограф будет отмечать пики в реальном времени.



Рис. 17-4 Маркеры пиков в режиме БПФ

17.3 Цифровые фильтры

Математическая функция цифровых фильтров помогает обработать входной сигнал с источника и получить в математическом канале сигнала с наложенным фильтром.

Порядок действий:

1. Перейти в меню настроек математического канала.
2. Выбрать пункт меню **Arithmetic**, в выпадающем меню выбрать тип математической операции **Filter/Фильтр**.

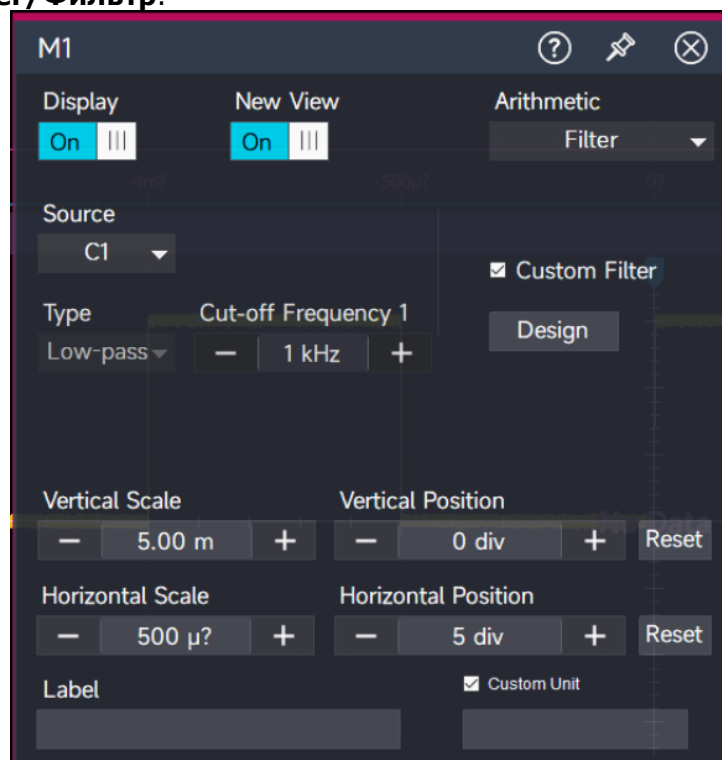


Рис. 17-5 Меню настроек цифровых фильтров

3. Для выбора типа фильтра необходимо коснуться пункта **Type** и затем в выпадающем меню выбрать фильтр.
 - **Low-pass/Фильтр нижних частот (ФНЧ):** Пропускаются только сигналы, частота источника которых ниже текущей частоты среза «Cut-off frequency 1».
 - **High-pass/Фильтр верхних частот (ФВЧ):** Пропускаются только сигналы, частота источника которых выше текущей частоты среза «Cut-off frequency 1».

- **Band-pass/Полосовой фильтр:** Пропускаются только сигналы, частота источника которых выше текущей частоты среза «Cut-off frequency 1» и ниже текущей частоты среза «Cut-off frequency 2».
 - **Band/stop/Режекторный (заграждающий) фильтр:** Пропускаются только сигналы, частота источника которых ниже текущей частоты среза «Cut-off frequency 1» или выше текущей частоты среза «Cut-off frequency 2».
4. В зависимости от выбранного типа фильтра задать верхнюю или нижнюю частоту среза.
- **Cut-off frequency 1/Частота среза 1**
 Может быть установлена нажатием кнопок **-** и **+** в меню математических операций или введена с помощью цифровой клавиатуры.
 - **Cut-off frequency 2/Частота среза 2**
 Может быть установлена нажатием кнопок **-** и **+** в меню математических операций или введена с помощью цифровой клавиатуры.
 - В режимах ФНЧ/ФВЧ параметр " **Cut-off frequency 2/Частота среза 2**" неактивен, и соответствующее меню скрыто.

Внимание! Диапазон доступных частот среза связан с текущей установкой горизонтальной развертки (time base).

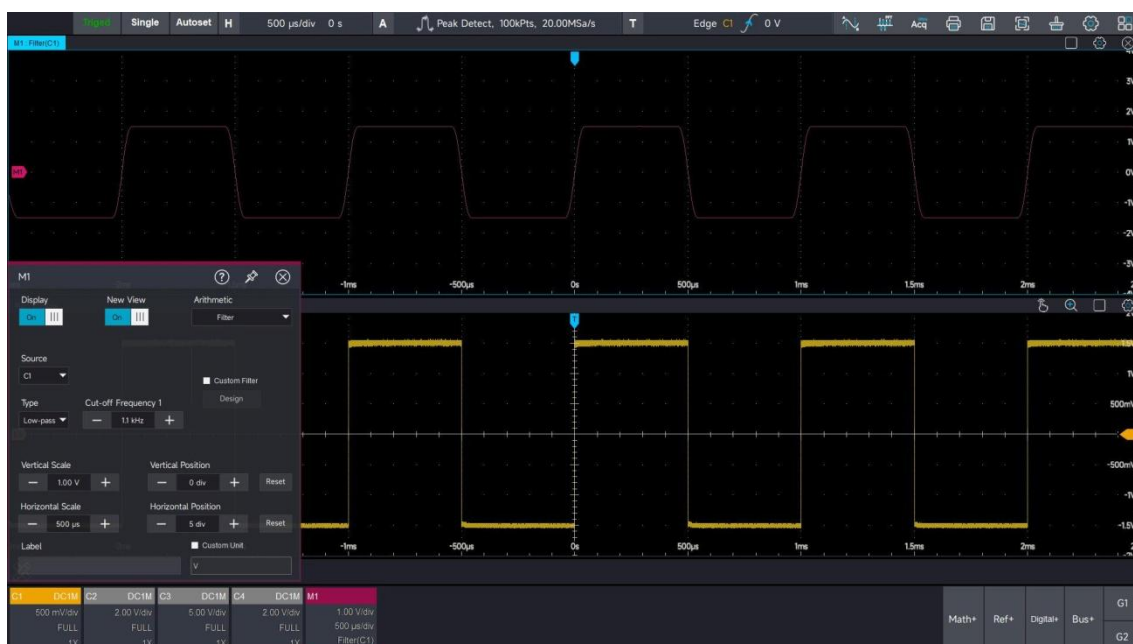


Рис. 17-6 Применение цифрового фильтра

5. Для создания пользовательского фильтра, необходимо установить галочку в поле **Custom filter**, а затем коснуться кнопки **Design**. Отобразится окно создания пользовательского фильтра.
- Load** – вызвать из памяти ранее созданный фильтр.
 - Save** – сохранить созданный фильтр.
 - Design** – применить заданные настройки, создать фильтр.
 - OK** – применить созданный фильтр в качестве математической функции.

17.4 ERes

Режим высокого разрешения обладает двумя характеристиками:

- При любых условиях каждый фильтр использует фиксированное количество выборок, что повышает разрешение (т.е. способность различать близко расположенные уровни напряжения). Это позволяет эффективно повысить разрешение независимо от того, содержит ли сигнал шум, является ли он однократным или повторяющимся.
- Может быть улучшено отношение сигнал/шум (SNR). Это зависит от характера шума в исходном сигнале. Режим повышенного разрешения снижает полосу пропускания сигнала, что позволяет отфильтровать часть шума.

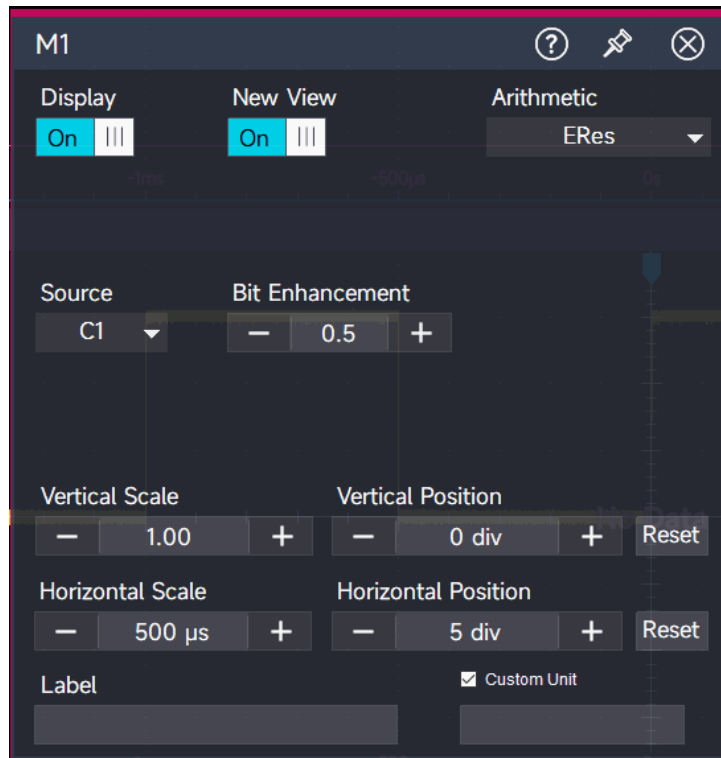
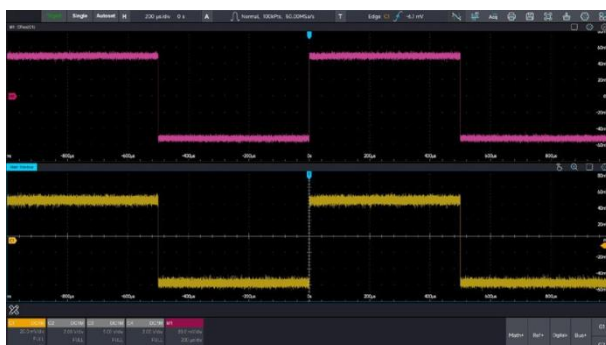


Рис. 17-7 Меню Eres

Порядок действий:

1. Перейти в меню настроек математического канала.
2. Выбрать пункт меню **Arithmetic**, в выпадающем меню выбрать тип математической операции **Eres**.
3. Выбрать источник сигнала для математической операции: **Source**.
4. Задать число дополнительных бит, в диапазоне от 0,5 до 3, с шагом 0,5 бит: **Bit Enhancement**.



Необработанный сигнал



Улучшено разрешение, добавлено 3 бита

17.5 Расширенный математические функции

Осциллографы серии АК ИП-4152 поддерживают встраивание программ Matlab и визуализацию данных, результаты выполнения программ отображаются непосредственно на осциллографе.

Порядок действий:

1. Запуск Matlab

В меню **"Math"** выберите **"Advanced Operation"**, установите тип библиотеки исполнения как **"Matlab"**, нажмите на компилятор кода (**Code Editing**) — откроется редактор кода Matlab. Подключив клавиатуру, можно напрямую вводить код Matlab или импортировать готовый код. Нажмите **"Run"** один раз, чтобы получить результат выполнения программы.

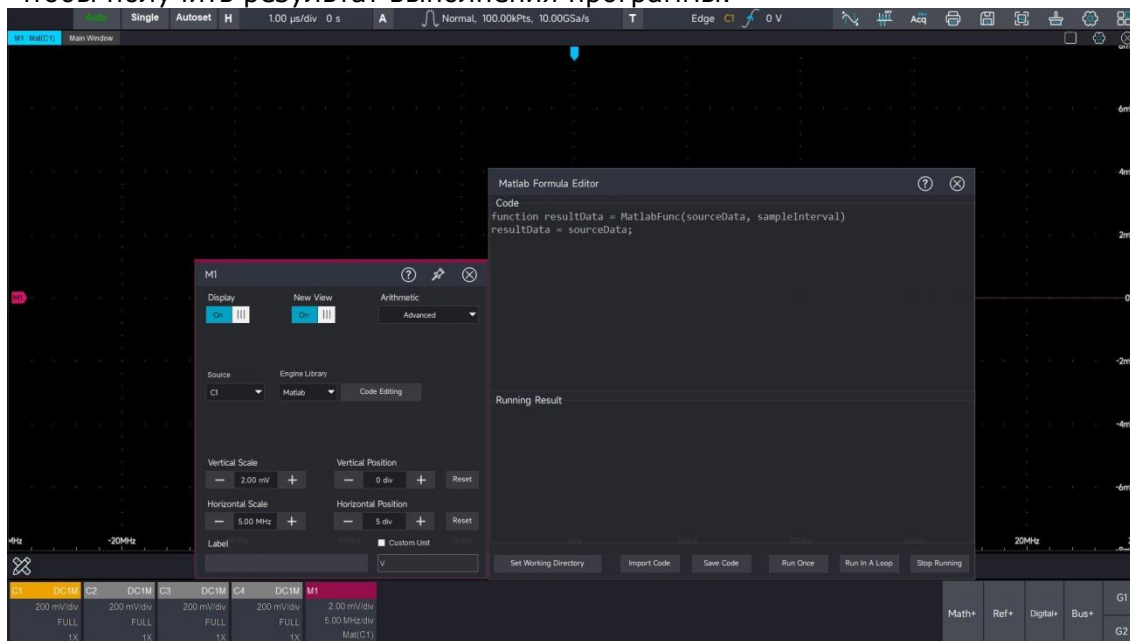


Рис. 17-8 Запуск Matlab

2. Установка рабочего каталога

Рабочий каталог — это путь по умолчанию для компиляции файлов в редакторе кода. Уровень вложенности рабочего каталога можно изменить, нажимая кнопки «+» и «-». Нажмите значок «folder/папка», чтобы выбрать директорию в качестве рабочей папки компилятора. По умолчанию будет открыт рабочий каталог для сохранения и импорта кода.

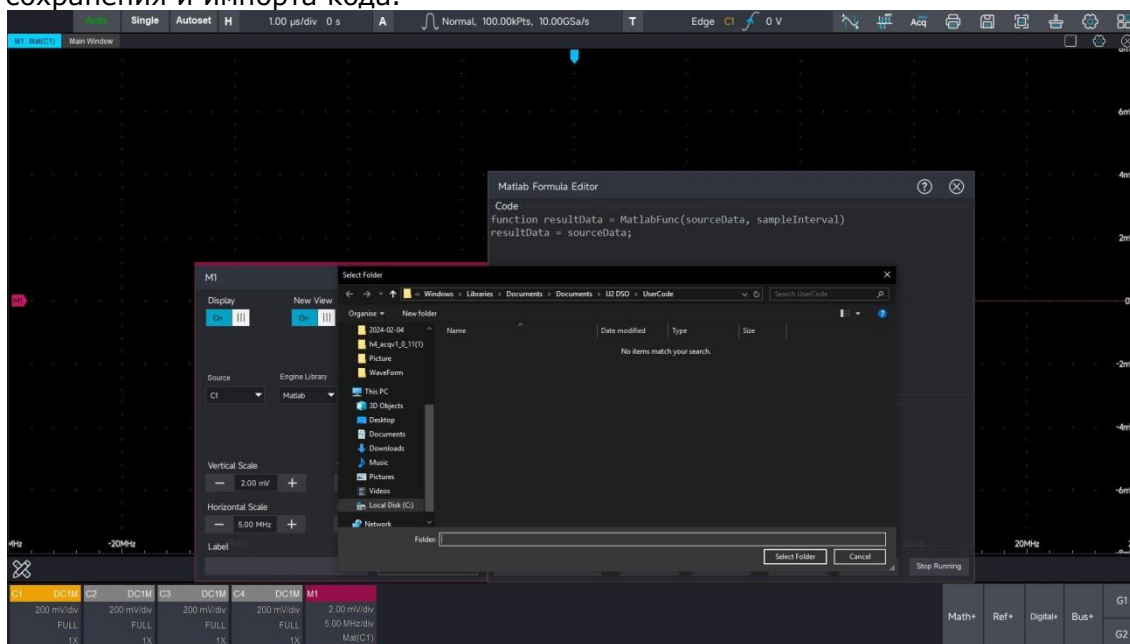


Рис. 17-9 Рабочий каталог

3. Импорт кода Matlab

Нажмите кнопку **«Import»**. В рабочем каталоге найдите сохраненный файл с кодом Matlab (с расширением **“.m”**), выберите его и нажмите **«Confirm»**, чтобы загрузить в редактор кода. Вы можете заранее скопировать файл в рабочий каталог или импортировать его с других съемных носителей (например, USB-флеш-накопителя).

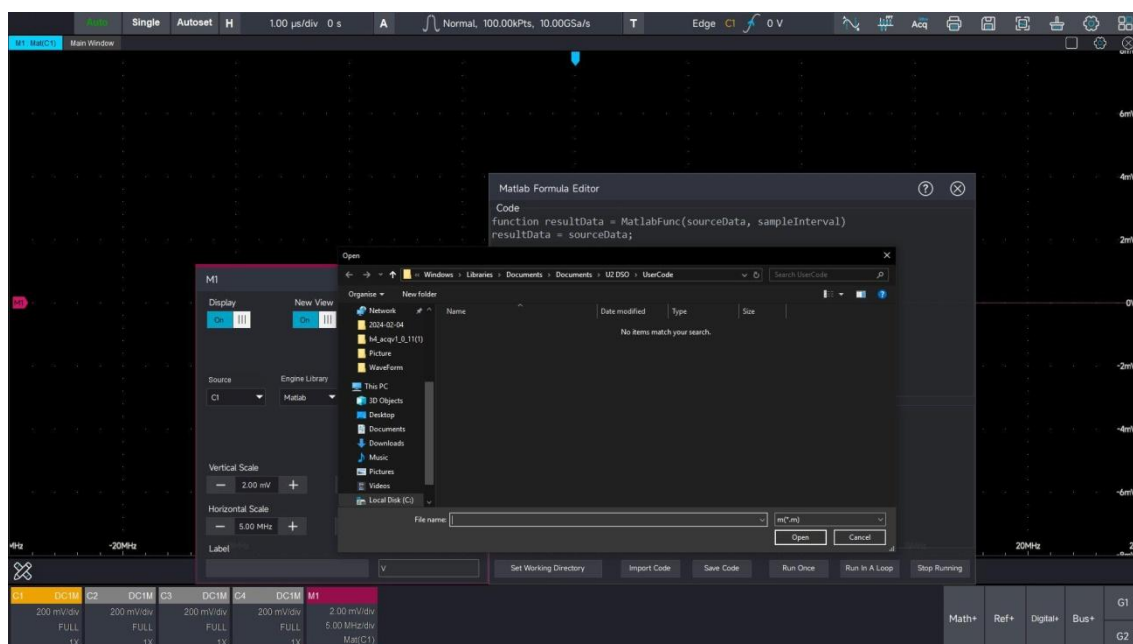


Рис. 17-10 Импорт кода

4. Сохранение файла Matlab

Предварительно создайте пустой файл с расширением **“.m”** в рабочем каталоге. Затем в редакторе кода нажмите кнопку **«Save»** и выберите созданный пустой файл для сохранения. Сохраненный файл впоследствии можно будет загрузить с помощью функции импорта кода.

17.6 Редактор пользовательских формул

Функция расширенного набора математических операторов позволяет создавать пользовательские математические формулы, добавлять сложные операторы, такие как логарифмы или тригонометрические функции.

В процессе редактирования формулы пользователь может **«delete/удалить»**, **«clear/очистить»**, **«load/загрузить»** и **«save/сохранить»** выражение. После применения выражения осциллограф выполняет операцию в соответствии с созданным выражением и отображает результат. На рисунке ниже показан результат пятикратного усреднения для канала C1.

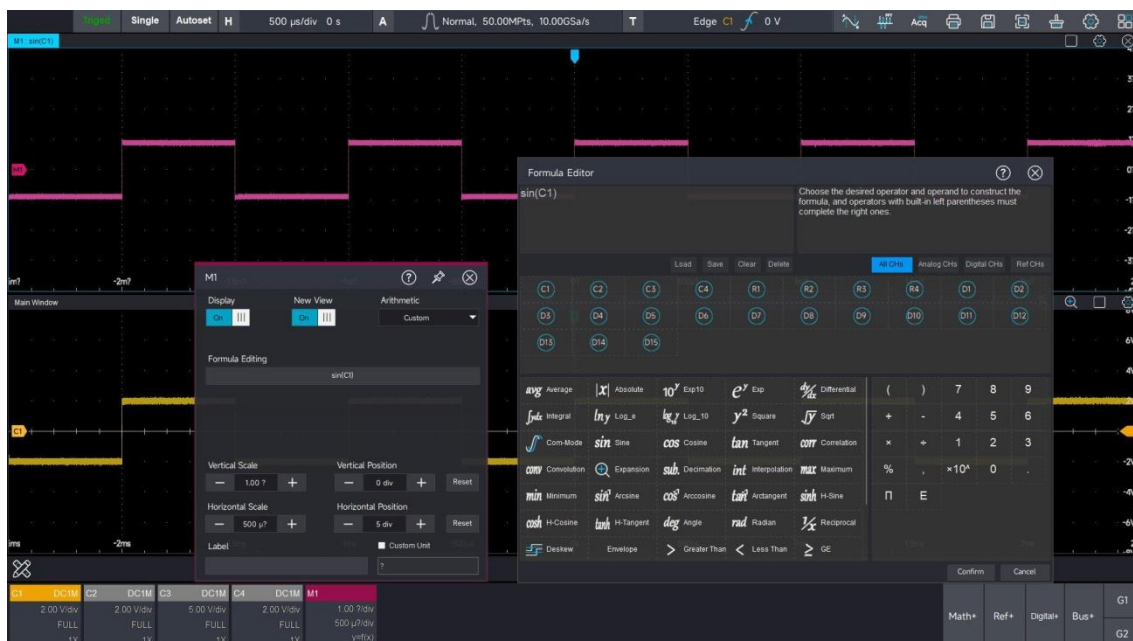
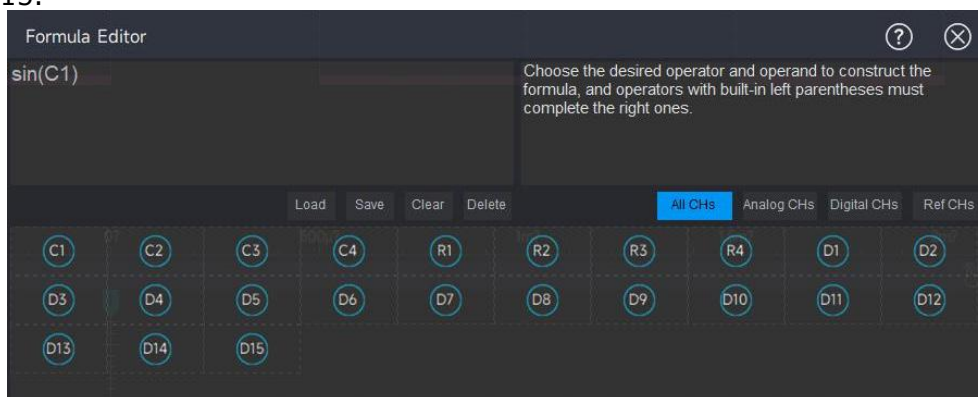


Рис. 17-11 Создание пользовательской формулы

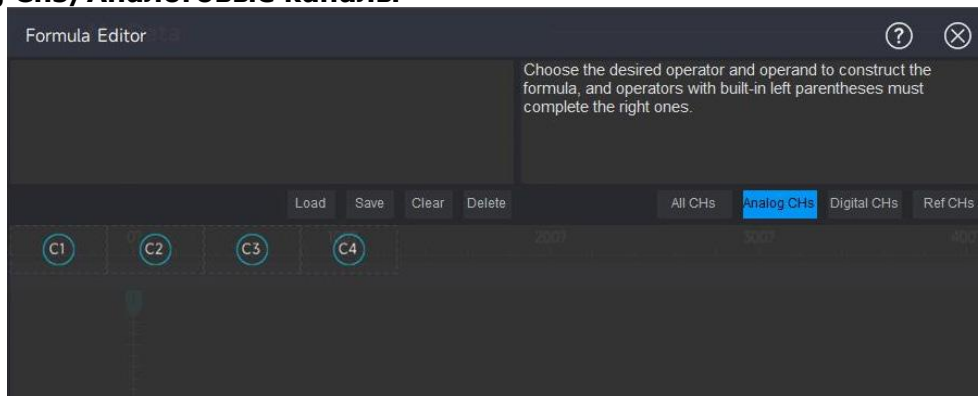
Порядок действий:

1. Перейти в меню настроек математического канала.
2. Выбрать пункт меню **Arithmetic**, в выпадающем меню выбрать тип математической операции **Custom**.
3. Коснуться пункта **Formula Editing**, для перехода к окну редактора формул.
4. Выбор канала

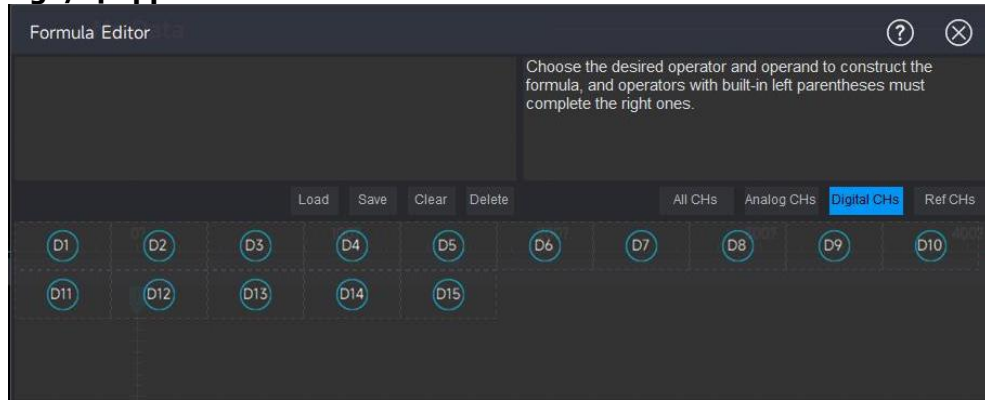
В открывшемся окне необходимо выбрать канал, для которого будет применена созданная формула. По умолчанию активна вкладка все каналы (All Channel): аналоговые каналы C1 ... C4, опорные осциллограммы R1 ... R4, цифровые каналы D0 ... D15.



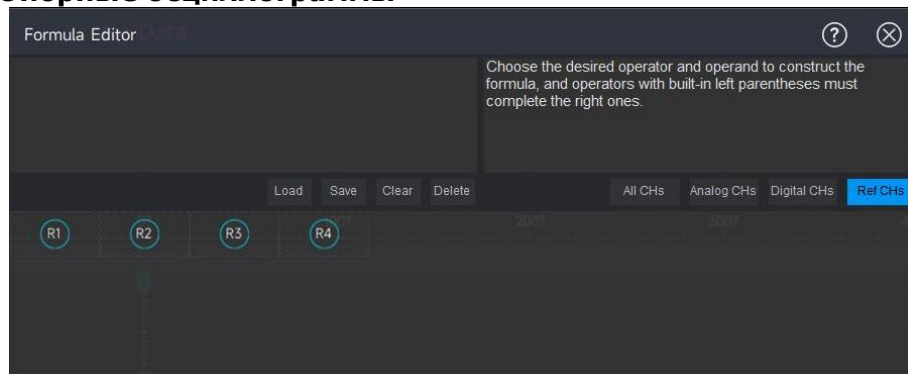
Переключая вкладки можно оставить только один тип источника:
Analog Chs/Аналоговые каналы



Digital Cgs/Цифровые каналы



Ref Chs/Опорные осциллограммы



5. Окно редактирования формулы

При выборе выражения появляется синяя пунктирная рамка, а в диалоговом окне выражения отображаются анализ математической формулы и определение переменной. Строго следуйте требованиям анализа при вводе присваивания переменных — вычисление не может быть выполнено, если ввод не соответствует требованиям. Одновременно осциллограф отобразит сообщение об ошибке «Input format error».

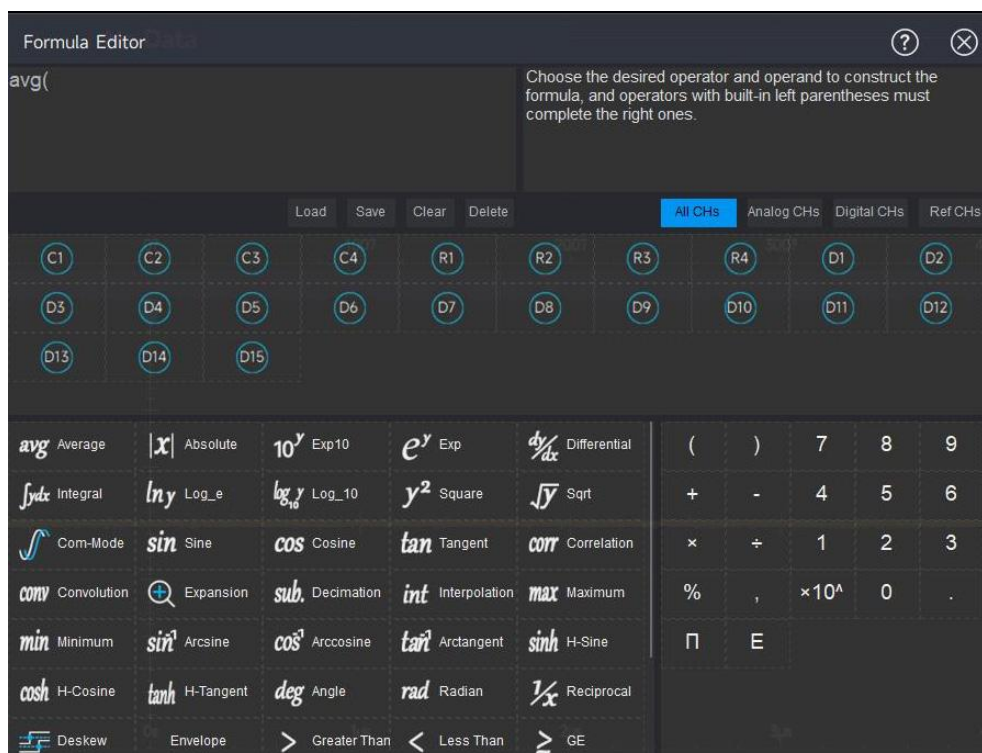


Рис. 17-12 Окно редактирования формулы

18 ОПОРНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАММЫ

Осциллографы серии АК ИП-4152 поддерживают загрузку файлов с формами сигналов из внутренней памяти системы или с внешних накопителей, а также позволяет загружать до четырех эталонных (опорных) сигналов для их сравнения с другими сигналами. Это обеспечивает возможность сравнения и анализа различий между сигналами для локализации причин неисправностей.

18.1 Доступ к функции опорных осциллограмм

Нажмите кнопку **Ref** на передней панели прибора или коснитесь значка **Ref+** («Эталонный +») в правом нижнем углу экрана, чтобы открыть менеджер для загрузки файла опорной осциллограммы.

Важно: Осциллографы серии АК ИП-4152 поддерживает загрузку опорных осциллограмм **только из файлов в формате .bin**.

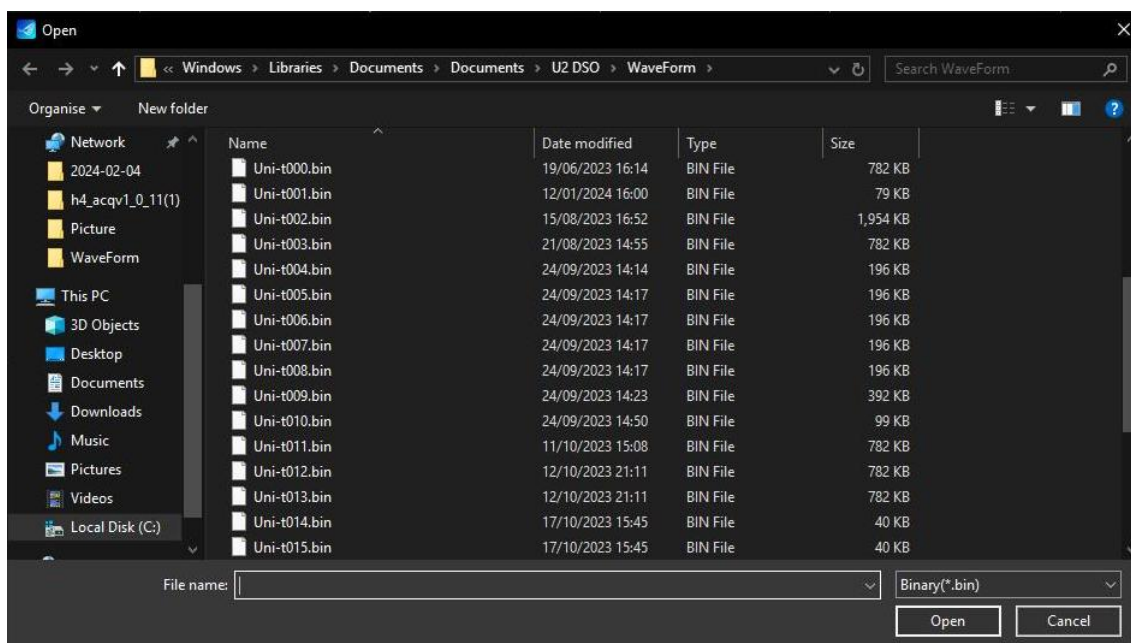


Рис. 18-1 Окно менеджера файлов для загрузки опорной осциллограммы

18.2 Работа с опорной осциллограммой

Порядок действий:

1. После вызова из памяти и вывод на экран опорной осциллограммы на экране прибора отображается окно настройки.

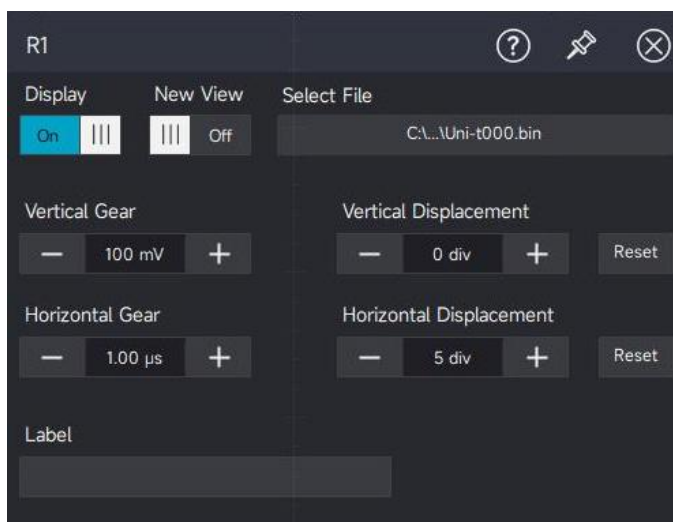


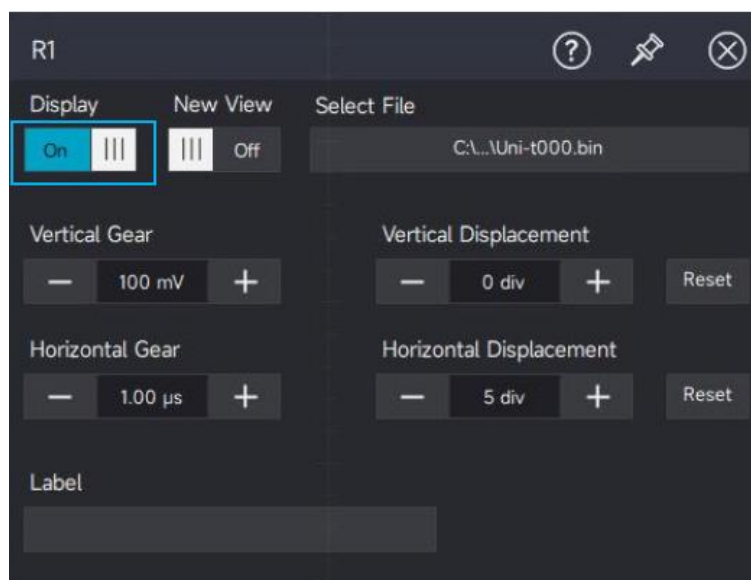
Рис. 18-2 Окно настройки опорной осциллограммы

2. Для отображения опорной осциллограммы используйте переключатель **Display/Отображение**.
3. При необходимости вывести опорную осциллограмму в отдельное окно используйте переключатель **New View/Новое Окно**.
4. Для загрузки новой опорной осциллограммы и перехода к менеджеру файлов необходимо коснуться поля **Select File/Выбор Файла**.
5. Для изменения коэффициента отклонения или коэффициента развертки опорной осциллограммы используйте кнопки +/- рядом с текстовыми полями **Vertical Gear** и **Horizontal Gear**. Касание текстового поля позволяет выполнить ввод непосредственного значения.
6. Перемещение опорной осциллограммы выполняется жестом касания и перетаскивания или путем нажатия кнопок +/- рядом с текстовыми полями **Vertical** и **Horizontal**. Касание текстового поля позволяет выполнить ввод непосредственного значения.
7. Для сброса установок нажать кнопку **Reset**.

18.3 Отключение опорной осциллограммы

Для отключения опорной осциллограммы доступно два способа:

1. Находясь в окне настройки опорной осциллограммы коснуться переключателя **Display/Отображение** и выбрать **Off/Выкл**.



2. Коснуться дескриптора опорной осциллограммы в нижней части экрана, который обозначен как Rx (например: R1) и выполнить смахивающее движение вниз. Опорная осциллограмма будет отключена и убрана с экрана прибора.


19 ДОПУСКОВОЙ КОНТРОЛЬ

В процессе проектирования и производства продукции часто возникает необходимость контроля внезапных изменений сигнала или определения соответствия изделия заданным требованиям. Данный осциллограф обладает функцией допускового контроля, это режим тестирования Pass/Fail/Годен/Не Годен, позволяющей эффективно решать эту задачу.

Принцип работы основан на проверке того, находится ли входной сигнал в пределах заданного шаблона (маски). Это позволяет выявлять аномальные формы сигналов или проводить тестирование на производственной линии. Результаты проверки могут отображаться на экране или передаваться через импульсный сигнал, выводимый с разъема «AUX OUT» на задней панели прибора.

19.1 Настройка и запуск теста

Создание маски для теста Pass/Fail/Годен/Не Годен и запуск теста

Нажмите: Кнопку меню **Start**  > P/F test > на экране отобразится меню допускового контроля как показано ниже:

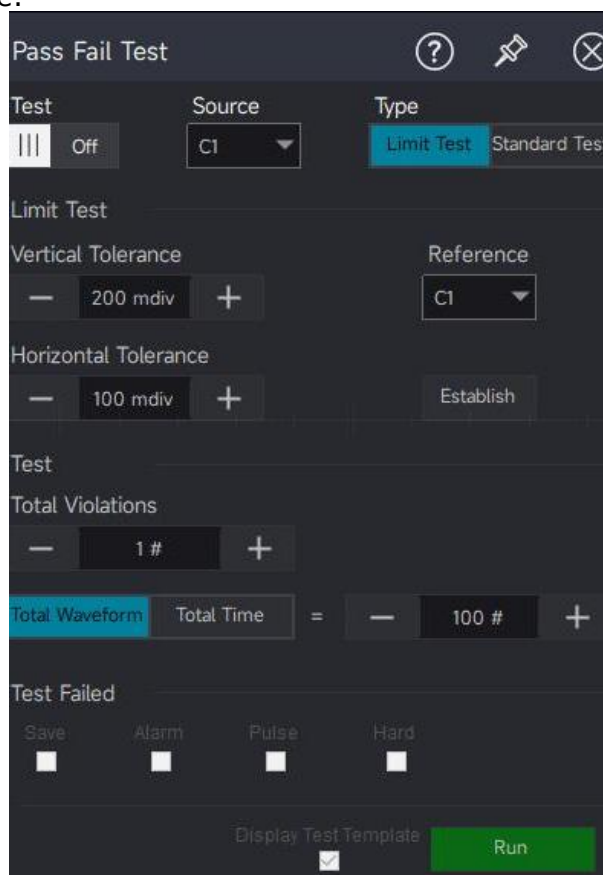
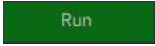


Рис. 19-1 Меню настройки допускового контроля

Порядок действий:

1. Включить тест коснувшись переключателя **Test**.
2. Выбрать источник сигнала для теста (C1 ~ C4) коснувшись пункта **Source**.
3. Выбрать тип теста Limit test:
 - Limit test – допусковый контроль по заданной пользователем маске.
 - Standard Test - допусковый контроль по стандартам (предустановленные маски).
4. Настройка маски для теста:
 - Выберите источник образцового сигнала (reference source) (C1 ~ C4).
 - Задайте значение допуска отклонения по вертикали (Vertical) в диапазоне от 1 мдел до 1 дел.
 - Задайте значение допуска отклонения по горизонтали (Horizantal) в диапазоне от 1 мдел до 500 мдел.
 - Нажмите кнопку **Create/Создать** для применения настроек и создания маски.

5. Настройте условия для завершения тестирования:
 - Установите число нарушений границ маски (**Number of violation**) в диапазоне от 1 до 1 000.
 - Выберите общее количество проверяемых осциллограмм и общее время теста:
 - Допустимый диапазон общего числа осциллограмм (**Total Waveform**): от 1 до 100 000.
 - Допустимый диапазон общего времени (**Total Time**): от 100 мс до 1000000 секунд.
6. Настройте действия при неудачном тесте (**Test Failed**), установите галочку в нужном поле или сразу в нескольких
 - **Stop/Стоп**: Тест автоматически остановится, когда будет зафиксировано заданное число нарушений.
 - **Save/Сохранить**: Сохраняется снимок экрана (скриншот) с формой сигнала, на котором произошло нарушение.
 - **Alarm/Тревога**: При достижении заданного числа нарушений генерируется звуковой сигнал тревоги.
 - **Test report/Отчет**: При достижении заданного числа нарушений происходит экспорт и сохранение отчета о тестировании.
7. Настройте отображение маски на экране прибора (**Display test template**): - в данном случае маска отображается на экране, - маска не отображается на экране.
8. Запустите тест, нажав кнопку **Run/Запуск** .
9. Во время запуска теста на экране отображается окно P/F Status которое содержит следующую информацию:
 - Текущее состояние теста (Running / OFF);
 - Текущее общее количество проверенных сигналов - total waveform,;
 - Количество зафиксированных нарушений - number of violation;
 - Время выполнения теста - test time;
 - Целевое количество проверок - number of target;
 - Количество проверок в каждом канале – target field.



P/F Status	
Test Status	OFF
Total Waveform	0
Total Violations	0
Testing Time	0 s
Number of Hits	0
Hits Per Segment:	
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0

Рис. 19-2 Окно статуса теста

Внимание: После создания маски, для запуска теста **Годен/Не Годен** нажмите кнопку **Run/Запуск**, для завершения теста нажмите кнопку **Stop/Остановка**.

19.2 Допусковый контроль по маскам стандартов

Порядок действий:

1. Включить тест коснувшись переключателя **Test**.
2. Выбрать источник сигнала для теста (C1 ~ C4) коснувшись пункта **Source**.

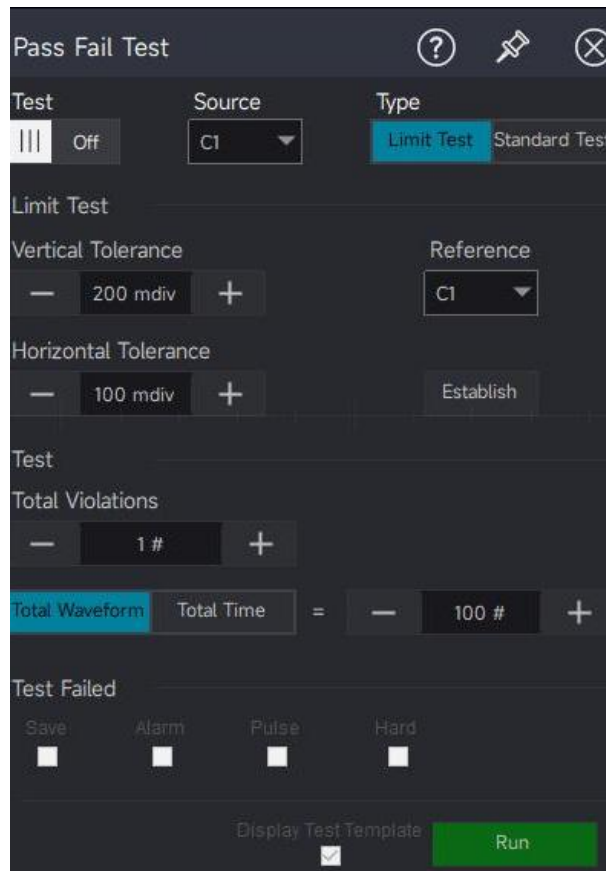


Рис. 19-3 Меню настройки масок стандартов

3. Выбрать тип теста Standard Test:
 - Limit test – допусковый контроль по заданной пользователем маске.
 - Standard Test - допусковый контроль по стандартам (предустановленные маски).
4. Выберите стандарт из выпадающего списка, коснувшись поля **Standart/Стандарт**:
 - ANSI T1.102 – стандарт в сфере телекоммуникаций.
 - ITU-T – стандарт электросвязи Международного союза электросвязи (МСЭ).
 - USB – пользовательские стандарты
5. В окне, слева от выбранного стандарта, выбрать тип маски. Выбор выполняется касанием, маска загружается автоматически.
6. Настройте условия для завершения тестирования:
 - Установите число нарушений границ маски (**Number of violation**) в диапазоне от 1 до 1 000.
 - Выберите общее количество проверяемых осциллограмм и общее время теста:
 - Допустимый диапазон общего числа осциллограмм (**Total Waveform**): от 1 до 100 000.
 - Допустимый диапазон общего времени (**Total Time**): от 100 мс до 1000000 секунд.
7. Настройте действия при неудачном тесте (**Test Failed**), установите галочку в нужном поле или сразу в нескольких
 - **Stop/Стоп**: Тест автоматически остановится, когда будет зафиксировано заданное число нарушений.
 - **Save/Сохранить**: Сохраняется снимок экрана (скриншот) с формой сигнала, на котором произошло нарушение.
 - **Alarm/Тревога**: При достижении заданного числа нарушений генерируется звуковой сигнал тревоги.

- **Test report/Отчет:** При достижении заданного числа нарушений происходит экспорт и сохранение отчета о тестировании.
8. Настройте отображение маски на экране прибора (**Display test template**): - в данном случае маска отображается на экране, – маска не отображается на экране.
 9. Запустите тест, нажав кнопку **Run/Запуск** .
 10. Во время запуска теста на экране отображается окно P/F Status которое содержит следующую информацию:
 - Текущее состояние теста (Running / OFF);
 - Текущее общее количество проверенных сигналов - total waveform,;
 - Количество зафиксированных нарушений - number of violation;
 - Время выполнения теста - test time;
 - Целевое количество проверок - number of target;
 - Количество проверок в каждом канале – target field.



Рис. 19-2 Окно статуса теста

Внимание: После создания маски, для запуска теста **Годен/Не Годен** нажмите кнопку **Run/Запуск**, для завершения теста нажмите кнопку **Stop/Остановка**.

20 ЦИФРОВЫЕ КАНАЛЫ (ОПЦИЯ)

Осциллографы серии АК ИП-4152 оборудованы 4 аналоговыми каналами и 16 цифровыми каналами. Для цифровых каналов осциллограф сравнивает напряжение, полученное в каждой точке выборки, с заданным логическим порогом. Если напряжение в точке выборки превышает пороговое значение, оно запоминается как логическая единица (1), в противном случае — как логический ноль (0). Осциллограф отображает логические единицы и нули в графическом виде для выявления и анализа ошибок в схемотехническом проектировании (аппаратном и программном обеспечении). Эта глава посвящена описанию использования цифровых каналов осциллографа серии АК ИП-4152.

Перед использованием цифровых каналов подключите осциллограф к тестируемому устройству (DUT) с помощью опционального логического пробника UT-M15.

20.1 Управление цифровыми каналами

Включение цифровых каналов

Нажмите кнопку **Digital** в области управления вертикальным отклонением (Vertical) на передней панели прибора или коснитесь иконки **Digital+** в правом нижнем углу сенсорного экрана, чтобы включить цифровые каналы.

Отключение цифровых каналов

Снова нажмите кнопку **Digital** на передней панели прибора или проведите пальцем вниз по меню логического анализатора на сенсорном экране, чтобы выключить цифровые каналы.

При включенных цифровых каналах коснитесь дескриптора **Digital** в нижней части экрана, чтобы открыть меню логического анализатора.

C1	DC1M	C2	DC1M	C3	DC1M	C4	DC1M	Digital
	1.00 V/div		100 mV/div		100 mV/div		100 mV/div	0x000F
	FULL		FULL		FULL		FULL	
	1X		1X		1X		1X	

Выбор (активация) цифровых каналов

По умолчанию активированы четыре канала D0-D3. При включении цифровых каналов система выводит сообщение: «Цифровые каналы включены, аналоговые каналы заняты». Пользователь может произвольно выбрать любой другой канал. Значок означает, что канал активирован, — что канал не активирован. Нажмите «Выбрать всё» (**All**), чтобы активировать все цифровые каналы, или «Очистить всё» (**Clear**), чтобы отключить все цифровые каналы.

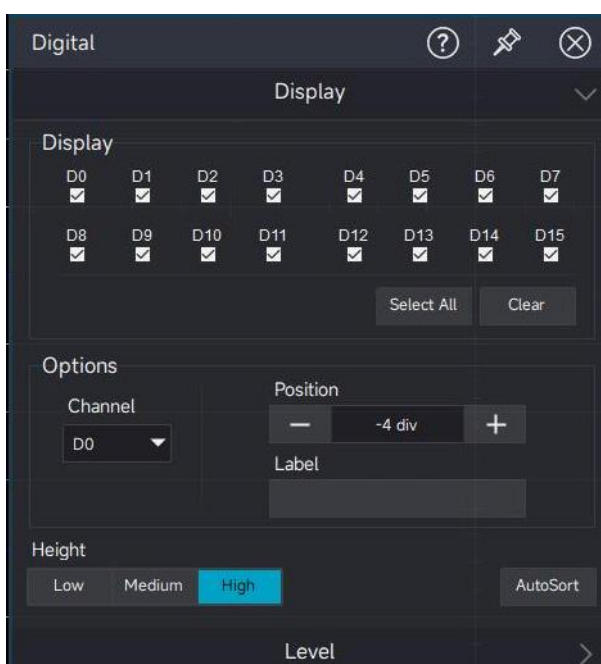


Рис. 20-1 Меню логического анализатора

20.2 Настройка цифровых каналов

Выбор канала

С помощью сенсорного жеста коснитесь вкладки (ярлыка) формы сигнала цифрового канала, чтобы выбрать его. Выбранный канал будет помечен красным цветом (может быть выбран только один канал одновременно). В этот момент позицию формы сигнала можно изменить, проводя пальцем вверх/вниз по сенсорному экрану. Диапазон смещения составляет от -4 до 3,5 делений.

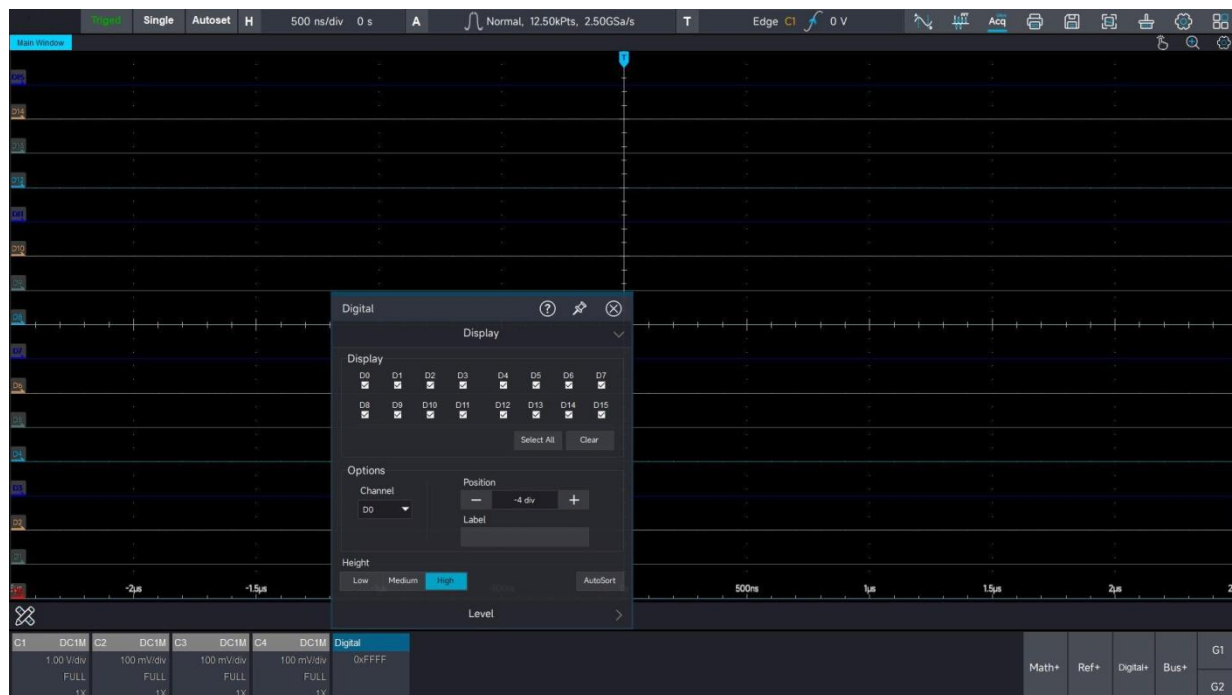


Рис. 20-2 Меню логического анализатора, канал D0 выбран для настройки

Управление через меню логики

Нажмите на меню логического анализатора. Канал также можно выбрать коснувшись пункта **Option** и в выпадающем меню выбрать канал для управления. Для изменения вертикального положения формы сигнала текущего канала используйте кнопки **+** и **-** в пункте **Position**. Диапазон смещения составляет от -4 до 3,5 делений.

Настройка вкладки канала

В меню логического анализатора можно настроить метку (имя/обозначение) для канала. Это позволяет присваивать пользовательские имена для удобства идентификации и различия каналов. Для изменения метки канала коснитесь текстового поля рядом с пунктом **Label**.

Размер формы сигнала

Размер формы сигнала можно установить на **Low/Низкий**, **Medium/Средний** или **High/Высокий**. Изменение размера производится путем касания соответствующей иконки в поле **Height**.

Внимание: При каждом изменении размера формы сигнала необходимо нажать кнопку «Автосортировка» («Auto Sort»), чтобы изменение вступило в силу.

20.3 Пороговый уровень и гистерезис

Если напряжение входного сигнала превышает установленный порог, система определяет его как логическую «1», в противном случае — как логический «0».

Выбор группы уровней

Осциллограф серии АК ИП-4152 поддерживает 16 цифровых каналов. Можно выбрать одну из четырех групп каналов для настройки уровня (D0~D3, D4~D7, D8~D11, D12~D15).

Стандартные серии (Series)

Осциллограф серии АК ИП-4152 поддерживает различные предустановленные серии для задания параметров: TTL, CMOS5000, CMOS3300, CMOS2500, ECL, PECL и LVDS. Каждая серия имеет разные предустановленные значения, соответствующие распространенным стандартам. Также можно задать пользовательский пороговый уровень и гистерезис.

Для выбора стандартной серии необходимо коснуться поля рядом с пунктом **Series** и в выпадающем меню выбрать необходимую серию.

Пользовательское значение (user-defined)

Пользователь может самостоятельно задать пороговый уровень и гистерезис вручную. Для этого в выпадающем меню **Series** необходимо выбрать пункт **user-defined**. Диапазон установки порогового значения: от -60 В до +40 В. Диапазон установки гистерезиса: от -6 В до +4 В.

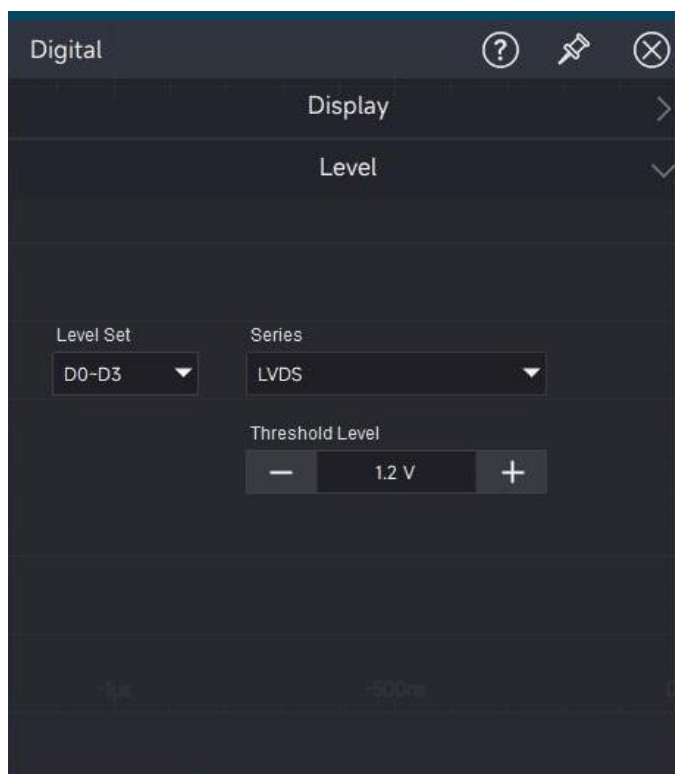



Рис. 20-3 Меню настройки порогового уровня

21 ЦИФРОВОЙ ВОЛЬТМЕТР И ЧАСТОТОМЕР

Осциллографы серии АКИП-4152 оснащены встроенным 4-разрядным цифровым вольтметром и 8-разрядным высокоточным частотомером для проведения точных измерений.

21.1 Цифровой вольтметр (DVM)

Измерения цифрового вольтметра в осциллографах серии АКИП-4152 выполняются асинхронно по отношению к системе сбора данных осциллографа и производятся постоянно.

Коснитесь панели измерений в нижнем левом углу сенсорного экрана  > в открывшемся меню выберите **DVM** или нажмите клавишу **DVM** в области Function на передней панели прибора, чтобы включить/выключить цифровой вольтметр. Результаты

измерений вольтметра  отображаются в нижнем правом углу экрана.

Коснитесь окна результатов измерения для доступа в меню настроек цифрового вольтметра. Для выключения вольтметра выполните смахивающее действие вниз на окне измерения вольтметра или в меню настроек вольтметра коснитесь переключателя **Display > Off**.

Внимание: Цифровой вольтметр использует те же пробники, что и осциллограф, поэтому единицы измерения вольтметра соответствуют единицам измерения выбранного канала.

В качестве источника измерения можно выбрать каналы C1~C4. Источник выбирается в выпадающем меню при касании пункта **Source/Источник**.


Выбор режима измерения


Цифровой вольтметр поддерживает три режима измерения, режим выбирается путем касания соответствующего пункта в меню **Mode/Режим**.

- **DC:** Отображает среднее значение считанных данных.
- **AC RMS:** Отображает среднеквадратичное (действующее) значение считанных данных после удаления постоянной составляющей.
- **DC+AC RMS:** Отображает среднеквадратичное (действующее) значение всех считанных данных (с учетом постоянной составляющей).

21.2 Частотомер

Осциллографы серии АКИП-4152 позволяют выполнять измерения частоты на аналоговых каналах C1~C4. Частота измеряется для канала, который в данный момент активен в качестве источника синхронизации.

Коснитесь панели измерений в нижнем левом углу сенсорного экрана  > в открывшемся меню выберите **Cymometr**, чтобы включить/выключить частотомер.

Результаты измерений частотомера  отображаются в нижнем правом углу экрана.


Коснитесь окна результатов измерения для доступа в меню настроек частотомера. Для выключения частотомера выполните смахивающее действие вниз на окне измерения вольтметра или в меню настроек частотомера коснитесь переключателя **Display > Off**.

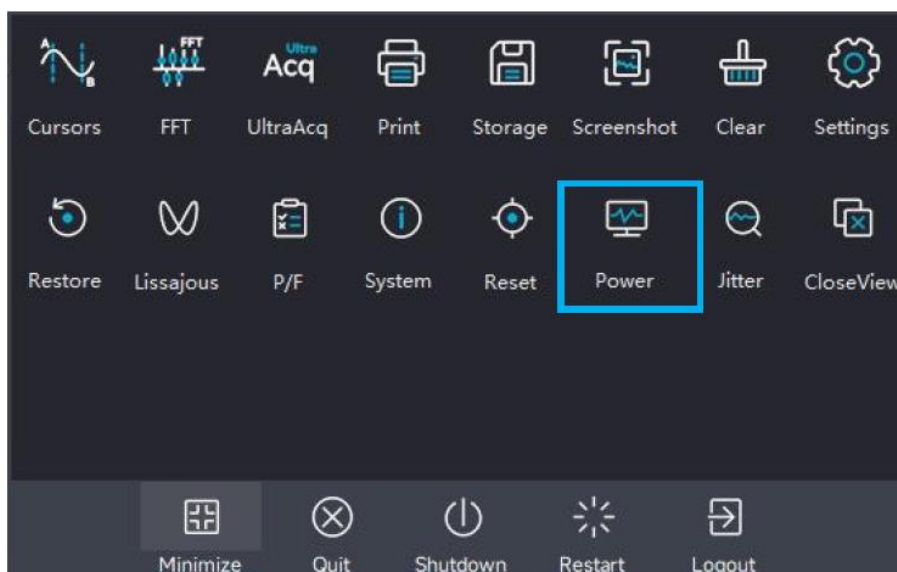
22 ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ (ОПЦИЯ)

Осциллографы цифровые серии АК ИП-4152 поддерживают опциональную функцию анализа параметров источников питания, что помогает инженерам анализировать эффективность и надежность импульсных источников питания. Серия АК ИП-4152 поддерживает анализ качества электропитания, измерение гармоник, анализ пульсаций, измерение коммутационных потерь, анализ области безопасной работы (SOA) и анализ цепей обратной связи.

Для работы функции анализа питания требуются опциональные дифференциальные пробники напряжения, токовые пробники, а также программная опция измерения мощности и показателей качества электроэнергии (ПКЭ) для осциллографа (MSO7000X-PWR).



Чтобы открыть функцию измерения мощности, коснитесь значка меню запуск  в правом верхнем углу экрана, чтобы вызвать функциональное меню, и выберите пункт **Power Analysis**.

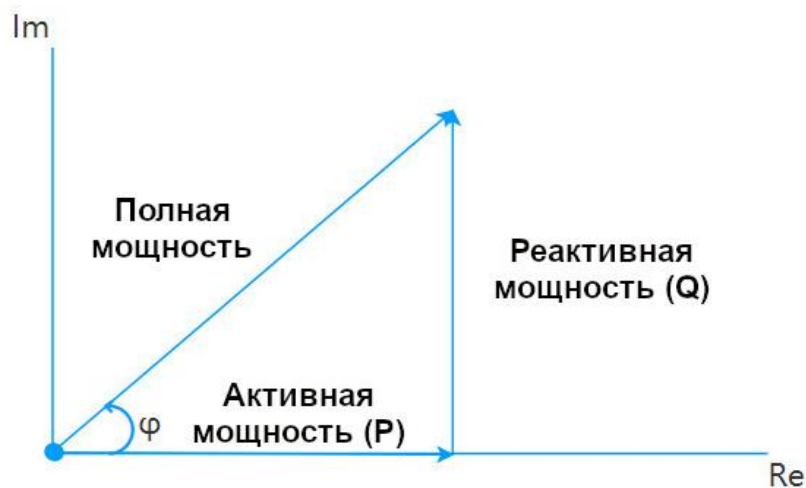


22.1 Анализатор показателей качества электроэнергии (ПКЭ)

Анализ показателей качества электроэнергии выполняется путем измерения входного напряжения и тока, а также генерируемой мощности, результаты тестирования отражают качество входной линии переменного тока.

Анализируемые параметры включают:

- Действующее значение напряжения (Voltage RMS)
- Коэффициент амплитуды напряжения (Voltage Crest Factor)
- Частоту (Frequency)
- Действующее значение тока (Current RMS)
- Коэффициент амплитуды тока (Current Crest Factor)
- Активную мощность (Effective Power / Active Power)
- Полную мощность (Apparent Power)
- Реактивную мощность (Reactive Power)
- Коэффициент мощности (Power Factor)
- Фазовый угол (Phase Angle)



Voltage/Напряжение: измерение напряжения на входном силовом терминале

- **RMS Voltage /Среднеквадратическое значение напряжения:** Среднеквадратическое значение напряжения входного источника переменного тока.
- **Voltage crest factor/Коэффициент амплитуды напряжения:** Отношение пикового значения напряжения входного источника переменного тока к его среднеквадратическому значению. Коэффициент амплитуды влияет на точность измерения напряжения переменного тока.
- **Voltage frequency/Частота напряжения:** Частота напряжения входного источника переменного тока.

Current/Ток: измерение тока на входном силовом терминале


- **RMS Current /Среднеквадратическое значение тока:** Среднеквадратическое значение тока входного источника переменного тока.
- **Current crest factor/Коэффициент амплитуды тока:** Отношение пикового значения тока входного источника переменного тока к его среднеквадратическому значению. Коэффициент амплитуды влияет на точность измерения переменного тока.

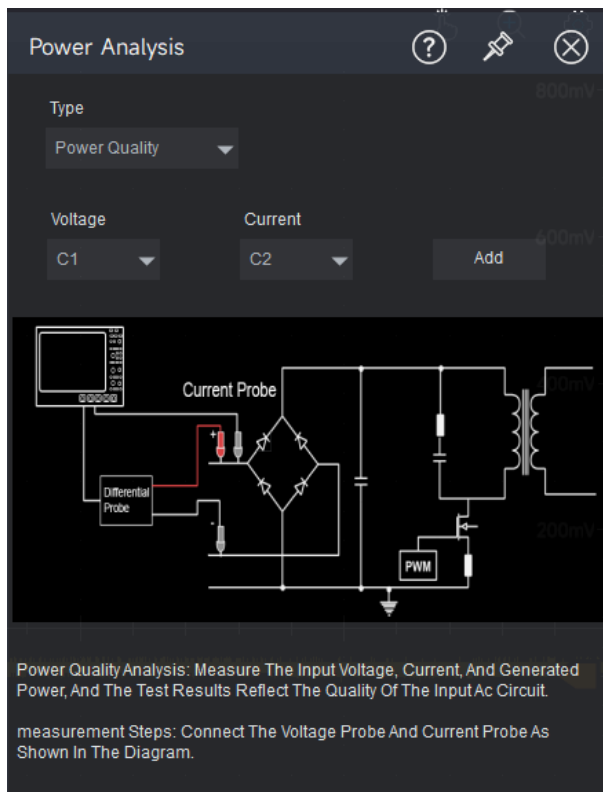
Power/Мощность: измерение мощности на входном силовом терминале

- **Effective power/Активная мощность (P):** Фактическое количество энергии, потребляемое источником питания за единицу времени. Электрическая мощность, преобразующая электрическую энергию в другие формы энергии. Измеряется в ваттах (Вт).
- **Apparent power/Полная мощность (S):** Произведение среднеквадратического значения входного напряжения и среднеквадратического значения входного тока. Представляет собой выходную мощность, отдаваемую в импульсный источник питания. Измеряется в вольт-амперах (В·А).
- **Reactive power/Реактивная мощность (Q):** В цепях переменного тока с реактивными компонентами (конденсаторами и катушками индуктивности) — электрическая мощность, требуемая для создания переменного магнитного поля и индукционного потока. Эта часть энергии циркулирует между источником питания и реактивным элементом, но не преобразуется в механическую или тепловую энергию. Измеряется в вольт-амперах реактивных (вар, VAR).
- **Power factor/Коэффициент мощности (PF):** Отношение активной мощности к полной мощности. Характеризует эффективность использования мощности импульсного источника питания. Чем ниже коэффициент мощности, тем выше реактивная мощность. Помимо реактивной мощности, создаваемой реактивными компонентами, высокочастотные гармонические составляющие от нелинейных устройств также вносят вклад в реактивную мощность.
- **Phase angle/Угол сдвига фаз (φ):** Рабочее состояние импульсного источника питания. Разность фаз между напряжением и током в линии питания переменного тока.

Порядок действий:

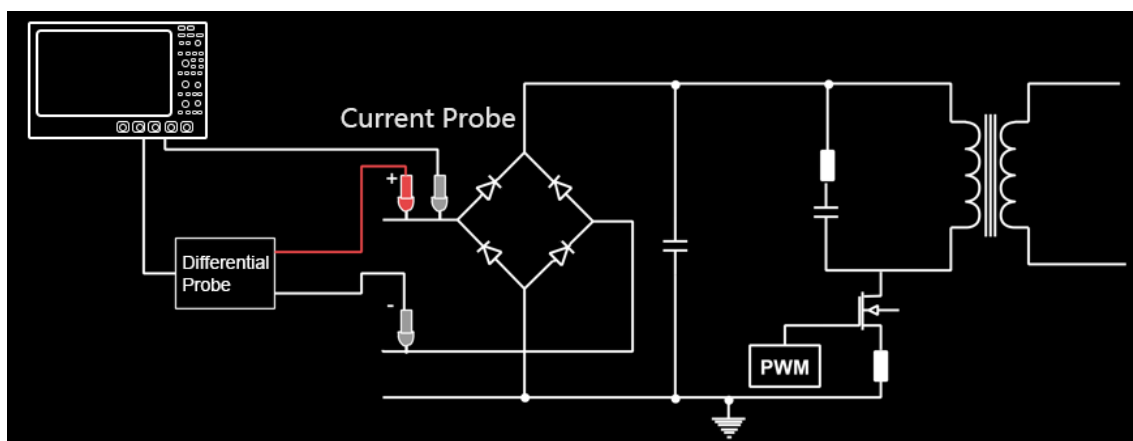
1. Настройка сигнала для анализа мощности.

С помощью касания нажмите на значок меню запуска  в правом верхнем углу, чтобы вызвать функциональное меню, и выберите пункт **Power/Анализ мощности**. В типе анализа выберите **Power Quality/Качество электроэнергии**, установите источник входного напряжения и канал входного тока, затем нажмите **Add/Добавить**.



2. Схема подключения сигналов

Подключите дифференциальный пробник (Differential probe) и токовый пробник (Current Probe) к исследуемой цепи, как показано на рисунке ниже.

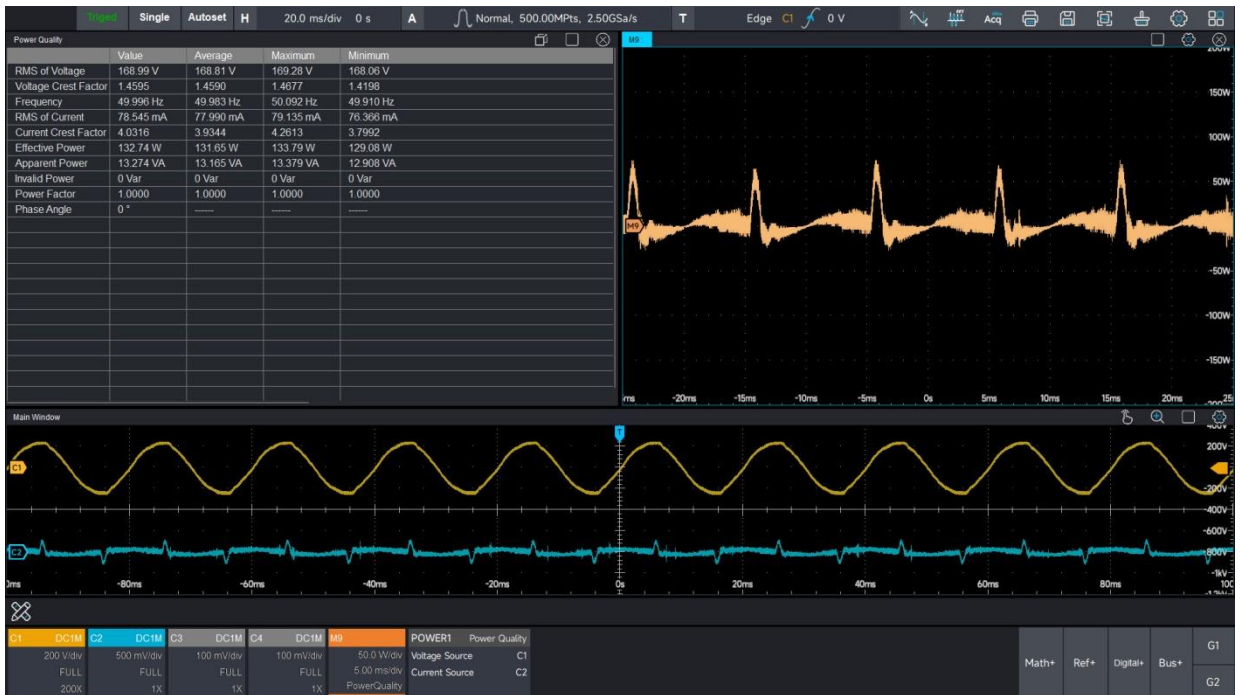


3. Опорная частота

Источник входного напряжения и частота входного тока могут быть использованы в качестве опорной частоты для вычисления угла сдвига фаз (ϕ).

4. Графики мощности

Осциллограф отображает форму сигнала напряжения и форму сигнала тока, а также вычисленную форму сигнала мощности.



5. Таблица результатов измерений
 Результаты входного тестирования включают значение тока, а также его среднее, максимальное и минимальное значения.


Parameter	Value	Average	Maximum	Minimum
RMS of Voltage	168.99 V	168.81 V	169.28 V	168.06 V
Voltage Crest Factor	1.4595	1.4590	1.4677	1.4198
Frequency	49.996 Hz	49.983 Hz	50.092 Hz	49.910 Hz
RMS of Current	78.545 mA	77.990 mA	79.135 mA	76.366 mA
Current Crest Factor	4.0316	3.9344	4.2613	3.7992
Effective Power	132.74 W	131.65 W	133.79 W	129.08 W
Apparent Power	13.274 VA	13.165 VA	13.379 VA	12.908 VA
Invalid Power	0 Var	0 Var	0 Var	0 Var
Power Factor	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Phase Angle	0°	-----	-----	-----

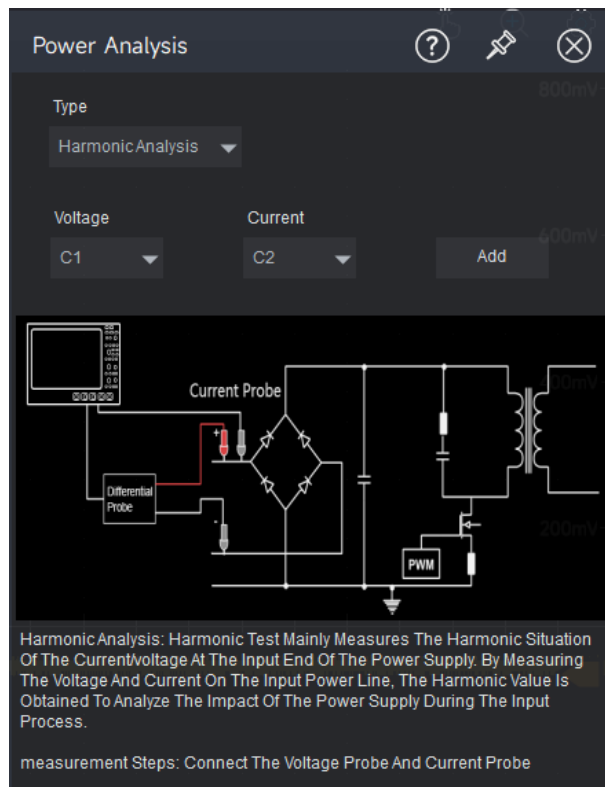
22.2 Анализ гармоник

Анализ гармоник измеряет гармонические составляющие тока/напряжения на входе источника питания. Значения гармоник получают путем тестирования тока и напряжения на входной силовой линии (проводится быстрое преобразование Фурье (БПФ/FFT) сигнала для получения гармонических составляющих).

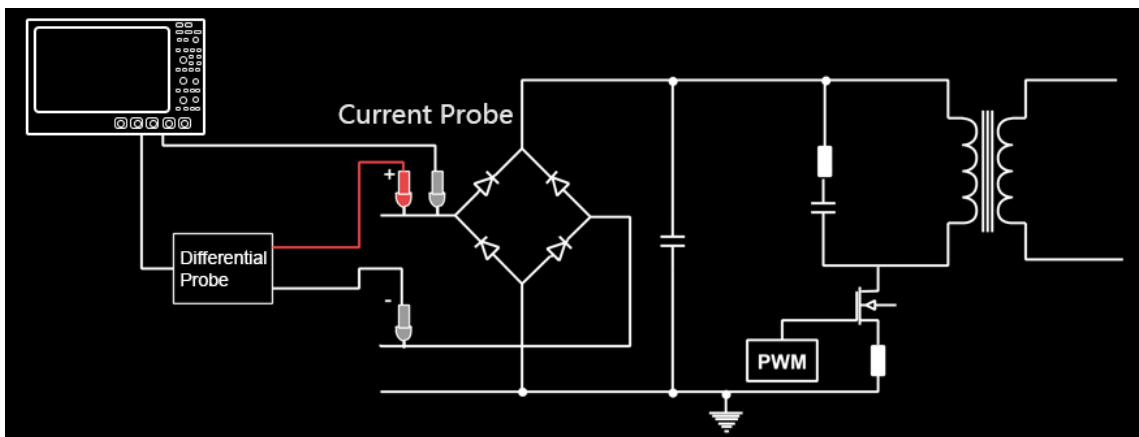
Порядок действий:

1. Настройка сигнала для анализа гармоник.

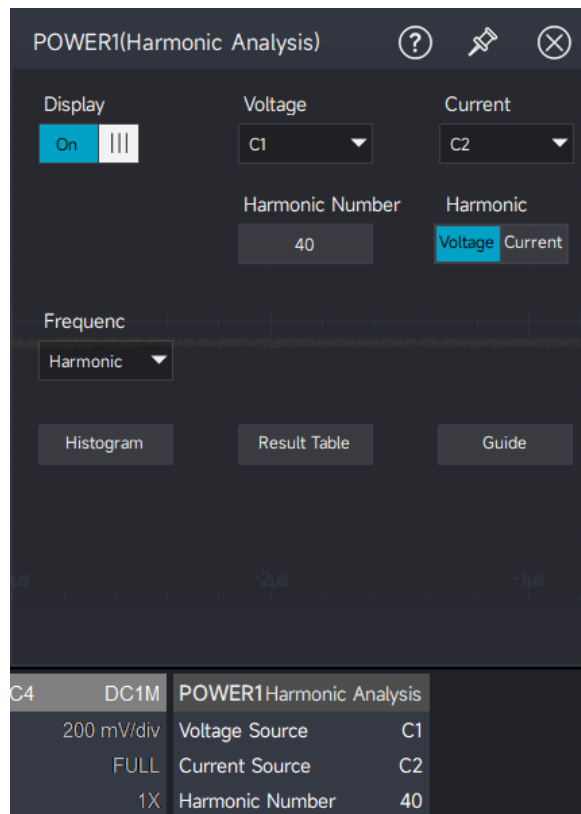
С помощью касания нажмите на значок меню запуска  в правом верхнем углу, чтобы вызвать функциональное меню, и выберите пункт **Power/Анализ мощности**. В типе анализа выберите **Harmonic Analysis/Анализ Гармоник**, установите источник входного напряжения и канал входного тока, затем нажмите **Add/Добавить**.



2. Схема подключения сигналов
Подключите дифференциальный пробник (Differential probe) и токовый пробник (Current Probe) к исследуемой цепи, как показано на рисунке ниже.



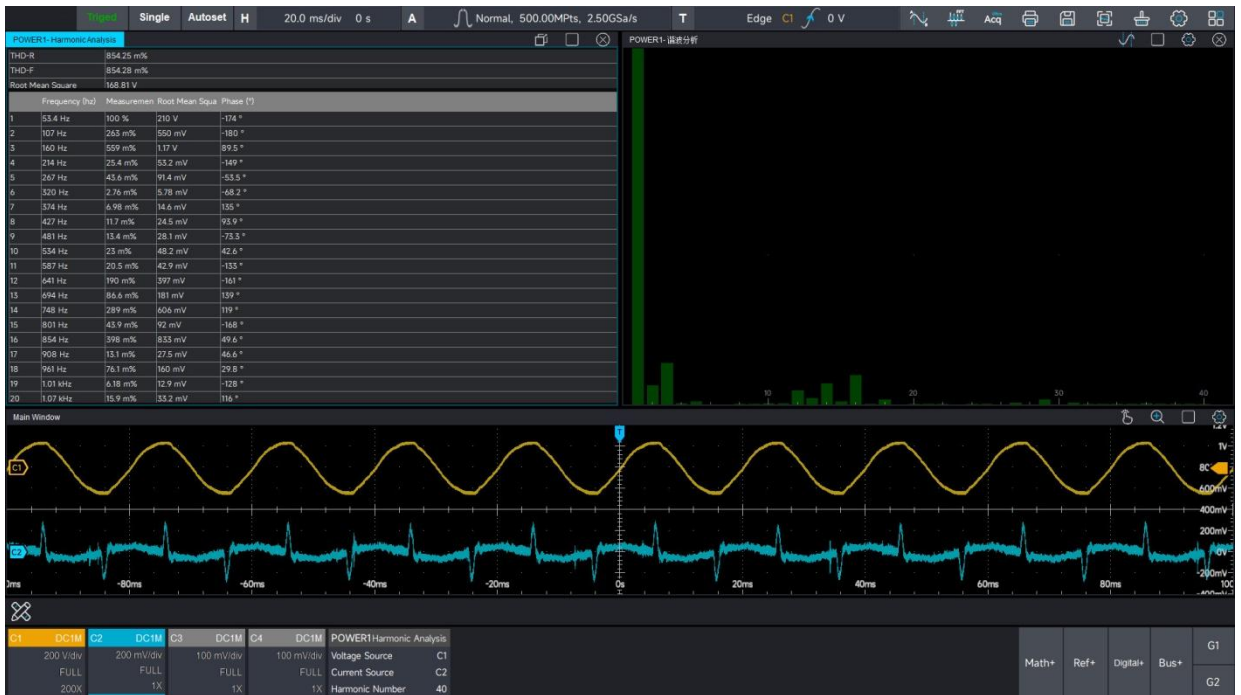
3. Источник гармоник
Можно задать источник напряжения/источник тока для анализа.
4. Harmonic Number/Количество гармоник
Выберите количество гармоник для отображения.
После выбора числа таблица результатов измерений и гистограмма будут обновлены соответствующими результатами измерений.



5. Frequency/Опорная частота
Источники для анализа гармоник: источник напряжения, источник тока, фиксированная частота.
6. Result Table/Таблица результатов измерений
Параметры анализа гармоник включают частоту, результат измерения, среднее квадратическое значение и фазу.

POWER1- Harmonic Analysis				
THD-R		854.25 m%		
THD-F		854.28 m%		
Root Mean Square		168.81 V		
	Frequency (hz)	Measuremen	Root Mean Squa	Phase (°)
1	53.4 Hz	100 %	210 V	-174 °
2	107 Hz	263 m%	550 mV	-180 °
3	160 Hz	559 m%	1.17 V	89.5 °
4	214 Hz	25.4 m%	53.2 mV	-149 °
5	267 Hz	43.6 m%	91.4 mV	-53.5 °
6	320 Hz	2.76 m%	5.78 mV	-68.2 °
7	374 Hz	6.98 m%	14.6 mV	135 °
8	427 Hz	11.7 m%	24.5 mV	93.9 °
9	481 Hz	13.4 m%	28.1 mV	-73.3 °
10	534 Hz	23 m%	48.2 mV	42.6 °
11	587 Hz	20.5 m%	42.9 mV	-133 °
12	641 Hz	190 m%	397 mV	-161 °
13	694 Hz	86.6 m%	181 mV	139 °
14	748 Hz	289 m%	606 mV	119 °
15	801 Hz	43.9 m%	92 mV	-168 °
16	854 Hz	398 m%	833 mV	49.6 °
17	908 Hz	13.1 m%	27.5 mV	46.6 °
18	961 Hz	76.1 m%	160 mV	29.8 °
19	1.01 kHz	6.18 m%	12.9 mV	-128 °
20	1.07 kHz	15.9 m%	33.2 mV	116 °

7. Histogram/Гистограмма гармоник
Сигнал обрабатывается с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ/FFT) для получения каждой гармонической составляющей.




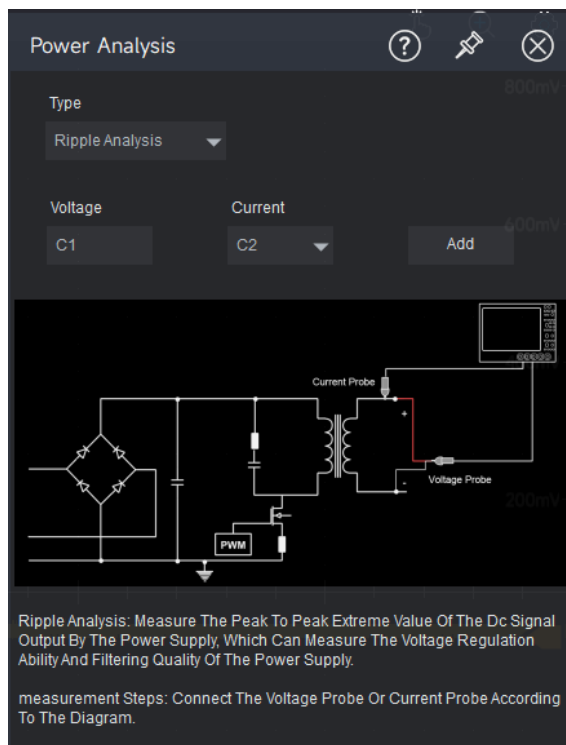
22.3 Анализ пульсаций

Пульсации источника питания являются важным параметром для оценки источника постоянного тока. Путем измерения размаха (разности пиковых значений) сигнала постоянного тока на выходе источника питания можно оценить способность стабилизации напряжения и качество фильтрации источника постоянного тока. Параметры анализа пульсаций включают текущее значение, среднее, максимальное и минимальное значения и т.д.

Порядок действий:

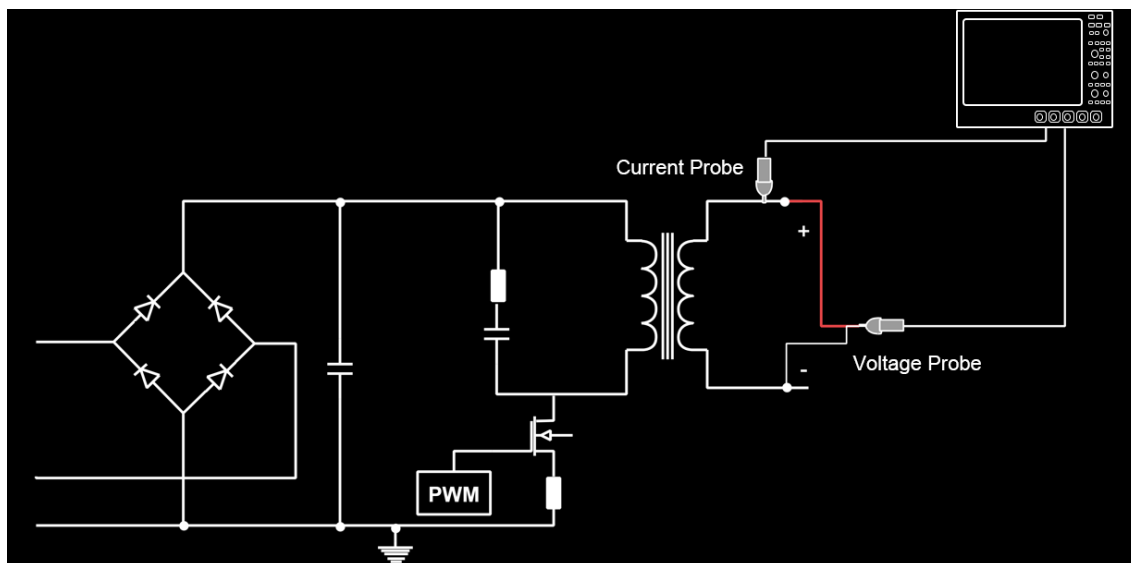
1. Настройка сигнала для анализа пульсаций.

С помощью касания нажмите на значок меню запуска  в правом верхнем углу, чтобы вызвать функциональное меню, и выберите пункт **Power/Анализ мощности**. В типе анализа выберите **Ripple Analysis/Анализ Пульсаций**, установите источник входного напряжения и канал входного тока, затем нажмите **Add/Добавить**.



2. Схема подключения сигналов

Подключите пробник напряжения (Voltage probe) и токовый пробник (Current Probe) к исследуемой цепи, как показано на рисунке ниже.



3. Источник пульсаций

Можно задать источник напряжения/источник тока для анализа.

4. Таблица результатов

Результаты анализа пульсаций включают текущее значение, а также его среднее, максимальное и минимальное значения.

	Auto	Single	Autoset	H	500 $\mu\text{s}/\text{div}$	6.2695 μs
Ripple Analysis						
	Value	Average	Maximum	Minimum		
Ripple	266.66 mV	281.32 mV	333.33 mV	266.66 mV		

22.4 Коммутационные потери

Внутренние потери импульсного источника питания можно разделить на: коммутационные потери, потери проводимости, дополнительные потери и резистивные потери. Эти потери, как правило, возникают одновременно в элементах, подверженных потерям. Ключевые транзисторы являются одним из двух основных источников потерь в типичном импульсном источнике питания. Анализ коммутационных потерь измеряет мощность и энергию, теряемую коммутирующим устройством во время процессов переключения и проводимости транзистора.

Параметры анализа коммутационных потерь включают: потери мощности при включении, потери мощности при проводимости, потери мощности при выключении, потери мощности в закрытом состоянии, суммарные потери мощности, потери энергии при включении, потери энергии при проводимости, потери энергии при выключении, потери энергии в закрытом состоянии, суммарные потери энергии и количество циклов переключения.

Порядок действий:

1. Размагничивание пробника


Перед использованием анализа коммутационных потерь необходимо выполнить размагничивание и обнуление токового пробника.

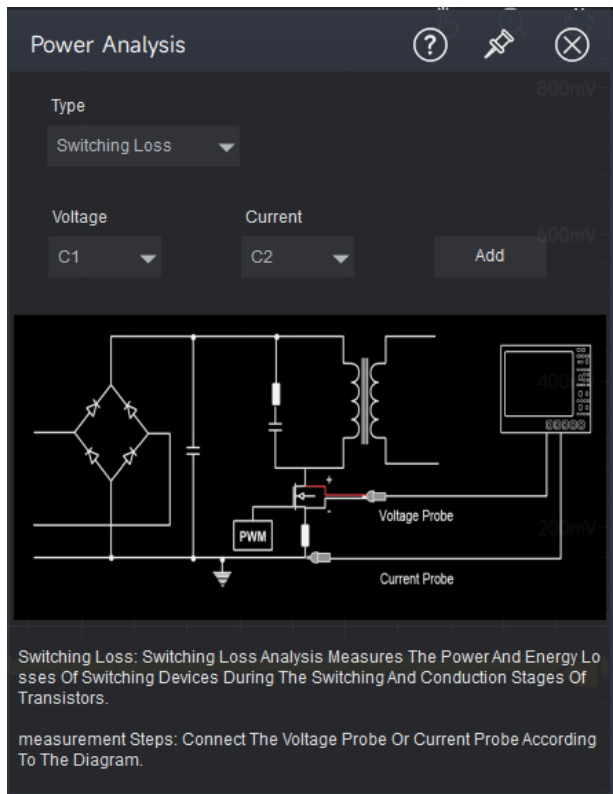
2. Калибровка временной задержки

Даже небольшая временная задержка приводит к значительным погрешностям измерения коммутационных потерь. Калибровка временной задержки позволяет компенсировать задержку, вносимую осциллографом или пробником. Калибровку

запаздывания следует выполнять однократно, а затем повторять при любом изменении аппаратной конфигурации (например, замене пробников, переключении каналов осциллографа) или при изменении температурных условий.

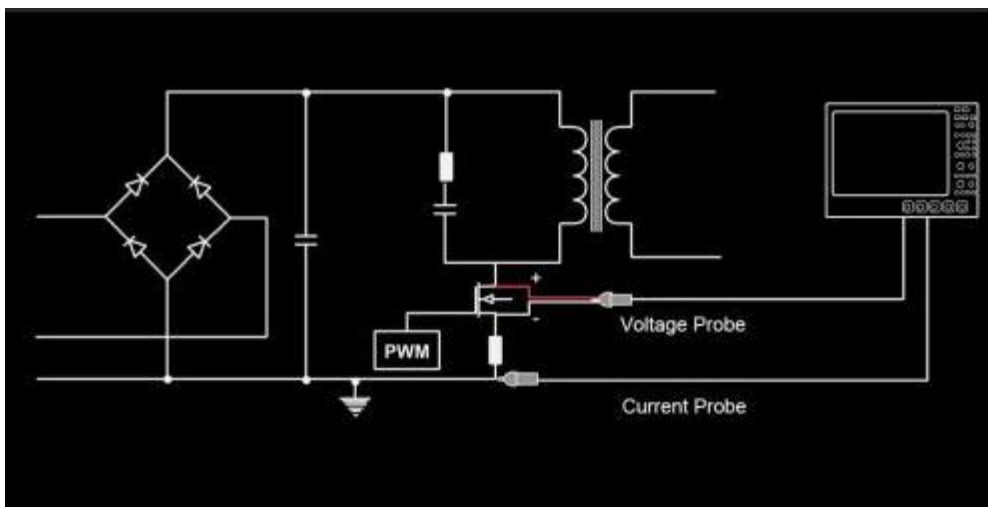
3. Настройка сигнала для анализа мощности

С помощью касания нажмите на значок меню запуска  в правом верхнем углу, чтобы вызвать функциональное меню, и выберите пункт **Power/Анализ мощности**. В типе анализа выберите **Switching Loss/Коммутационные потери**, установите источник входного напряжения и канал входного тока, затем нажмите **Add/Добавить**.



4. Схема подключения сигналов

Подключите пробник напряжения (Voltage probe) и токовый пробник (Current Probe) к исследуемой цепи, как показано на рисунке ниже.



5. Графики мощности

Осциллограф отображает форму сигнала напряжения и форму сигнала тока, а также вычисленную форму сигнала мощности.



6. Таблица результатов
 Результаты анализа коммутационных потерь включают текущее значение, а также его среднее, максимальное и минимальные значения.


Switching Loss				
	Value	Average	Maximum	Minimum
Turn-on Power Loss	68.506 mW	40.456 mW	835.88 mW	0 W
Conduction Power Loss	471.95 mW	389.99 mW	8.2927 W	537.50 μW
Shutdown Power Loss	57.351 mW	31.934 mW	578.37 mW	1.7024 mW
Total Power Loss	597.81 mW	462.38 mW	8.4608 W	11.190 mW
Turn-on Energy Loss	1.3701 μJ	2.5599 μJ	41.737 μJ	0 J
Conduction Energy Loss	9.4390 μJ	4.4518 μJ	92.225 μJ	15.136 nJ
Shutdown Energy Loss	11.470 μJ	17.310 μJ	300.05 μJ	11.962 nJ
Total Energy Loss	22.279 μJ	24.322 μJ	300.69 μJ	29.832 nJ

22.5 Область безопасной работы (ОБР/SOA)

Область безопасной работы — это режим X-Y отображения зависимости напряжения коммутационного устройства от тока. Тест по шаблону ОБР предоставляет результаты проверки «годен/не годен», а нарушения режимов работы силового устройства при различных нагрузках можно наблюдать непосредственно в области безопасной работы.

Порядок действий:

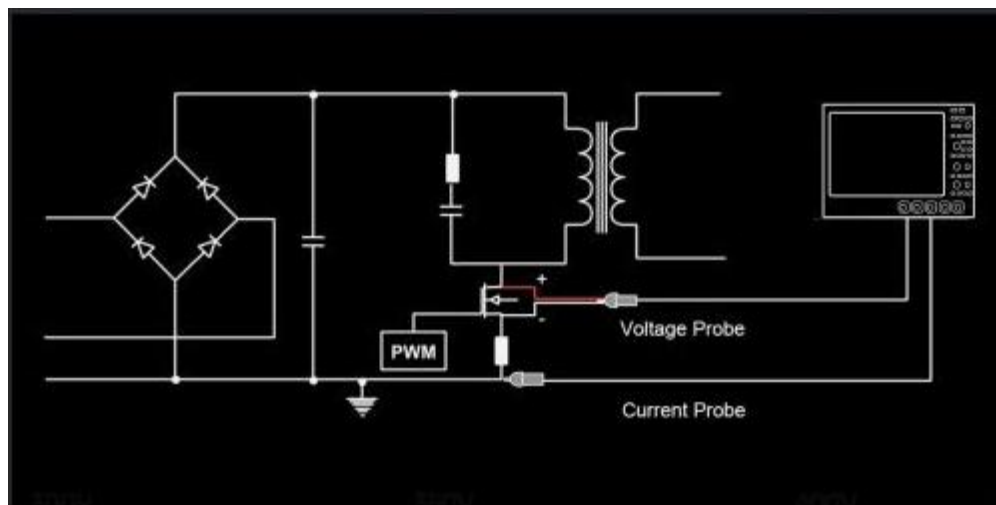
1. Настройка сигнала для анализа пульсаций.

С помощью касания нажмите на значок меню запуска  в правом верхнем углу, чтобы вызвать функциональное меню, и выберите пункт **Power/Анализ мощности**. В типе анализа выберите **SOA/ОБР**, установите источник входного напряжения и канал входного тока, затем нажмите **Add/Добавить**.



2. Схема подключения сигналов

Подключите пробник напряжения (Voltage probe) и токовый пробник (Current Probe) к исследуемой цепи, как показано на рисунке ниже.



3. Reset/Остановка и сброс

В тесте ОБР (SOA) можно установить автоматическую остановку и возобновление теста при обнаружении нарушения границ области.

4. Тип масштаба осей ОБР (SOA)

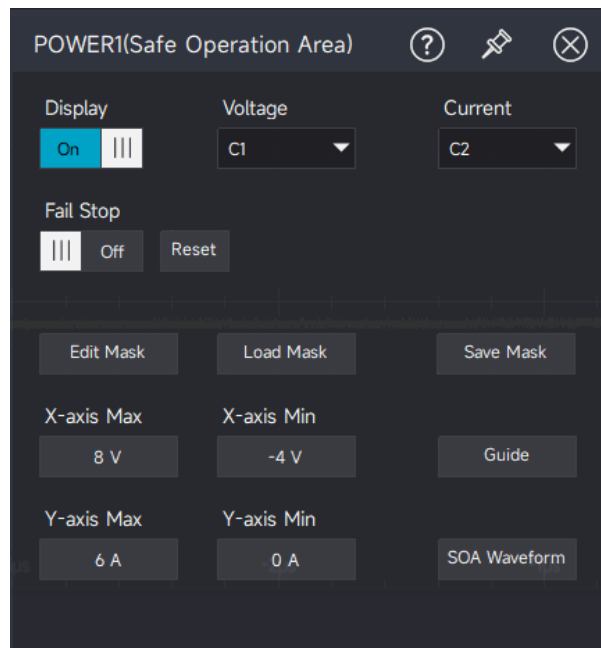
Можно установить линейный или логарифмический масштаб.

5. Шаблон (границы) ОБР (SOA)

Задать максимальные значения по напряжению, току и мощности.

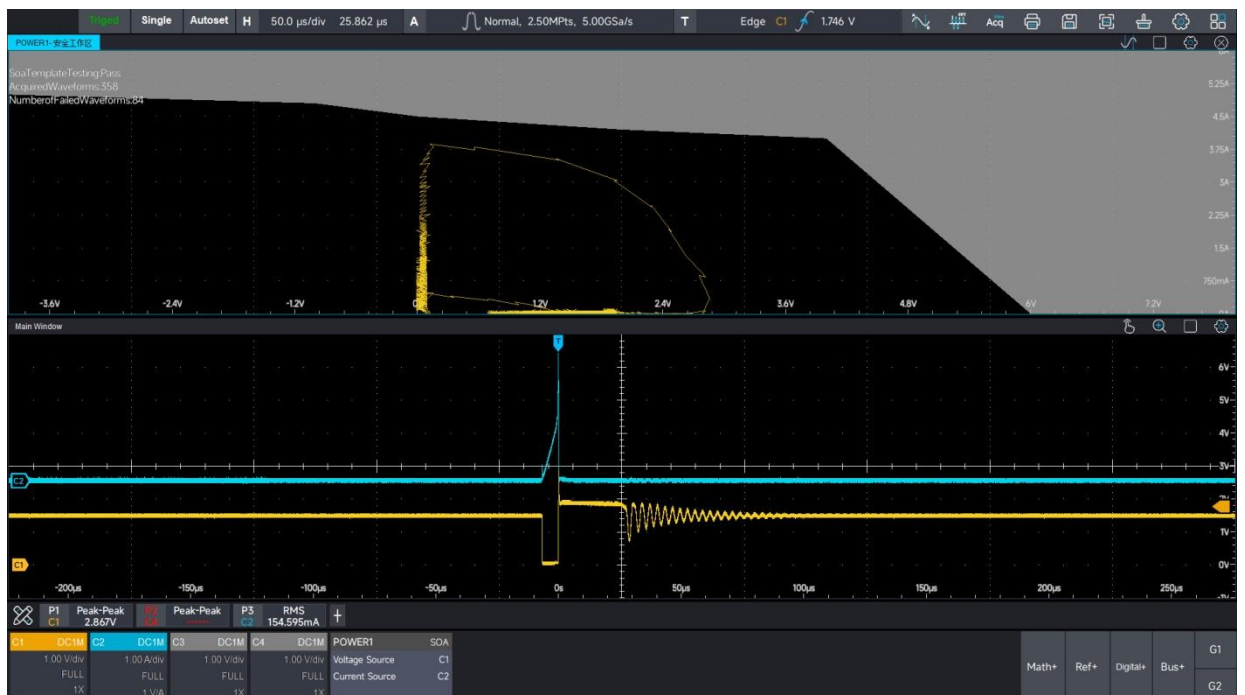
6. Отображение шаблона ОБР (SOA)

Установить максимальное и минимальное напряжение для оси X, а также максимальное и минимальное напряжение (ток) для оси Y.



7. График формы сигнала в режиме ОБР (SOA)

При включении этой функции осциллограммы ОБР будут отображаться в области тестирования по шаблону. Это позволяет визуально оценить, выходят ли осциллограммы за пределы установленного шаблона, а также увидеть результаты теста ОБР, количество захваченных сигналов и количество сигналов, не прошедших проверку.




22.6 Анализ контура (петли) обратной связи

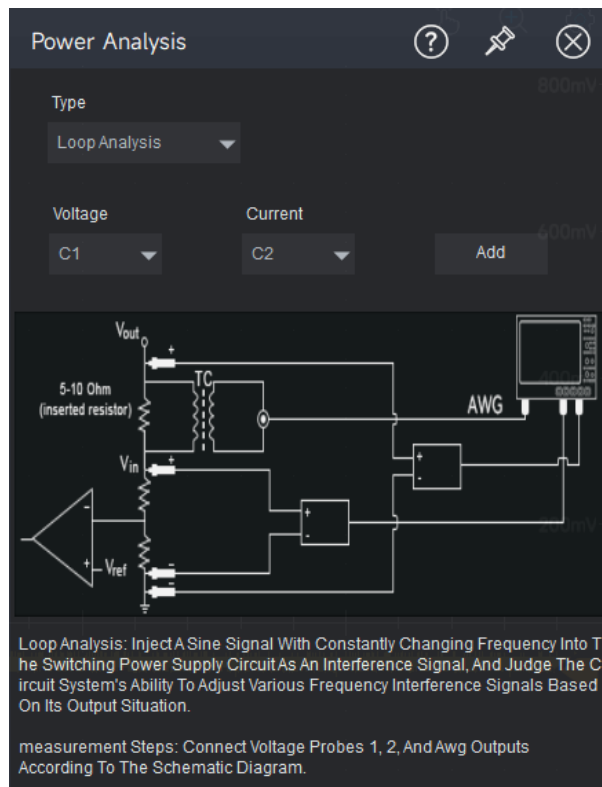
Анализ контура заключается во введении в цепь импульсного источника питания сигнала переменной частоты (синусоидального сигнала развертки) в качестве сигнала помехи. Динамическая способность системы схемы компенсировать помехи на разных частотах оценивается по её выходному сигналу. Для проведения этого теста требуется опция MSO7000X-AWG (генератор сигналов) для вывода помехового сигнала с разными частотами. Также необходим инжектор сигнала или изолирующий трансформатор для подачи сигнала в систему цепи, а для детектирования входного и выходного сигнала в контуре используются два пробника напряжения.

Во время сканирования осциллограф автоматически настраивает выходной сигнал функционального/произвольного генератора и подключает его к тестируемому устройству (ИУ). Затем он сравнивает входной сигнал ИУ с выходным, измеряя Gain/Коэффициент передачи (усиление) и Phase/Фазовый сдвиг на каждой частоте и отображая их на диаграмме Боде.

Порядок действий:

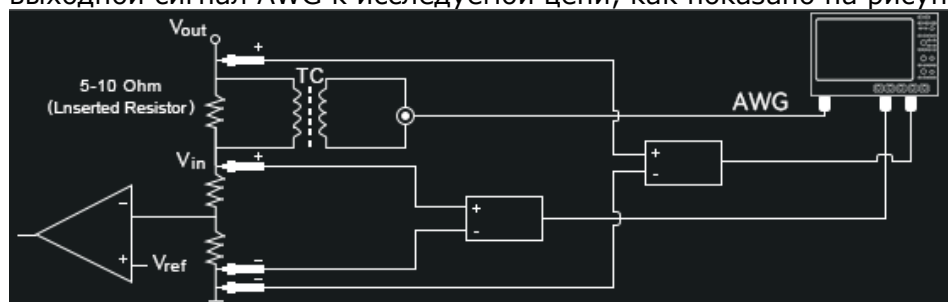
1. Настройка сигнала для анализа пульсаций.

С помощью касания нажмите на значок меню запуска  в правом верхнем углу, чтобы вызвать функциональное меню, и выберите пункт **Power/Анализ мощности**. В типе анализа выберите **Loop Analysis/Анализ Петли**, установите источник входного напряжения и канал входного тока, затем нажмите **Add/Добавить**.

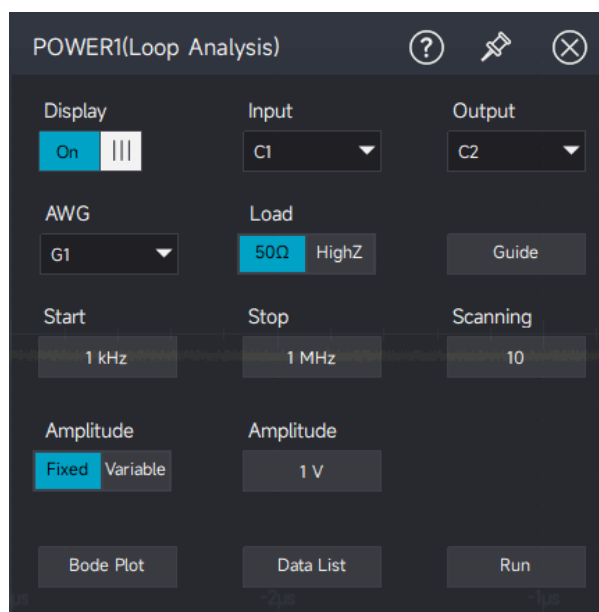


2. Схема подключения сигналов

Подключите пробник напряжения 1 (voltage probe), пробник напряжения 2 (voltage probe) и выходной сигнал AWG к исследуемой цепи, как показано на рисунке ниже.



3. Scanning mode/Режим сканирования
Можно установить непрерывное или одиночное сканирование.
4. Load/Импеданс
Можно установить 50 Ом или высокий импеданс. Выбор зависит от значения сопротивления в контуре.
Основной принцип: вносимый в контур резистор инжекции не должен влиять на установившееся значение параметров контура.
5. Start/Stop/Начальная/Частот среза
Начальная частота и частота среза не должны превышать выходную частоту функционального генератора сигналов. Рекомендуется устанавливать частоту среза анализа контура в диапазоне от 1/20 до 1/6 от частоты переключения. В этом диапазоне, как правило, можно найти частоту среза контура. Частота среза не должна быть слишком низкой, иначе контур не сможет реагировать на высокочастотные колебания нагрузки, что приведет к шуму в выходном напряжении.
6. Scanning count/Количество точек сканирования
Количество точек сканирования можно установить от 1 до 1000. Чем больше точек, тем ниже скорость сканирования.
7. Amplitude/Амплитуда выходного сигнала
Амплитуда выходного сигнала может быть установлена как постоянная или регулируемая.
Амплитуда вводимого сигнала может быть установлена на уровне около 5% от выходного напряжения. Если амплитуда слишком мала, осциллограф может её не распознать. Если амплитуда слишком велика, это может привести к нелинейностям в системе и искажению измерений.
8. Run - Нажмите для запуска анализа.



9. Bode diagram/Диаграмма Бode
Диаграмма Бode предоставляет амплитудно-фазовую частотную характеристику тестируемого устройства (ИУ).
10. Data list/Таблица данных
Данные включают частоту, амплитуду, отображение коэффициента передачи (усиления) и фазы.
11. Таблица результатов
Результаты анализа пульсаций включают текущее значение, а также его среднее, максимальное и минимальное значения.

23 АНАЛИЗ ДЖИТТЕРА И ГЛАЗКОВАЯ ДИАГРАММА (ОПЦИЯ)

Глазковая диаграмма и анализ джиттера — это набор инструментов для анализа целостности сигнала в высокоскоростных системах передачи данных, который содержит большой объем информации.

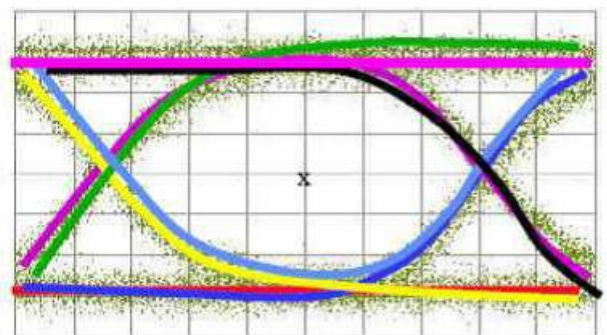
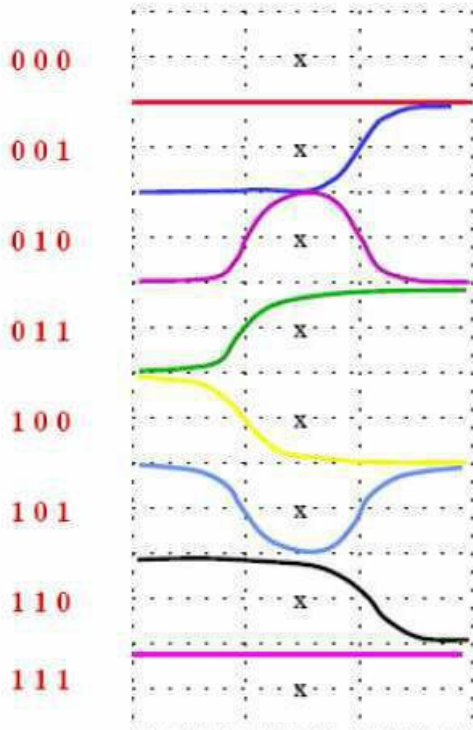
Глазковая диаграмма — это статистическая диаграмма распределения, формируемая путем наложения битов данных в различных позициях высокоскоростных цифровых сигналов в соответствии с тактовыми интервалами. Глазковая диаграмма отражает интегральные характеристики всех цифровых сигналов в канале передачи.

Анализ джиттера — это шум и фазовые изменения, возникающие на фронтах сигнала, которые могут вызывать временные ошибки в сигнале. С ростом скорости передачи сигнала увеличиваются помехи в канале передачи данных, а также усиливаются потери сигнала и ухудшается качество передачи, поэтому разработчику необходимо контролировать качество сигнала в процессе передачи от передатчика (TX) к приемнику (RX). Анализ джиттера — это инструмент, который помогает инженерам выполнять подобные тесты. Осциллографы серии АК ИП-4152 предоставляют набор инструментов для визуального анализа джиттера и тестирования глазковых диаграмм, обеспечивая комплексный анализ качества сигнала во временной, частотной и статистической областях.

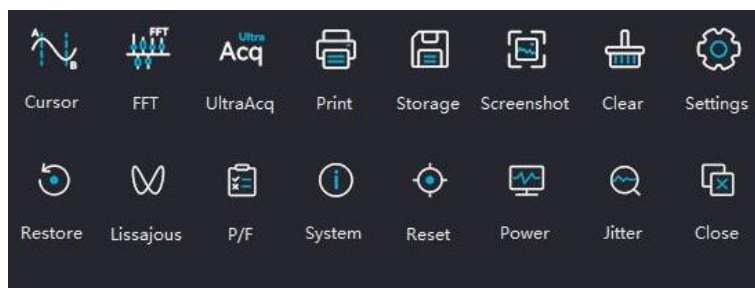
С помощью теста глазковой диаграммы пользователь может оценить интегральные характеристики цифрового сигнала. Гистограмма TIE показывает распределение джиттера. График тренда TIE отображает тенденцию изменения джиттера. По спектрограмме TIE можно определить джиттер в определенной точке, что позволяет проводить целенаправленную доработку схемы. Кроме того, доступны кривая "ванны" (bathtub curve) и кривая Q-фактора, которые помогают сделать дальнейшие выводы о джиттере.

23.1 Глазковая диаграмма/Eye-diagram


Глазковая диаграмма — это метод анализа высокоскоростных цифровых сигналов. Осциллограф разделяет все кодовые элементы цифрового сигнала и накладывает их на экран с интервалами тактовых импульсов, создавая эффект, напоминающий глаз.



Быстрое формирование глазковой диаграммы



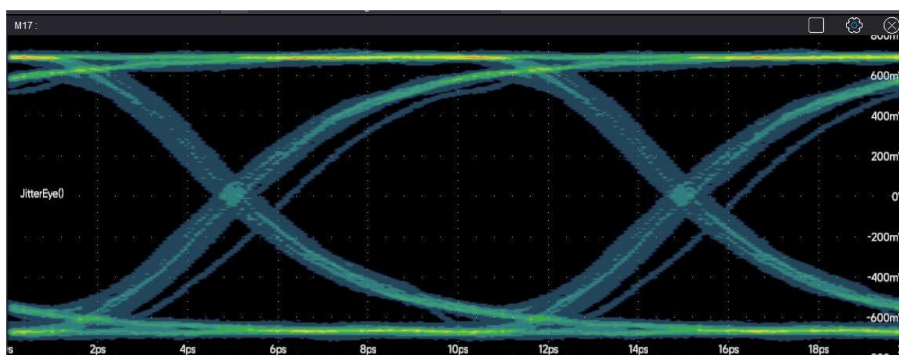
Порядок действий:

1. С помощью касания нажмите на значок меню запуска  в правом верхнем углу, чтобы вызвать функциональное меню, и выберите пункт **Jitter/ Анализ джиттера**. Отобразится меню как показано ниже.



2. Выберите источник для анализа коснувшись пункта **Source**: C1~C4.
3. Выберите тип анализируемого сигнала, коснувшись пункта **Signal Type**: сигнал данных (Data Signal) / тактовый сигнал (Clock Signal).
4. Установите параметры сравнения для режима данных: порог (Comparison), гистерезис (Hysteresis) и длительность (Data Pattern).
 - **Comparison/Порог сравнения**: от 45% до 55%, по умолчанию 50%.
 - **Hysteresis/Гистерезис**: от 0% до 30%, по умолчанию 20%.

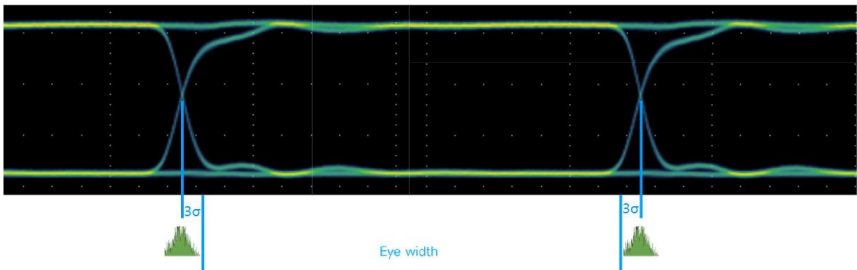
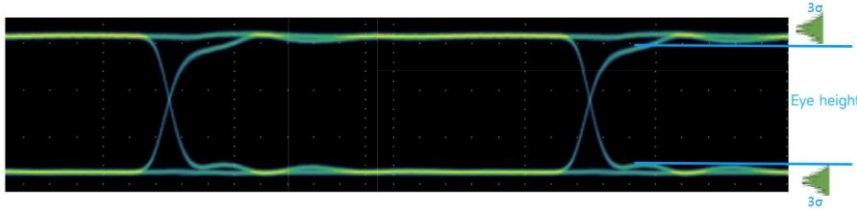
- **Data Pattern/Длительность режима данных:** от 0 до 4.295 Гбит, по умолчанию 127 бит.
5. **Graph/График:** Eye diagram/Глазковая диаграмма.
 6. **Finding Bitrate/Поиск скорости передачи данных (битрейта)** или ручной ввод значения (автоматическое определение битрейта может быть неточным из-за сложности сигнала, поэтому рекомендуется вводить значение вручную).
 7. **Clock Recovery/Восстановление тактового сигнала.**
 - **Constant Clock/Постоянный тактовый сигнал:** Для восстановления тактовой частоты используется метод наименьших квадратов для линейной аппроксимации собранных данных. Восстановленная тактовая частота является постоянной.
 - **PLL/ФАПЧ:** Основан на программной фазовой автоподстройке частоты для вычисления положения каждого фронта опорного тактового сигнала. Фазовый контур обладает определённой способностью отслеживать изменения тактовой частоты, может устранять низкочастотные компоненты джиттера и поддерживает контуры типа 1 и типа 2.
 - **Тип 1 (Контур первого порядка, Golden PLL):** Требуется настройки частоты среза и коэффициента среза фазового контура для установки полосы пропускания петли.
 - Как правило, если коэффициент среза меньше 5 Гбит/с, он устанавливается на 1667 (эмпирическое значение).
 - Если коэффициент среза больше 5 Гбит/с, он устанавливается на 2500 (эмпирическое значение).
 - **Тип 2 (Контур второго порядка, Golden PLL):** Требуется настройки собственной частоты (natural frequency) и коэффициента демпфирования (damping factor).
 8. **Постройте глазковую диаграмму.** Глазковая диаграмма строится путём наложения длинных последовательностей битов данных. Поэтому глубина памяти и частота дискретизации влияют на качество глазковой диаграммы, а также на время её построения.



23.2 Измерение параметров глазковой диаграммы

Для активации параметра используйте касание по нему на глазковой диаграмме. Будет выведен полный список параметров глазковой диаграммы. В данном разделе подробно описываются эти параметры.

Eye Diagram	
Measurement Items	Current Value
0 Level	80.867 mV
1 Level	1.528 V
Eye Amplitude	1.447 V
Eye Height	1.355 V
Eye Width	28.119 ns
Extinction Ratio	24.277
Eye-crossing Ratio	48.85 %
Q-factor	47.597

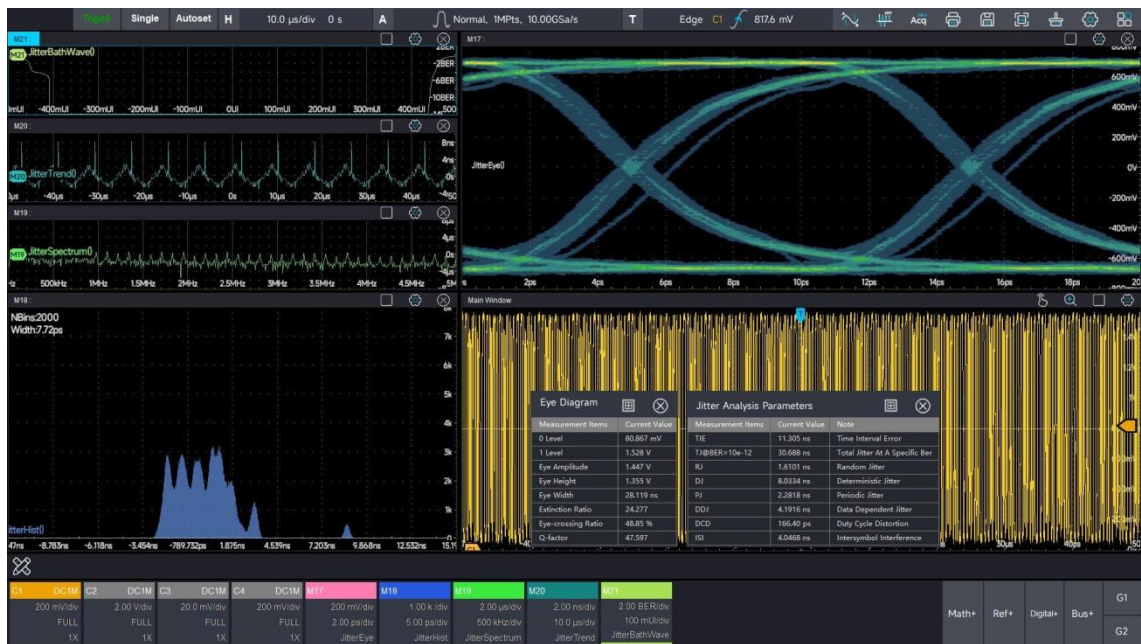
Параметр	Описание
Eye width/Ширина раскрытия глаза	<p>Ширина глазковой диаграммы по горизонтали. Рассчитывается на основе распределения вероятности пересечений сигналом центральной линии глазковой диаграммы по горизонтали.</p> 
Eye height/Высота раскрытия глаза	<p>Высота глазковой диаграммы по вертикали. Рассчитывается на основе распределения вероятности уровней "1" и "0" по вертикали в пределах интервала от 40% до 60% единичного интервала (UI).</p> 
1-level/ Уровень "1"	Уровень логической "1" на глазковой диаграмме. Вычисляется как среднее значение высокого уровня по вертикали в пределах центральных 20% единичного интервала (UI).
0-level/ Уровень "0"	Уровень логического "0" на глазковой диаграмме. Вычисляется как среднее значение низкого уровня по вертикали в пределах центральных 20% единичного интервала (UI).
Eye amplitude/ Амплитуда раскрытия глаза	Разность между уровнями "1" и "0".
Cross ratio of eye/ Коэффициент пересечения глазка	Отношение амплитуды сигнала в точке пересечения (относительно уровня "0") к амплитуде раскрытия глаза.
Extinction ratio/ Коэффициент экстинкции	Характеризует помехоустойчивость передаваемого сигнала. Определяется как отношение средней мощности уровня "1" к средней мощности уровня "0".
Q factor/Q-фактор	Отношение амплитуды раскрытия глаза к суммарной амплитуде шума на уровнях "1" и "0".

23.3 Анализ джиттера/Jitter Analysis

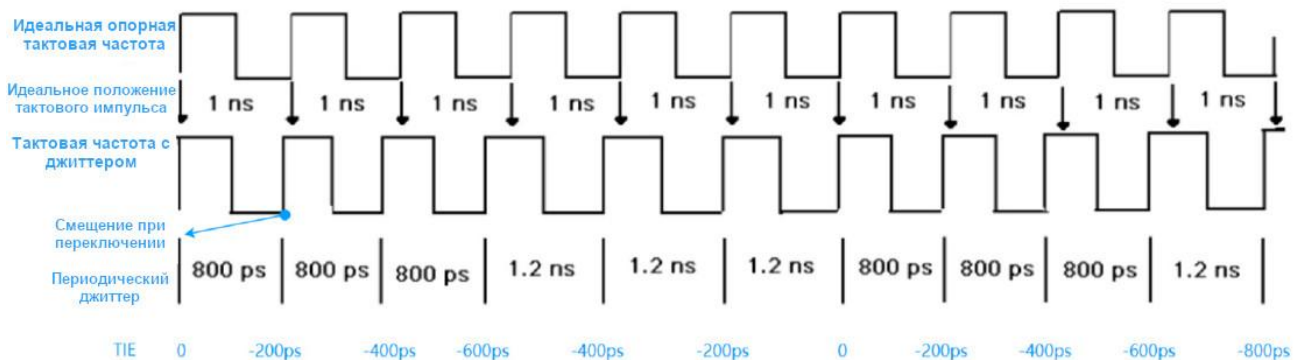
Функция анализа джиттера в основном используется для анализа целостности сигналов в высокоскоростных последовательных системах. Джиттер TIE (Time Interval Error) является распространенным измерительным показателем джиттера.

Осциллограф серии АК ИП-4152 предоставляет график временного тренда TIE / спектрограмму TIE, гистограмму и кривую "ванны" для визуализации джиттера, что позволяет детально анализировать его характеристики.

Порядок работы с функцией анализа джиттера аналогичен построению глазковой диаграммы, пожалуйста, обратитесь к разделу «23.1 Глазковая диаграмма».

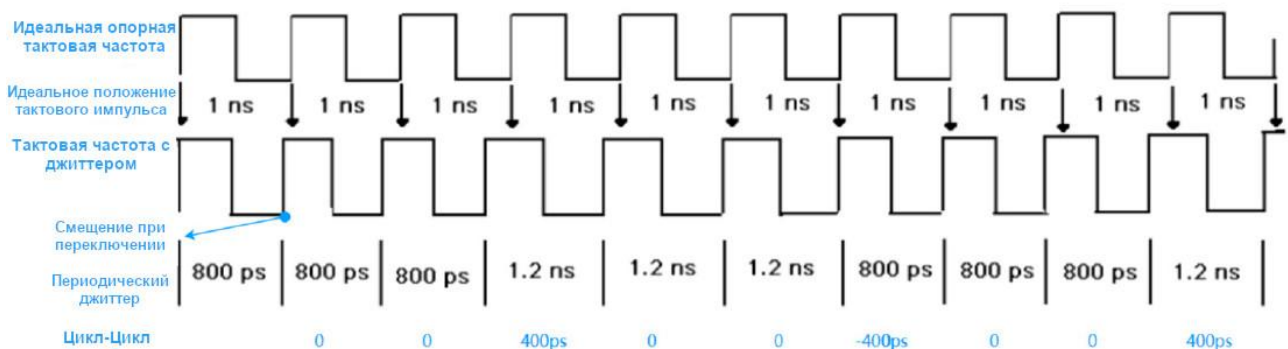


TIE (Time Interval Error - Ошибка временного интервала) — это временная ошибка сигнала относительно опорной тактовой частоты. TIE представляет собой джиттер в высокоскоростных цифровых системах. В данном осциллографе под TIE понимается его размах (TIE peak-peak). Фронт измеряемого сигнала сравнивается с идеальным фронтом, установленным восстановленной тактовой частотой, а все интервалы сигнала измеряются в соответствии с идеальной скоростью передачи данных.



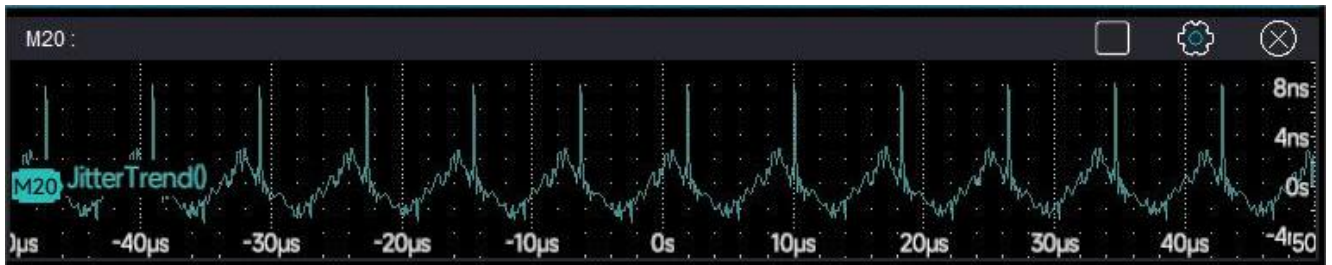
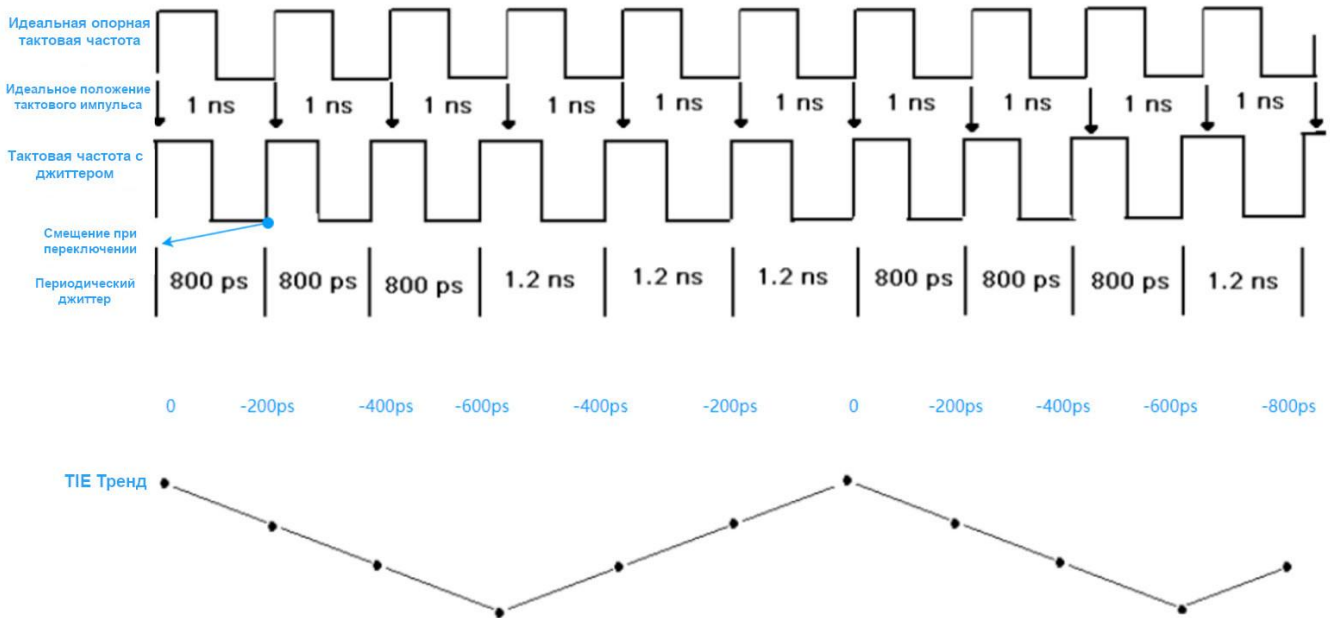
Cycle-Cycle (Период-период)

Измеряется период первого сигнала, затем из периода второго сигнала вычитается период первого, и так далее для последующих периодов.

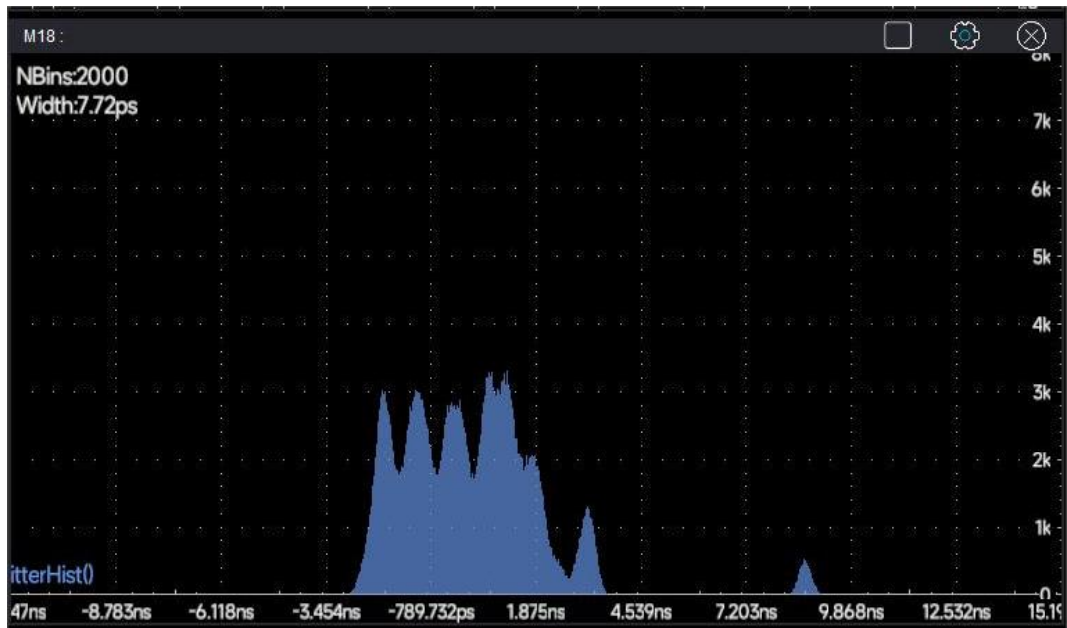


TIE Trend (График временного тренда): Диаграмма, построенная на основе статистики временного тренда измерений джиттера TIE, является ключевым индикатором, который можно использовать для оценки производительности данных.

- Позволяет перейти от анализа джиттера в частотной области к анализу во временной области.
- Горизонтальная ось указывает время проведения измерения, а вертикальная ось — значение измеренного джиттера TIE.
- График тренда отображает отклонение джиттера для каждого цикла, что позволяет понять тенденцию изменения джиттера сигнала.



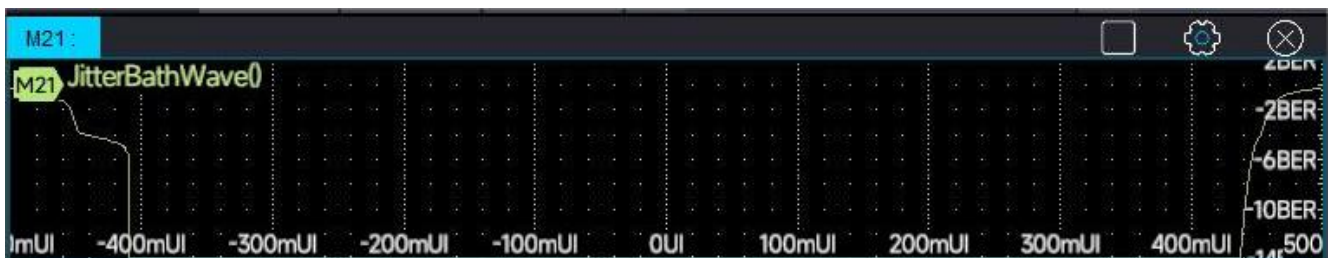
Jitter histogram (Гистограмма): Путем статистического анализа отклонений джиттера гистограмма может отображать различные величины смещения джиттера, что позволяет понять распределение джиттера в тактовом сигнале. Горизонтальная ось представляет величину отклонения джиттера, а вертикальная ось — количество измерений, соответствующих каждому отклонению.



TIE spectrogram (Спектрограмма): Спектр джиттера получается путем выполнения БПФ (быстрого преобразования Фурье) над сигналом джиттера, что позволяет точно локализовать составляющие джиттера в частотной области. Горизонтальная ось представляет частоту, а вертикальная ось — измеренное значение джиттера сигнала.



Bathtub curve (Кривая "ванны"): Эта кривая показывает зависимость BER (коэффициента битовых ошибок) от точки принятия решения. Кривая отображает BER и кумулятивное количество ошибок, что позволяет легко проанализировать степень раскрытия глазковой диаграммы при заданном BER. Обычно степень раскрытия глазковой диаграммы наблюдается при $BER=10^{-12}$, и анализ джиттера должен сопровождаться оценкой BER, чтобы быть значимым. Горизонтальная ось представляет степень раскрытия глазковой диаграммы в единицах UI (единичный интервал). Вертикальная ось представляет количество накопленных битов (или BER в логарифмическом масштабе).

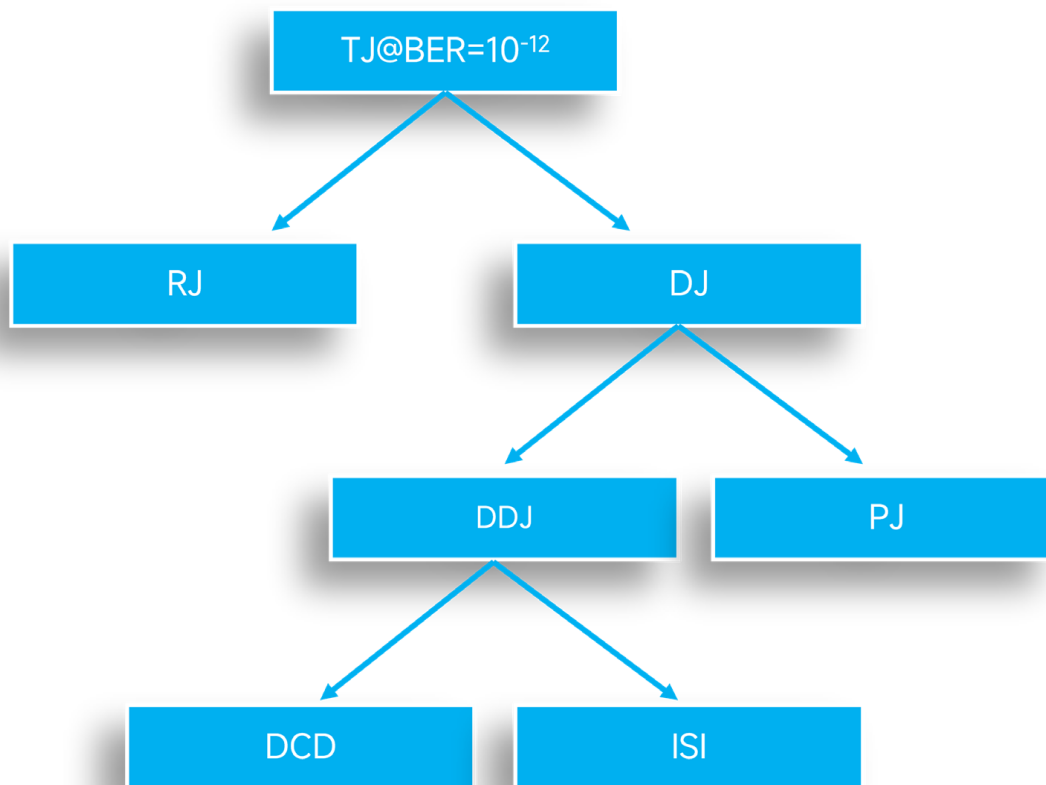


23.4 Восстановление тактовой частоты/Clock Recovery

Порядок работы с функцией восстановления тактовой частоты аналогичен построению глазковой диаграммы, пожалуйста, обратитесь к разделу «23.1 Глазковая диаграмма».

23.5 Разрешение (анализ) джиттера/Jitter Resolving

Разрешение (анализ) джиттера — это разложение измеренных данных TIE на различные компоненты (как показано на следующем рисунке).



Параметр	Описание
TJ@BER=e⁻¹² (Суммарный джиттер)	Суммарный джиттер оценивается на основе BER (коэффициента битовых ошибок). $TJ = DJ + 2Q_B \cdot \sigma_{RJ}$ Коэффициент Q_B различен для разных значений BER. При $BER=10^{-12}$, $Q_B=7.05$.
RJ (Случайный джиттер)	Обычно плотность вероятности (PDF) случайного джиттера соответствует гауссовому нормальному распределению. Теоретически, чем больше выборка, тем шире диапазон распределения. При достаточно большой выборке диапазон стремится к бесконечности, т.е. джиттер неограничен. Его величина выражается среднеквадратическим отклонением σ . RJ в основном возникает из-за внутренних тепловых явлений, колебаний молекул и атомов, механических шумов, внешних космических лучей и т.д., и не может быть устранен.
DJ (Детерминированный джиттер)	Распределение детерминированного джиттера является ограниченным.
DCD (Искажение скважности)	Искажение скважности — это асимметрия фронтов (нарастающего и спадающего). Некорректная скважность тактового сигнала (не 50%), неравенство длительностей фронтов и неправильно выбранный опорный уровень могут вызывать это искажение.
DDI (Джиттер, зависящий от данных)	Джиттер, зависящий от данных, возникает в основном из-за межсимвольной интерференции (ISI). Из-за неидеальных характеристик АЧХ канала передачи

	цифрового сигнала разные комбинации символов проходят через канал с неодинаковой скоростью нарастания/спада фронтов, что создает различные моменты пересечения нуля. Например, часто переключающийся высокочастотный сигнал "1,0,1,0..." затухает значительно сильнее, чем непрерывный сигнал "1,1,1,0,0,0...", поэтому для достижения высокого уровня при неизменном символе требуется больше времени, а при переключении — больше времени для достижения порога решения, что приводит к джиттеру. Также, из-за несогласования импеданса возникает отражение сигнала, которое, накладываясь на исходный сигнал, увеличивает амплитуду и приводит к преждевременному срабатыванию, вызывая джиттер. PDF для DDI выражается в виде ряда дискретных распределений.
ISI	Межсимвольная интерференция.
RJ (Периодический джиттер)	Периодический джиттер в основном вызывается периодическими помехами на плате, такими как пульсации питания от импульсного источника и перекрестные наводки тактовых сигналов. Периодический джиттер эквивалентен фазовой модуляции.

Значение анализа (разложения) джиттера

После завершения анализа джиттера, суммарный джиттер (TJ) для любого заданного BER может быть оценен на основе ограниченной выборки измерений джиттера, что позволяет экономить время тестирования при условии корректной оценки случайного джиттера (RJ). Анализируя причины формирования каждой компоненты джиттера, можно определить источник проблемы при тестировании конкретного компонента, что помогает быстро локализовать неисправность.

23.6 Измерение параметров джиттера

Параметры измерения джиттера относятся к разделу «23.5 Разрешение (анализ) джиттера».

23.7 Влияние измерительной системы на тестирование джиттера

(1) Полоса пропускания измерительной системы

Полоса пропускания измерительной системы включает в себя осциллограф, пробник, измерительный кабель и тестовую оснастку (фикстуру).

Обычно полоса пропускания измерительной системы (осциллографа и пробника) должна **более чем в пять раз превышать** частоту измеряемого сигнала, чтобы можно было выделить пятую гармонику сигнала. Измерительный кабель и тестовая оснастка должны соответствовать стандартным и кодовым требованиям, их несоответствие может привести к возникновению дополнительного джиттера ISI.

(2) Частота дискретизации реального времени осциллографа

Как правило, более высокая частота дискретизации обеспечивает лучшее разрешение по времени и более точное определение фронтов, что непосредственно отражается на результатах анализа джиттера. Более высокая частота дискретизации означает более высокую точность измерений.

(3) Собственный шум заземления и внутренний джиттер прибора

Джиттер представляет собой временную ошибку, и на результаты его измерения влияет собственный (внутренний) джиттер измерительного прибора.

(4) Количество отсчетов формы сигнала


Глубина памяти осциллографа является важным показателем для анализа джиттера, так как она напрямую влияет на количество выборок для тестов джиттера и глазковой диаграммы. Достаточно длинная запись формы сигнала также означает, что можно захватить джиттер более низкой частоты, а также обеспечить более длинный тактовый период

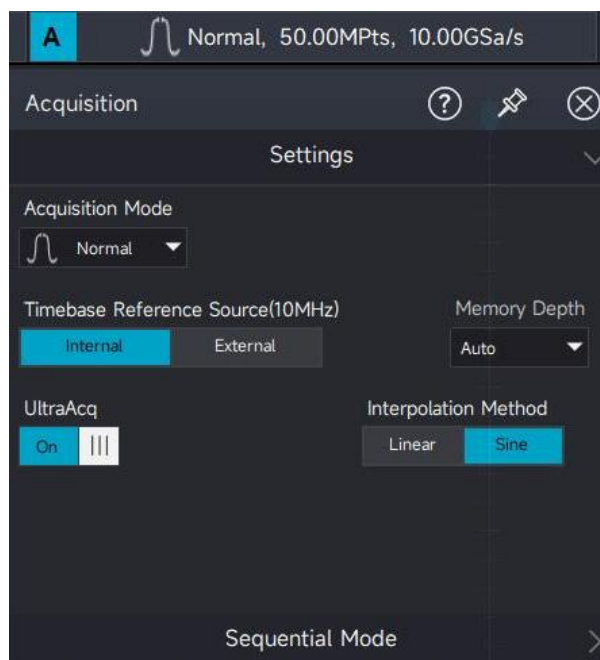
24 РЕЖИМ СЕГМЕНТИРОВАННОЙ РАЗВЕРТКИ

Сегментированная развертка — это быстрый режим захвата на базе технологии **UltraAcq®**, при котором глубина памяти осциллографа делится на несколько сегментов, и в каждом сегменте сохраняется только одна захваченная по заданной схеме запуска форма сигнала. Пока количество сохраненных сигналов не достигнет установленного числа кадров, осциллограф выполняет только захват и запись, без отображения и обработки данных. В режиме сегментированной развертки мертвое время между событиями запуска осциллографа сводится к минимуму, что значительно повышает частоту обновления формы сигнала. В режиме **UltraAcq®** осциллограф может достигать минимального интервала между условиями синхронизации в 1 мкс, что соответствует частоте захвата сигналов до 800 000 сигн/с (wfms/s).

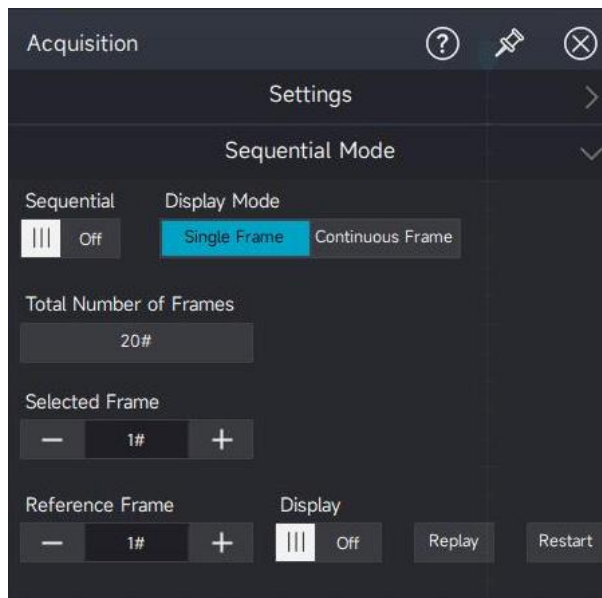
24.1 Общая настройка

Порядок действий:

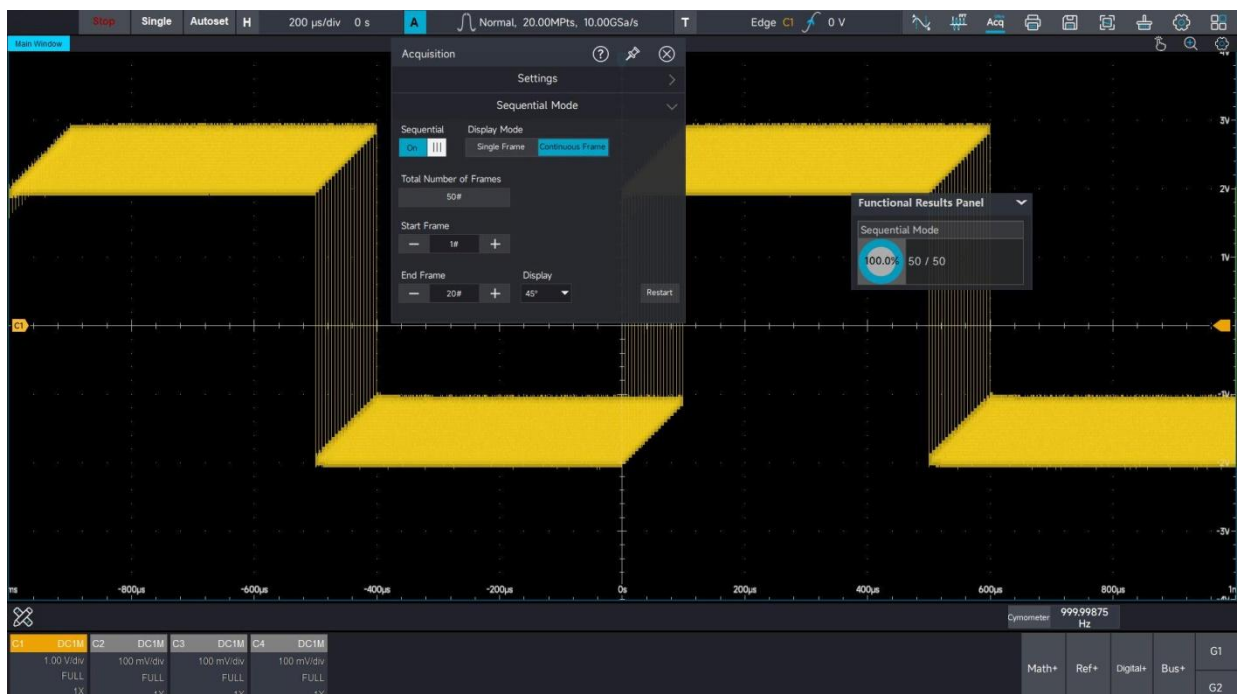
1. Коснитесь области отображения частоты дискретизации в центральной верхней части экрана . Отобразится меню настроек сбора данных.



2. В открывшемся меню коснитесь пункта **Sequential Mode/Сегментированная развертка**.
3. Коснитесь переключателя **Sequential** – в положение **On/ВКЛ** для включения режима сегментированной развертки.



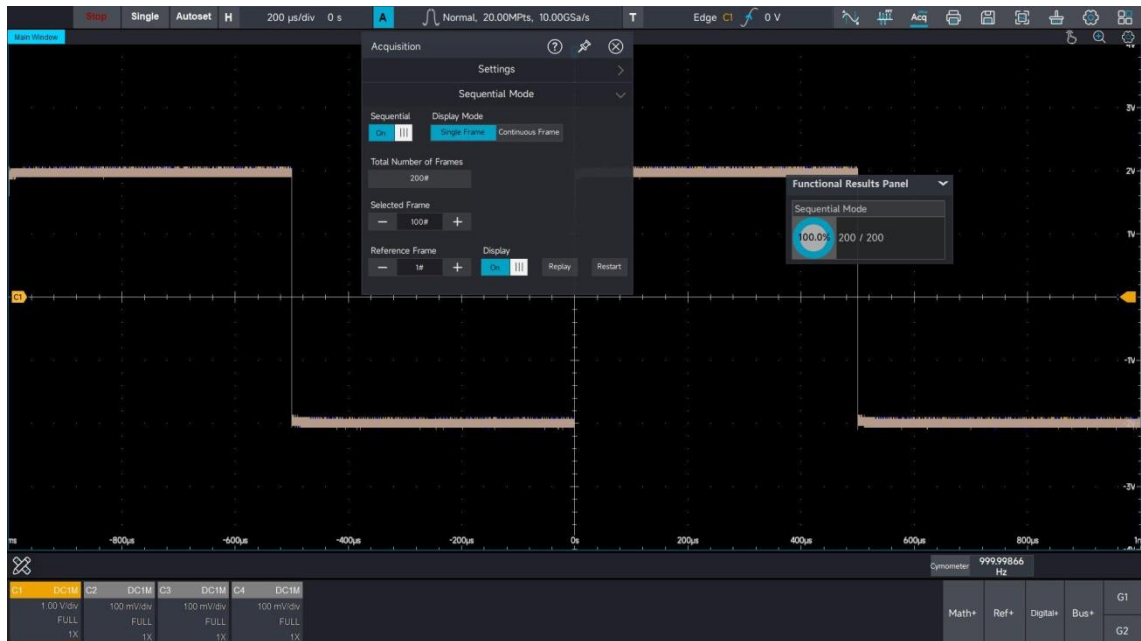
4. Выберите режим отображения: одиночный/последовательность кадров.
 - **Single frame/Одиночный кадр:** выберите один кадр сигнала для отображения на экране.
 - **Consecutive frame/Последовательность кадров:** можно задать диапазон номеров кадров (максимум 20 кадров), которые будут отображаться на экране одновременно.
5. Задать общее количество кадров (**Total Number of Frames**)
 Общее количество кадров связано с глубиной памяти. Осциллограф делит глубину памяти на сегменты равной длины, чем выше установленная глубина памяти, тем меньше количество доступных сегментов (и, соответственно, кадров).



24.2 Режим одиночного кадра

В режиме одиночного кадра можно отображать опорный кадр, воспроизводить захваченный сигнал и выполнять повторный захват. Когда установленное общее количество кадров собрано или достигнута полная заполненность памяти, собранные сигналы могут быть воспроизведены заново. Осциллограф перейдет в остановленное состояние после того, как захват достигнет установленного общего количества кадров. В этот момент можно

выбрать в качестве опорного кадр с нужным диапазоном и воспроизвести его. Опорный кадр отображается другим цветом для отличия от других кадров сигнала. Во время воспроизведения можно остановиться в любой момент, если обнаружена аномалия, и можно выбрать конкретный номер кадра с помощью кнопок **-** и **+** для просмотра соответствующего сигнала.



24.3 Последовательность кадров

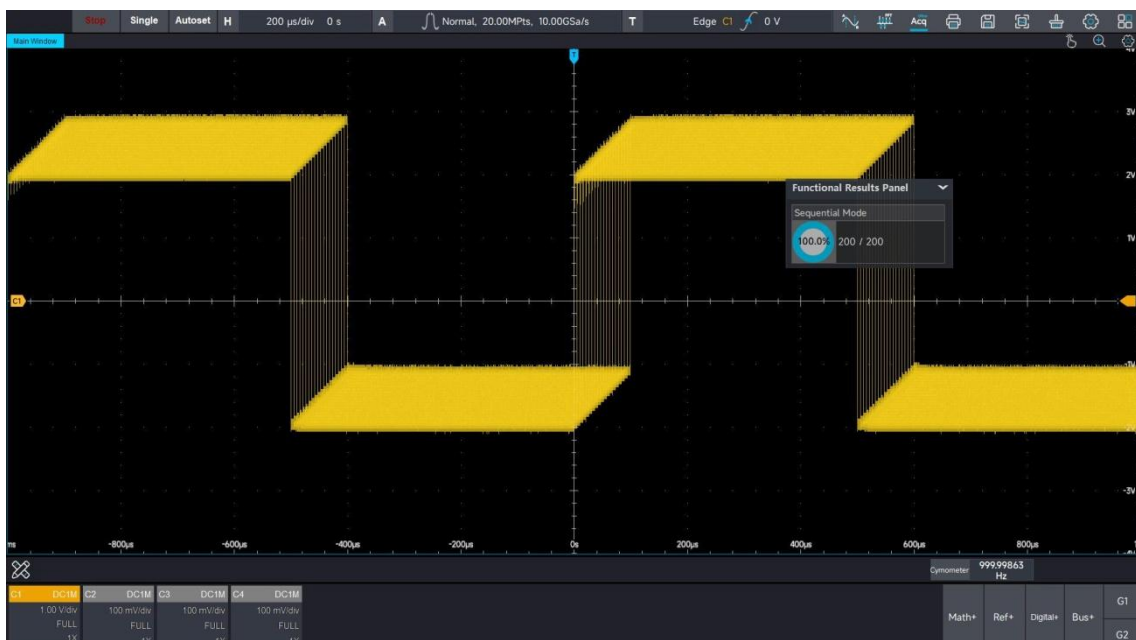
В режиме последовательности кадров можно задавать диапазон отображения и тип отображения сигналов.

Диапазон отображения сигналов можно установить от 1-го до 20-го кадра, а режим отображения можно выбрать из следующих: 45° , наложение (**stacking**), суперпозиция (**superposition**) и склейка (**stitching**).

Для демонстрации возьмем максимальный диапазон отображения в 20 кадров, чтобы показать сигналы в разных типах отображения.

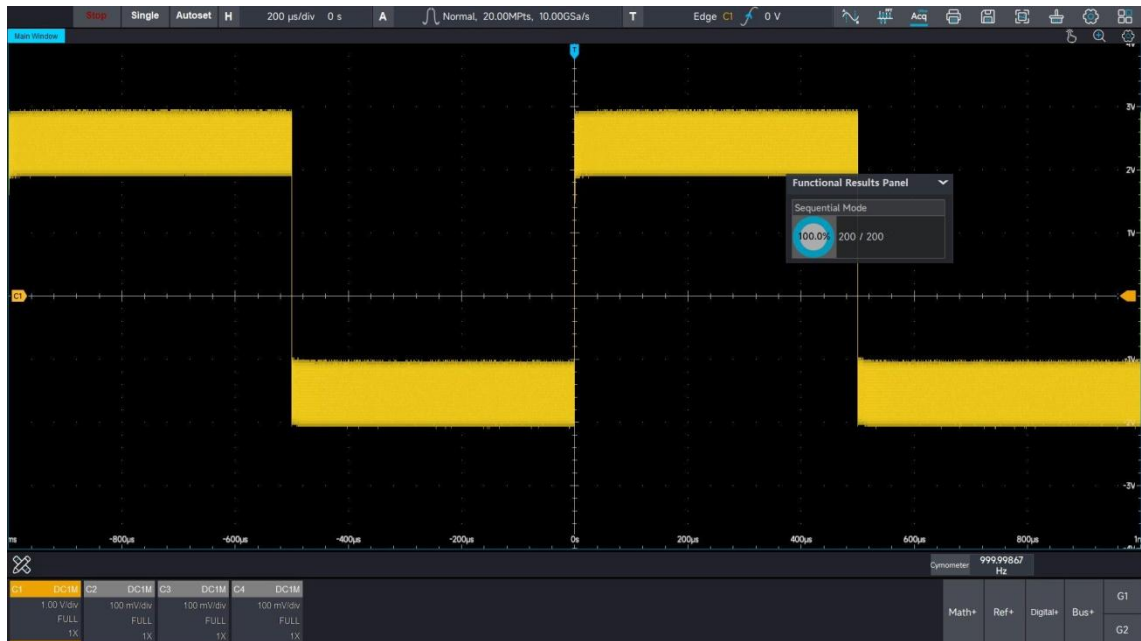
45°

Сигналы в заданном диапазоне отображаются под углом 45° вверх по диагонали.



Stacking/Наложение

Сигналы в заданном диапазоне отображаются с вертикальным смещением (накладываются друг на друга по вертикали).



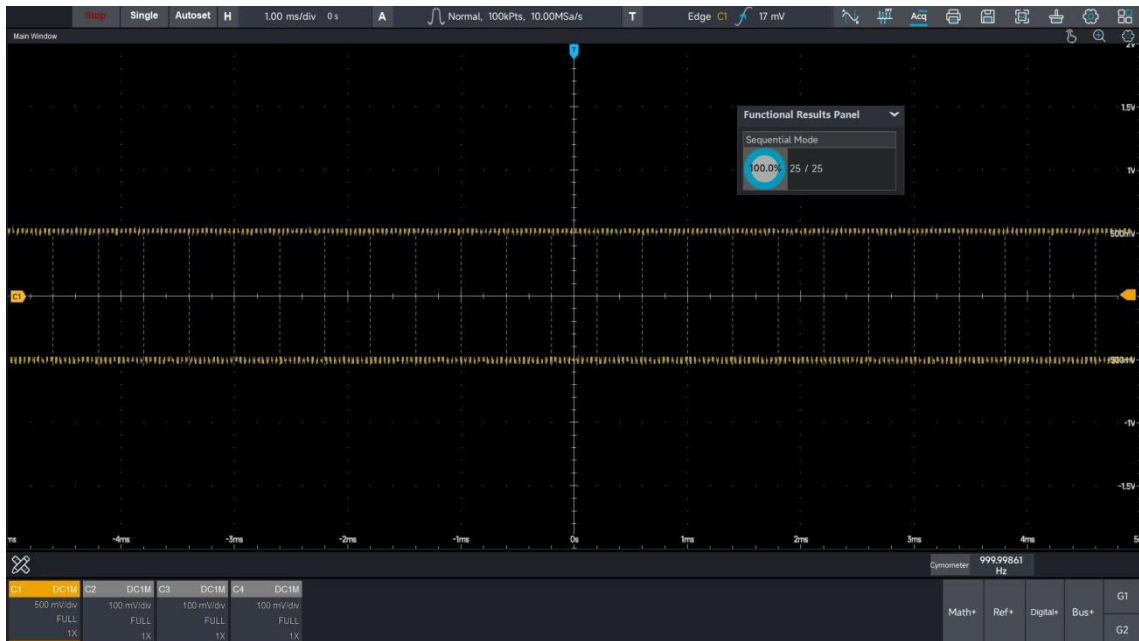
Superposition/Суперпозиция

Сигналы в заданном диапазоне накладываются друг на друга и отображаются как один объединенный сигнал.



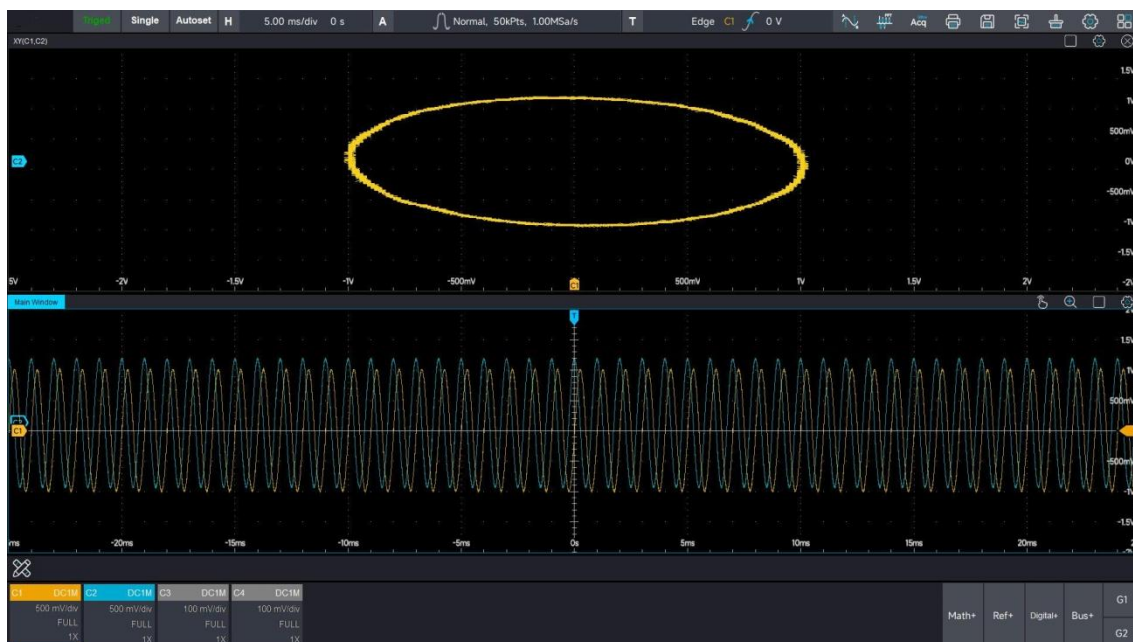
Stitching / Склейка

Сигналы в заданном диапазоне отображаются последовательно, склеенными в одну непрерывную развертку.





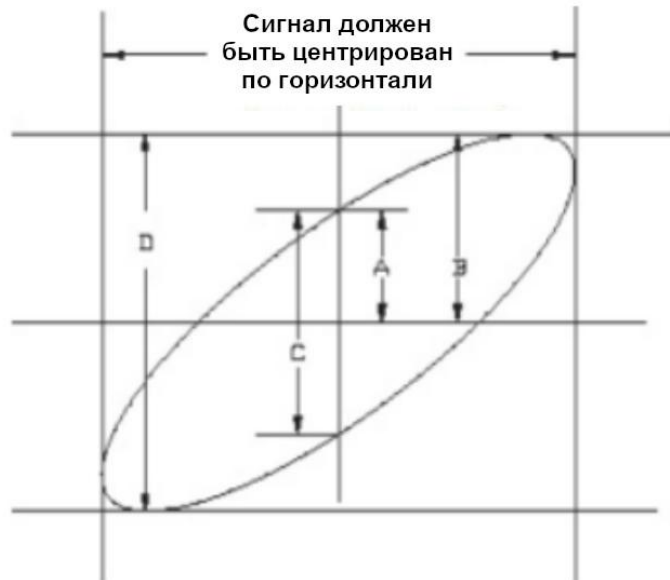
25 РЕЖИМ XY

Сигнал, отображаемый в режиме XY, также называется фигурой Лиссажу.



Порядок действий для быстрого создания фигуры Лиссажу:

1. С помощью касания нажмите на значок меню запуска  в правом верхнем углу, чтобы вызвать функциональное меню, и выберите пункт **Lissajous/Лиссажу**. 
2. Перед построением необходимо задать входной сигнал для горизонтальной оси (ось X) и входной сигнал для вертикальной оси (ось Y). (Например, для оси X установить канал C1, для оси Y — канал C2)
3. Настройка фигуры Лиссажу:
Перемещение:
 - Когда выбран источник для оси X (например, C1), используйте ручку **Position** (Позиция) в блоке вертикального управления для перемещения фигуры Лиссажу по горизонтали.
 - Когда выбран источник для оси Y (например, C2), используйте ручку **Position** для перемещения фигуры по вертикали.Масштабирование:
 - Когда выбран источник для оси X, используйте ручку **Scale** (Масштаб) в блоке вертикального управления для сжатия/растяжения фигуры Лиссажу по горизонтали.
 - Когда выбран источник для оси Y, используйте ручку **Scale** для сжатия/растяжения фигуры по вертикали.Центрирование: Нажмите на ручку **Position** (нажмите на саму ручку, как кнопку), чтобы переместить фигуру Лиссажу в центр экрана для лучшего отображения
4. Нажмите Add для активации режима XY.
5. Коснитесь переключателя **Sequential** – в положение **On/ВКЛ** для включения режима сегментированной развертки.
С помощью фигуры Лиссажу можно легко определить разность фаз между двумя сигналами одинаковой частоты.



Исходя из того, что $\sin\theta = A/B$ или C/D , θ — это фазовый угол между каналами, определение A, B, C, D см. на рисунке 11-6.

Таким образом, фазовый угол равен $\theta = \pm \arcsin(A/B)$ или $\theta = \pm \arcsin(C/D)$.

Если главный шпindel эллиптический расположен в пределах I, III квадранта, то полученный фазовый угол должен быть в I, IV квадрантах, то есть в пределах $(0 \sim \pi/2)$ или $(3\pi/2 \sim 2\pi)$.

Если главный шпindel эллиптический в расположен пределах II, IV, то полученный фазовый угол должен быть в пределах $(\pi/2 \sim \pi)$ или $(\pi \sim 3\pi/2)$.

Кроме того, если разность частот или фаз двух измеряемых сигналов выражена целыми числами, вычисление соотношения частот и фаз двух сигналов выполняется на основе рисунка приведенного выше.

Phase Angle / Freq ratio	0	$\frac{1}{4}\pi$	$\frac{1}{2}\pi$	$\frac{3}{4}\pi$	π
1:1					
1:2					
1:3					
2:3					

26 ГИСТОГРАММА

Осциллографы цифровой серии АКИП-4152 поддерживают гистограммный анализ для оценки тенденций, что позволяет пользователям удобно наблюдать форму сигнала и распределение вероятностей измеряемых параметров, а также быстро выявлять потенциальные аномалии сигнала. Гистограммы подразделяются на два типа: статистическая гистограмма и региональная гистограмма. Статистическая гистограмма подсчитывает количество выборок для измеряемых параметров сигнала. Региональная гистограмма подсчитывает данные формы сигнала по вертикальной и горизонтальной осям. В данной главе будет описано, как использовать функцию гистограммного анализа.

26.1 Статистическая гистограмма



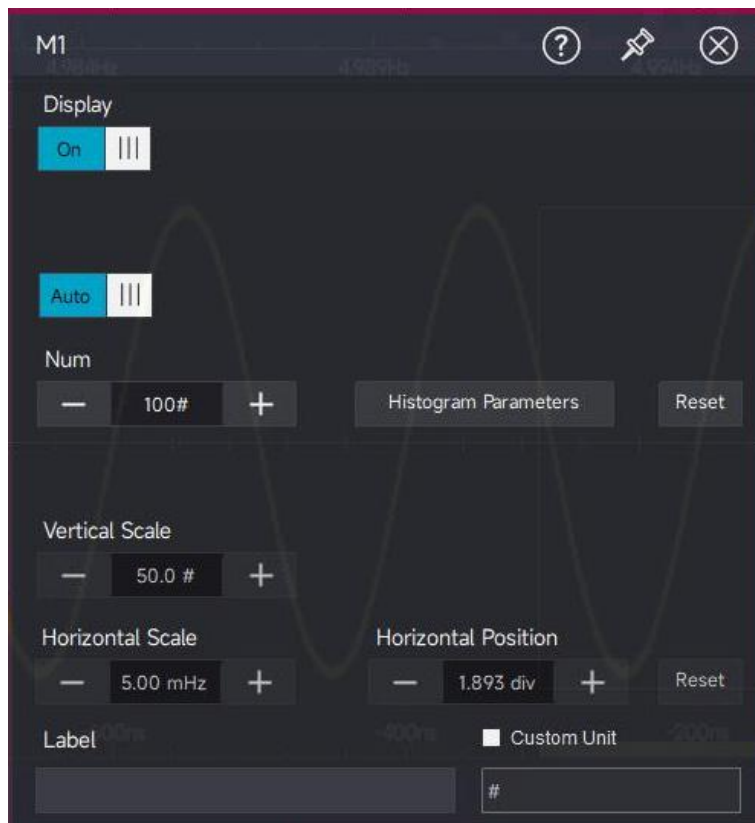
Порядок действий для включение/выключение статистической гистограммы

1. Включение статистической гистограммы:

- с помощью касания выберите параметр, для которого необходимо построить гистограмму (требуется активировать автоматическое измерения необходимого параметра);
- коснитесь активированного измерения, в открывшемся меню нажмите **Histogram/Гистограмма**;
- в нижней части экрана отобразится дескриптор **Histogram/Гистограмма**, коснитесь его для перехода в меню настройки гистограммы.

2. Выключение статистической гистограммы:

- с помощью жеста смахивания уберите с экрана дескриптор **Histogram/Гистограмма**
- так же гистограмму можно отключить в меню настроек коснувшись переключателя **Display/Отображение** и выбрав **Off/Выкл.**



Порядок действий для настройки гистограммы:

1. Коснитесь дескриптора **Histogram/Гистограмма** в нижней части экрана, для перехода в меню настроек гистограммы.
2. Задать количество столбцов гистограммы коснувшись текстового поля Num и введя значение или используя кнопки **-**/**+** переключать значения. Диапазон установки от 2 до 2000.
3. Выполнить настройку вертикального и горизонтального масштаба. Вертикальный (Vertical scale) и горизонтальный (Horizontal scale) масштабы гистограммы соответствуют вертикальной и горизонтальной осям статистической гистограммы. Единица измерения горизонтальной оси соответствует единице измерения текущего измеряемого параметра. Например, при измерении частоты единица измерения — Гц; при измерении амплитуды единица измерения — В. Вертикальная ось отображает количество столбцов: чем выше столбец, тем выше вероятность значения в его единицах измерения.

Внимание: Масштаб можно установить в автоматический режим, при этом осциллограф автоматически настроит вертикальный и горизонтальный масштаб гистограммы.


4. Настроить вертикальное и горизонтальное положение. Вертикальное (Vertical position) и горизонтальное (Horizontal position) положение гистограммы можно настроить, нажимая кнопки **-**/**+**. Единица измерения — деления (div).
5. Открыть список параметров гистограммы коснувшись пункта **Histogram Parameters**. Список параметров гистограммы можно открыть в меню настроек. Параметры включают: среднее значение, стандартное отклонение, медиану, максимум, минимум, моду, размах (пик-пик), $\mu \pm 1\sigma$, $\mu \pm 2\sigma$, $\mu \pm 3\sigma$, количество пиков и общее количество выборок.

Parameters	
Average	24.015 V
Standard Devi	28.221 V
Median	10.141 V
Maximum	137.002 V
Minimum	1.887 V
Mode	1.887 V
Peak-Peak	135.115 V
M±1σ	85.73%
M±2σ	99.18%
M±3σ	100.00%
Peak Points	820 #
Total Sample	5 k#

6. Настойка подписи и выбор пользовательских единиц измерения.
- **Histogram label/Подпись гистограммы**
 - Коснитесь текстового поля под пунктом Label/Подпись. На экране появится цифровая клавиатура. Используйте её, чтобы задать подпись гистограммы. Цвет подписи соответствует цвету, заданному в меню настроек гистограммы.
 - **Customized unit/Пользовательская единица измерения**
С помощью сенсорного касания нажмите на белую кнопку (флажок) перед надписью **Customized unit/Пользовательская единица измерения**, а затем коснитесь текстового поля ниже. На экране появится цифровая клавиатура. Используйте её, чтобы задать пользовательскую единицу измерения.

26.2 Региональная гистограмма

Региональная гистограмма выполняет статистический анализ вероятности по вертикальному и горизонтальному направлению, что позволяет быстро обнаружить потенциальные аномалии сигнала.

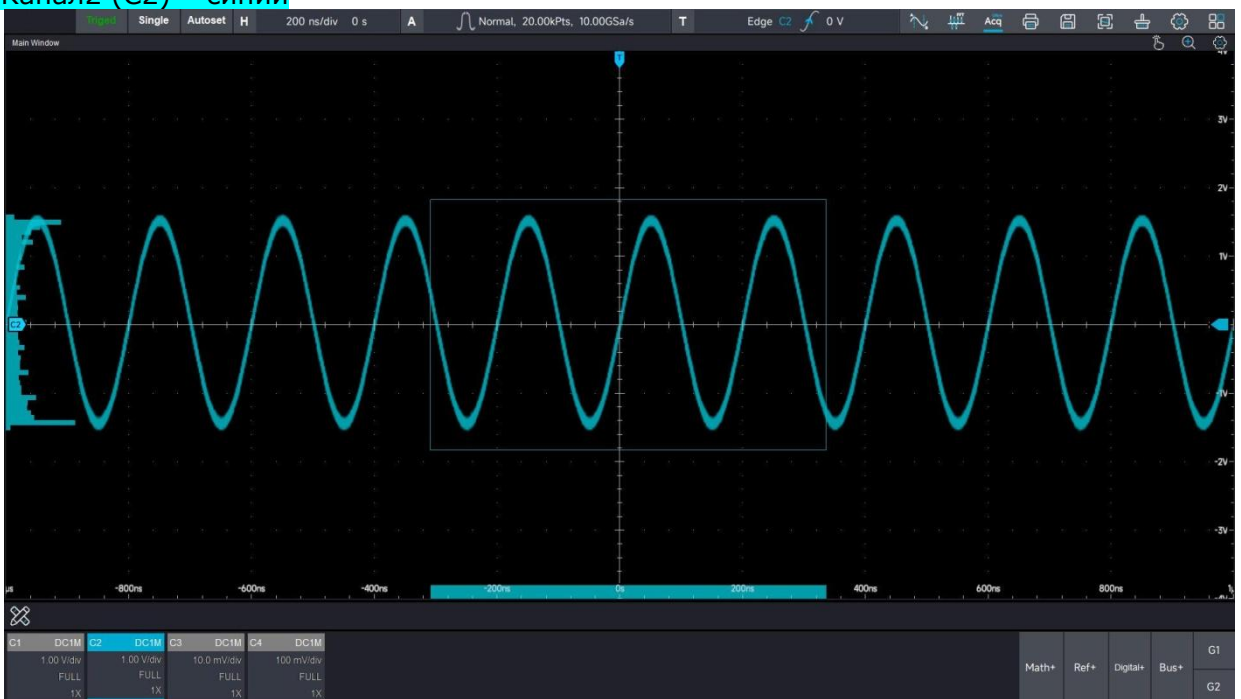
С помощью сенсорного касания нажмите на значок  в правом верхнем углу окна канала, после чего на экране появится прямоугольник. Любую сторону прямоугольника можно выбрать касанием и перетащить, чтобы изменить его диапазон. При активной гистограмме столбцы гистограммы отображаются по горизонтальному и вертикальному направлениям: чем больше диапазон прямоугольника, тем шире диапазон статистики.

Цвет региональной гистограммы для каждого канала соответствует цвету этого канала.

Канал1 (C1) – желтый



Канал2 (C2) – синий




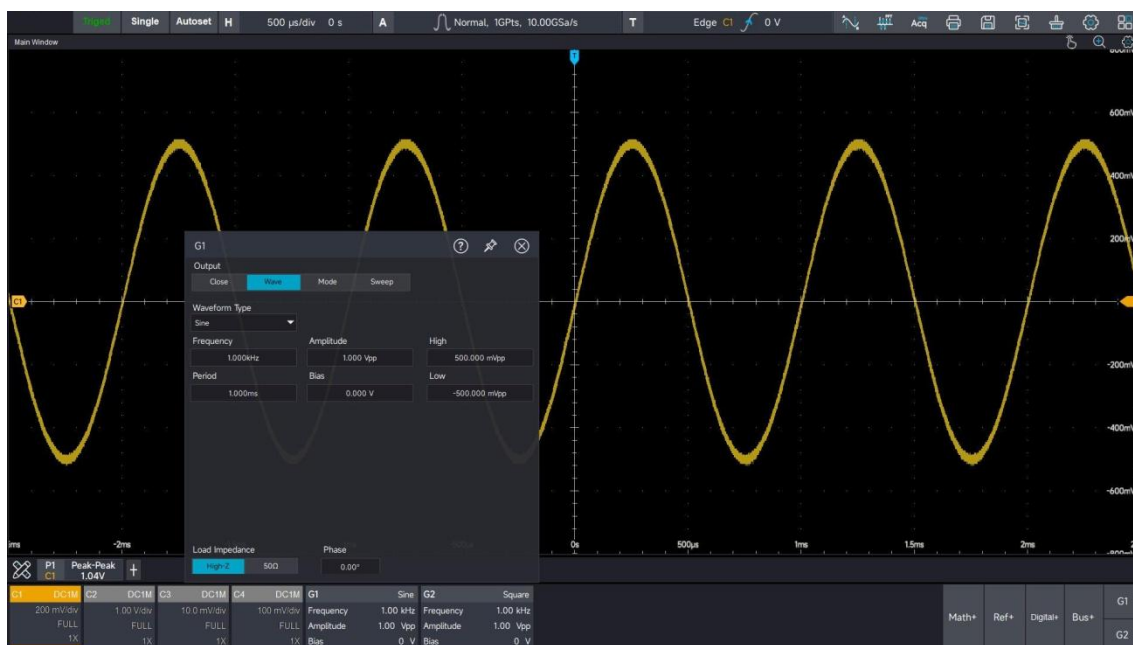
27 ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ (ОПЦИЯ)

Цифровые осциллографы серии АК ИП-4152 оснащены, опциональным, встроенным двухканальным генератором сигналов с максимальной выходной частотой до 60 МГц. При формировании сигнала генератором используется технология прямого цифрового синтеза (DDS), обеспечивающая точный и стабильный выходной сигнал. Оба канала генератора сигналов имеют одинаковые характеристики. В данной главе в качестве примера рассматривается канал G1, работа с каналом G2 осуществляется аналогично.

27.1 Включение/выключение генератора сигналов

Порядок действий:

1. С помощью сенсорного экрана
 - ВКЛ: Коснитесь метки иконки **G1/G2** генератора сигналов в правом нижнем углу , чтобы включить Канал1 или Канал2 генератора.
 - ВЫКЛ: Смахните дескриптор канала генератора сигналов вниз, чтобы выключить его.
2. С помощью клавиш на передней панели
 - ВКЛ: Нажмите клавишу **Gen** на передней панели прибора в области **Function**, чтобы сразу открыть оба канала генератора сигналов.
 - ВЫКЛ: В открытом состоянии снова нажмите **Gen** на передней панели прибора в области **Function**, чтобы выключить генератор сигналов.



27.2 Формирование непрерывного сигнала

Порядок действий для формирования сигнала синусоидальной формы на выходе генератора:

1. Активируйте выход генератор и сформируйте непрерывный сигнал, например синус (Sine).
2. Задайте параметры формы выходного сигнала.

В качестве формы непрерывного сигнала можно выбрать: синусоидальную, прямоугольную, импульсную, треугольную, пилообразную, шум, постоянный ток (DC), функцию Sinc, экспоненциальный рост, экспоненциальный спад, функцию Лоренца, гаверсинусоиду, функцию Гаусса, ЭКГ (электрокардиограмму) и сигнал произвольной формы (ARB).

Сигнал произвольной формы можно создать или загрузить из памяти.

В таблице ниже приведены все типы сигналов и их параметры.

Форма сигнала	Настраиваемые параметры
Sine/Синусоидальная форма	Частота/период (Frequency/cycle), уровень (amplitude), верхнее/нижнее значение (high-low level), смещение (offset).
Square/Прямоугольная форма	Частота/период (Frequency/cycle), уровень (amplitude), верхнее/нижнее значение (high-low level), смещение (offset).
Impulse/Импульс	Частота/период (Frequency/cycle), уровень (amplitude), верхнее/нижнее значение (high-low level), смещение (offset), скважность (duty cycle), время нарастания (rising time), время спада (falling time).
Triangular/Треугольная форма	Частота/период (Frequency/cycle), уровень (amplitude), верхнее/нижнее значение (high-low level), смещение (offset).
Sawtooth/Пилообразная форма	Частота/период (Frequency/cycle), уровень (amplitude), верхнее/нижнее значение (high-low level), смещение (offset), симметрия (symmetry).
Noise/Шум	Частота/период (Frequency/cycle), уровень (amplitude), верхнее/нижнее значение (high-low level).
DC	смещение (offset).
Функция Sinc	Частота/период (Frequency/cycle), уровень (amplitude), верхнее/нижнее значение (high-low level), смещение (offset).
Exponential rising/ Экспоненциальный рост	Частота/период (Frequency/cycle), уровень (amplitude), верхнее/нижнее значение (high-low level), смещение (offset).
Exponential falling/ Экспоненциальный спад	Частота/период (Frequency/cycle), уровень (amplitude), верхнее/нижнее значение (high-low level), смещение (offset).
Lorentz/ Функция Лоренца	Частота/период (Frequency/cycle), уровень (amplitude), верхнее/нижнее значение (high-low level), смещение (offset).
Haversine/ Гаверсинусоида	Частота/период (Frequency/cycle), уровень (amplitude), верхнее/нижнее значение (high-low level), смещение (offset).
Gaussian/ Функция Гаусса	Частота/период (Frequency/cycle), уровень (amplitude), верхнее/нижнее значение (high-low level), смещение (offset).
ECG/ЭКГ	Частота/период (Frequency/cycle), уровень (amplitude), верхнее/нижнее значение (high-low level), смещение (offset).
Arbitrary/Сигнал произвольной формы	Частота/период (Frequency/cycle), уровень (amplitude), верхнее/нижнее значение (high-low level), смещение (offset), выбор формы сигнала (select arbitrary wave), поточечный вывод (point by point).

Frequency/Частота выходного сигнала

В меню настройки сигнала коснитесь поля **Frequency/Частота**, чтобы вызвать цифровую клавиатуру, затем задайте частоту и единицу измерения. Для разных форм сигналов доступны разные диапазоны частот.

Cycle/Период

В меню настройки сигнала коснитесь поля **Cycle/Период**, чтобы вызвать цифровую клавиатуру, затем задайте период и единицу измерения.

Внимание: Частота и период связаны обратной зависимостью, поэтому при изменении соответствующей частоты изменится период и наоборот, при изменении периода изменится частота.

Amplitude/Уровень

В меню настройки сигнала коснитесь поля **Amplitude/Уровень**, чтобы вызвать цифровую клавиатуру, и затем установите значение уровня и единицу измерения. Диапазон установки уровня выходного сигнала: от 20 мВ до 6 В.

High-low level/Высокий/низкий уровень

В меню настройки сигнала коснитесь поля **High-low level/Высокий/низкий уровень**, чтобы вызвать цифровую клавиатуру, и затем установите значение высокого/низкого уровня и единицу измерения.

Внимание: Диапазон установки высокого/низкого уровня от -3 В до +3 В. Уровень сигнала = |высокий уровень| + |низкий уровень|, при регулировке высокого/низкого уровня амплитуда будет изменяться соответственно.

Offset/Смещение

В меню настройки сигнала коснитесь поля **Offset/Смещение**, чтобы вызвать цифровую клавиатуру, и затем установите значение смещения и единицу измерения. Диапазон установки смещения: от -3 В до +3 В.

Duty cycle/Скважность импульсного сигнала

В меню настройки сигнала коснитесь поля **Duty cycle/Скважность**, чтобы вызвать цифровую клавиатуру, и затем установите значение скважности.

Диапазон установки скважности: от 0,01% до 99,99%.

Внимание: Параметр скважности применяется только для импульсного сигнала.

Rising/falling time/Время нарастания/спада импульсного сигнала

В меню настройки сигнала коснитесь поля **Rising/falling time/Время нарастания/спада**, чтобы вызвать цифровую клавиатуру, и затем установите время нарастания/спада.

Диапазон установки времени нарастания/спада: от 5 нс до 2 с.

Внимание: Параметр времени нарастания/спада применяется только для импульсного сигнала.

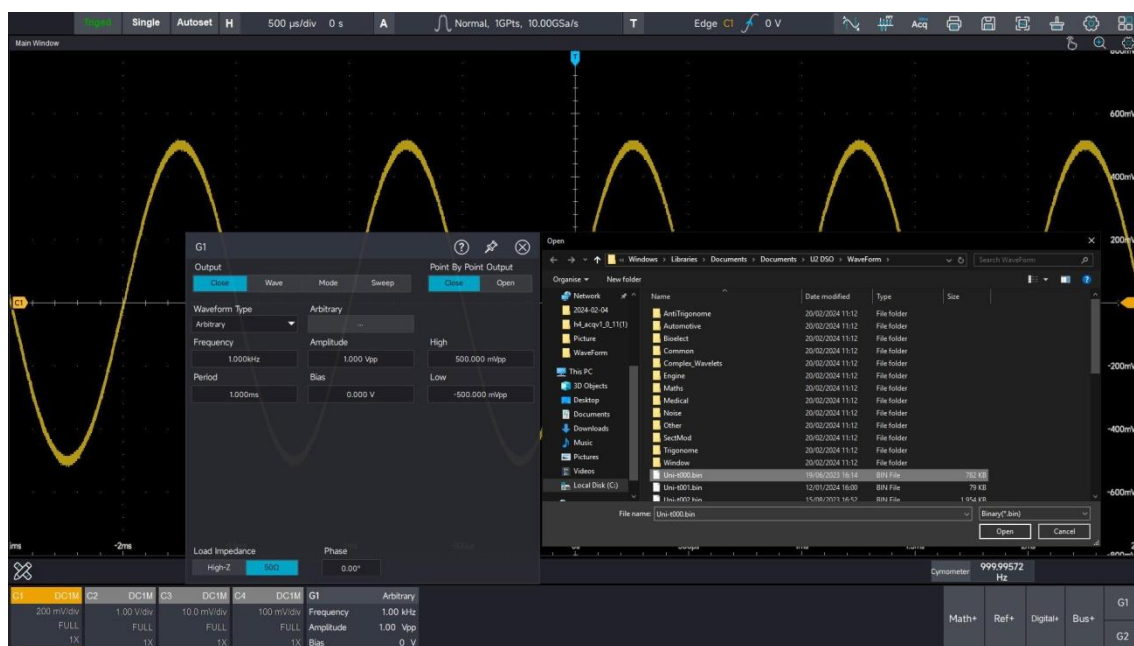
Symmetry/Симметрия пилообразного сигнала

В меню настройки сигнала коснитесь поля **Symmetry/Симметрия**, чтобы вызвать цифровую клавиатуру, и затем установите значение симметрии.

Диапазон установки симметрии: от 0,01% до 99,99%.

Arbitrary wave output/Выход произвольного сигнала

В меню настройки сигнала коснитесь поля **Arbitrary wave/Произвольная форма**, и затем выберите файл произвольного сигнала в папке сохранённых файлов сигналов произвольной формы.



После загрузки из памяти сигнала произвольной формы для него нельзя задать частоту и выходной уровень.

Output point by point/Построчный вывод: В этом режиме генератор сигналов автоматически рассчитывает частоту выходного сигнала на основе длины формы сигнала и частоты дискретизации, после чего генератор выводит форму сигнала по точкам с этой частотой. Этот режим предотвращает потерю важных точек формы сигнала. По умолчанию установлено значение **NO/НЕТ**, в этом случае для вывода сигнала произвольной формы фиксированной длины и частоты, указанных в списке параметров, программное обеспечение автоматически использует интерполированные или прореженные точки.

Выходное сопротивление нагрузки может быть переключено в режимы «**Высокий импеданс (High-Z)**» и «**50 Ом**». В состоянии «**High-Z**» выходной уровень генератора сигналов в 2 раза выше, чем в режиме «**50 Ом**». Чтобы избежать ошибки измерения амплитуды, вызванной несоответствием импеданса генератора сигналов и импеданса другого измерительного устройства, переключение импеданса производится в соответствии со следующей формулой:

$$V_{BNC} = V_{Highz} \times \frac{R_{внешн}}{50 \text{ Ом} + R_{внешн}}, \text{ где}$$

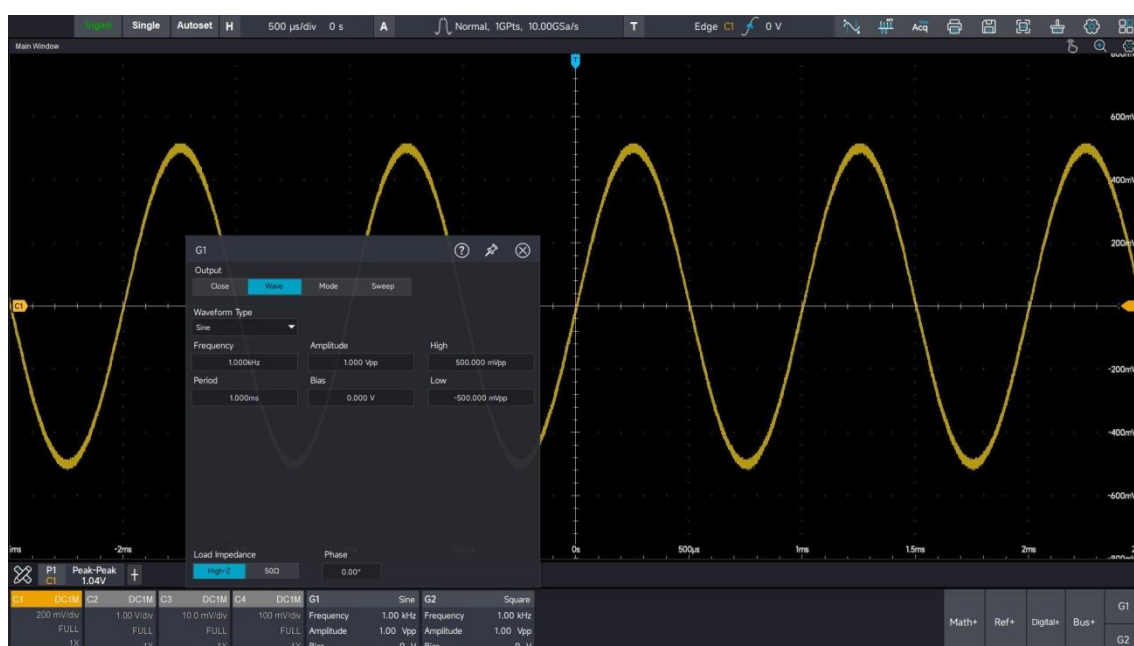
V_{BNC} – уровень сигнала на выходе.

V_{Highz} – уровень сигнала на высоком импедансе.

$R_{внешн}$ – значение внешнего сопротивления.

Start phase/Начальная фаза

Включите генераторы G1 и G2 и подайте сигналы на два аналоговых канала C1 и C2 соответственно. Один из каналов используется в качестве опорного для регулировки начальной фазы другого канала.



27.3 Модуляции

27.3.1 Формирование амплитудной модуляции (АМ)

В режиме АМ модулированный сигнал состоит из сигнала несущей частоты и модулирующего колебания. Амплитуда сигнала несущей частоты изменяется в соответствии с амплитудой модулирующего колебания. Режимы модуляции двух каналов независимы друг от друга. В данном разделе, в качестве примера используется сигнала несущей частоты синусоидальной формы (частота 10 кГц, уровень 1 Впик-пик) и модулирующее колебание синусоидальной формы (частота модуляции 1 кГц, глубина модуляции 100%).

Порядок действий для настройки АМ модуляции.

1. В меню настройки выходного сигнала переключитесь на режим модуляции.
2. Выберите форму сигнала.

Источник модуляции – внутренний. Для сигнала несущей частоты можно выбрать синусоидальную, прямоугольную, импульсную, пилообразную и произвольную форму. Настройку параметров сигнала несущей аналогична режиму “27.2 Формирование непрерывного сигнала”. Выбрать синусоидальную форму с частотой 10 кГц и уровнем 1 Впик-пик.

3. Выберите тип модуляции – **АМ/АМ**.
4. Выберите форму модулирующего колебания.

В качестве формы модулирующего сигнала можно выбрать: синусоидальную, прямоугольную, импульсную, пилообразную и произвольную. В данном примере выбрать синусоидальную форму.

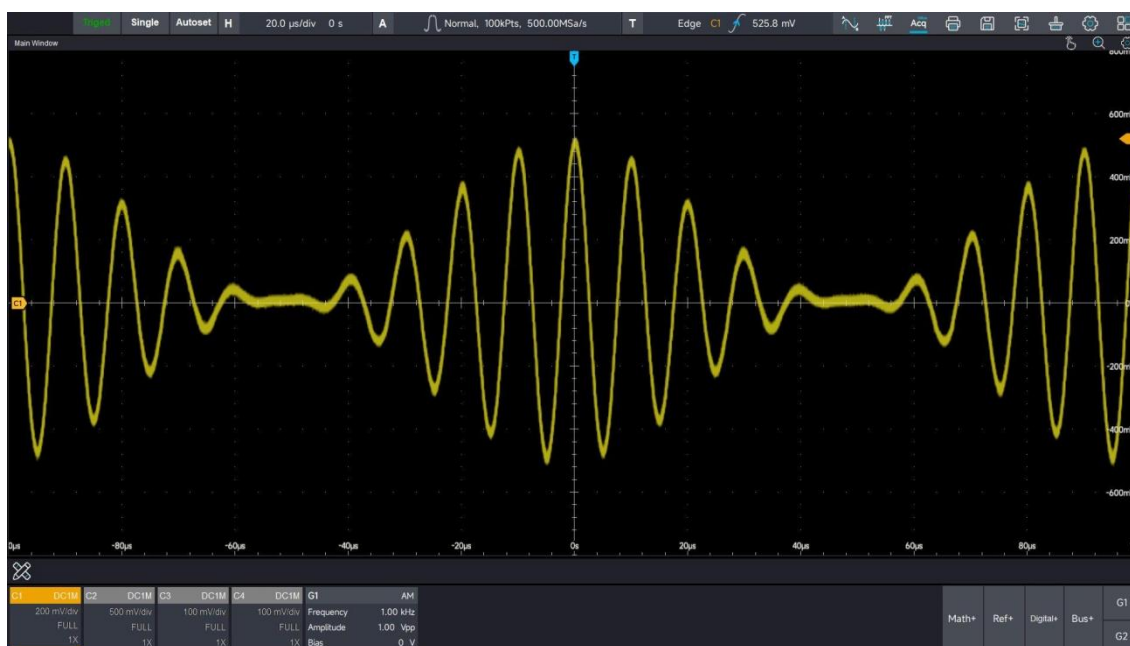
5. Задать значение частоты модуляции.

Диапазон установки частоты модуляции: от 2 мГц до 200 кГц. Установить значение частоты модуляции на 1 кГц.

6. Задать значение глубины модуляции.

Диапазон установки глубины модуляции: от 0% до 120%. Установить значение глубины модуляции на 100%.

Глубина модуляции указывает на изменение амплитуды и выражается в процентах. Диапазон глубины АМ-модуляции составляет от 0% до 120%, значение по умолчанию — 100%. При установке глубины модуляции на 0% на выходе формируется постоянная амплитуда (равная половине амплитуды несущей). При установке глубины модуляции на 100% выходная амплитуда изменяется в соответствии с модулирующим колебанием. При глубине модуляции более 100% выходная амплитуда прибора не превысит 3 В (при нагрузке 50 Ом).



27.3.2 Формирование частотной модуляции (ЧМ)

В режиме ЧМ модулированный сигнал состоит из сигнала несущей частоты и модулирующего колебания. Частота сигнала несущей изменяется в соответствии с амплитудой модулирующего колебания. В данном разделе, в качестве примера используется сигнала несущей частоты синусоидальной формы (частота 10 кГц, 100 мВ) и модулирующее колебание прямоугольной формы (частота модуляции 2 кГц, девиация частоты 5 кГц).

Порядок действий для настройки ЧМ модуляции.

1. В меню настройки выходного сигнала переключитесь на режим модуляции.
2. Выберите форму сигнала.

Источник модуляции – внутренний. Для сигнала несущей частоты можно выбрать синусоидальную, прямоугольную, импульсную, пилообразную и произвольную форму. Настройку параметров сигнала несущей аналогична режиму “27.2 Формирование непрерывного сигнала”. Выбрать синусоидальную форму с частотой 10 кГц и уровнем 100 мВ.

3. Выберите тип модуляции – **ЧМ/ФМ**.
4. Выберите форму модулирующего колебания.

В качестве формы модулирующего сигнала можно выбрать: синусоидальную, прямоугольную, импульсную, пилообразную и произвольную. В данном примере выбрать синусоидальную форму.

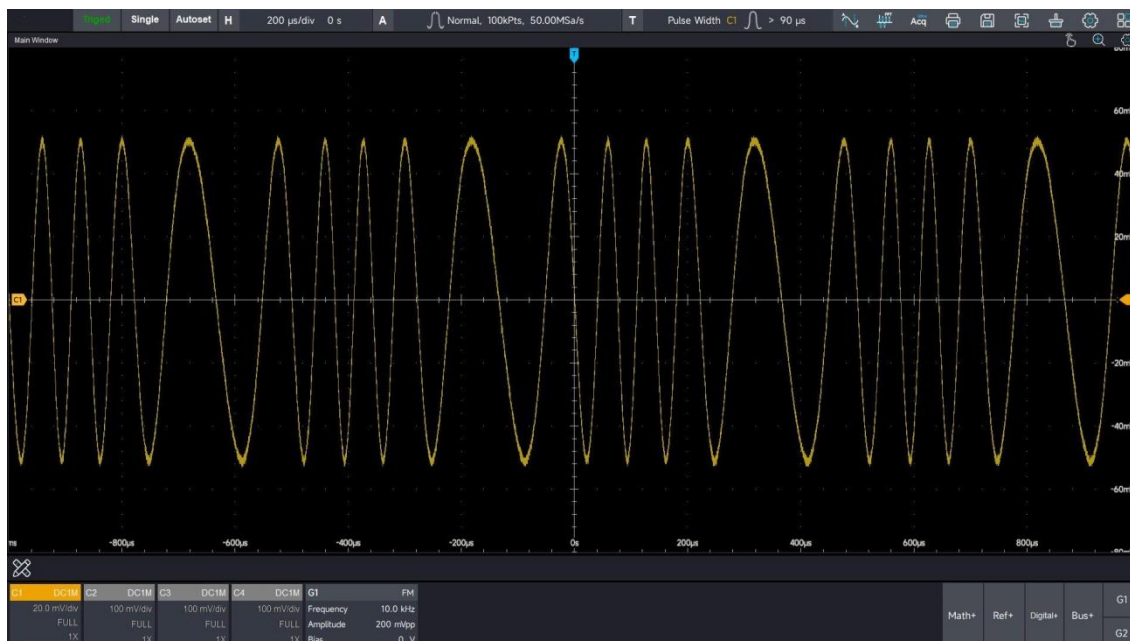
5. Задать значение частоты модуляции.

Диапазон установки частоты модуляции: от 2 мГц до 200 кГц. Установить значение частоты модуляции на 2 кГц.

6. Задать значение девиации частоты.

Девиация частоты указывает на отклонение частоты FM-модулированного сигнала относительно частоты несущей.

Диапазон установки девиации частоты: $0 \leq (\text{частота несущего сигнала} \pm \text{девиация частоты}) \leq \text{полоса пропускания системы}$. Установить значение девиации частоты на 5 кГц.



27.3.3 Формирование фазовой модуляции (ФМ)

В режиме ФМ модулированный сигнал состоит из сигнала несущей частоты и модулирующего колебания. Фаза несущего сигнала изменяется в соответствии с амплитудой модулирующего колебания. В данном разделе, в качестве примера используется сигнала несущей частоты синусоидальной формы (частота 500 кГц, 1 Впик-пик) и модулирующее колебание прямоугольной формы (частота модуляции 50 кГц, девиация фазы 5 кГц).

Порядок действий для настройки ЧМ модуляции.

1. В меню настройки выходного сигнала переключитесь на режим модуляции.
2. Выберите форму сигнала.

Источник модуляции – внутренний. Для сигнала несущей частоты можно выбрать синусоидальную, прямоугольную, импульсную, пилообразную и произвольную форму. Настройку параметров сигнала несущей аналогична режиму "27.2 Формирование непрерывного сигнала". Выберите синусоидальную форму с частотой 500 кГц и уровнем 1 Впик-пик.

3. Выберите тип модуляции – **ФМ/РМ**.

4. Выберите форму модулирующего колебания.

В качестве формы модулирующего сигнала можно выбрать: синусоидальную, прямоугольную, импульсную, пилообразную и произвольную. В данном примере выбрать синусоидальную форму.

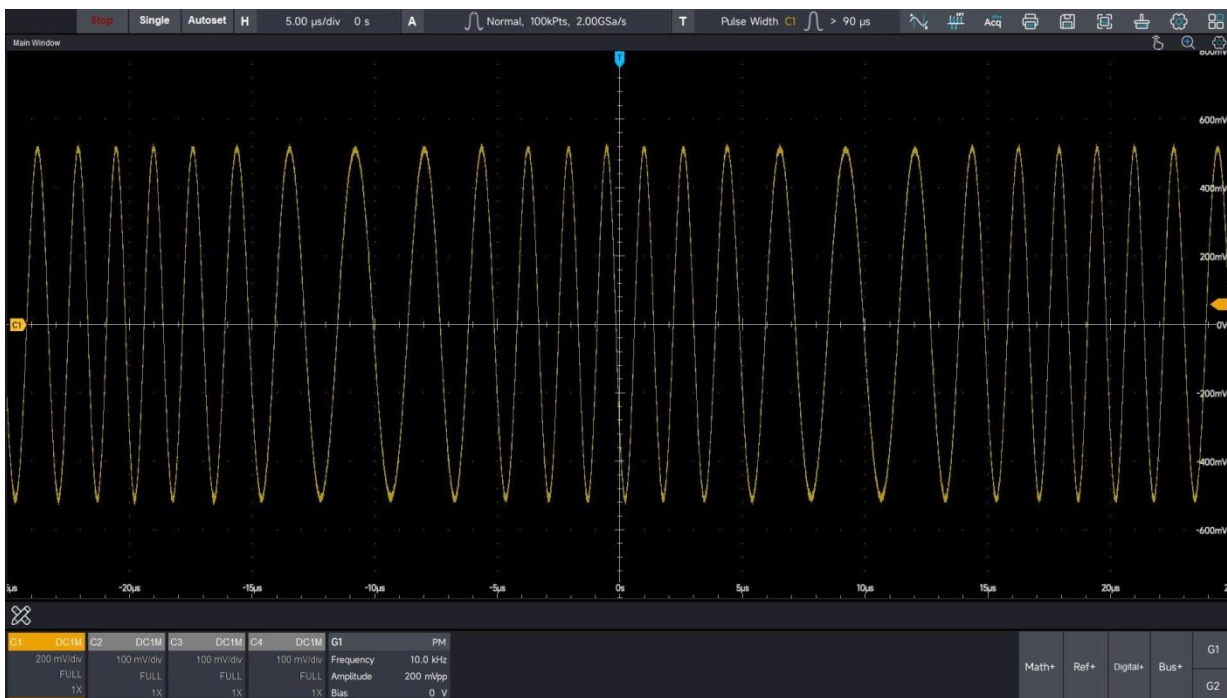
5. Задать значение частоты модуляции.

Диапазон установки частоты модуляции: от 2 мГц до 200 кГц. Установить значение частоты модуляции на 50 кГц.

6. Задать значение девиации фазы.

Девиация фазы указывает величину изменения фазы ФМ-модулированного сигнала относительно фазы сигнала несущей частоты.

Диапазон установки девиации фазы: от 0° до 360°. Значение по умолчанию – 180°.



27.4 Качание частоты (ГКЧ)

В режиме качания частоты прибор изменяет выходную частоту в течение заданного времени развертки. Частота изменяется по линейному или логарифмическому закону от начального значения до конечного.

Свип-сигнал может быть сформирован для синусоидальной, прямоугольной, пилообразной и произвольной формы (кроме постоянного напряжения).

В данном разделе в качестве примера используется сигнал прямоугольной формы с размахом 1 В пик-пик и скважностью 50% в качестве сигнала качания частоты (закон качания — линейный, начальная частота — 1 кГц, конечная частота — 50 кГц, время развертки — 2 мс).

Порядок действий для настройки сигнала качания частоты.

1. В меню настройки выходного сигнала переключитесь на режим ГКЧ (Sweep).
2. Выберите форму сигнала.

Для сигнала качания частоты можно выбрать синусоидальную, прямоугольную, пилообразную и произвольную форму. Настройку параметров сигнала несущей аналогична режиму "27.2 Формирование непрерывного сигнала". Выберите прямоугольную форму с уровнем 1 В и скважностью 50%.

3. Выберите закон качания частоты.

- **Linearity/Линейный:** изменение выходной частоты линейным методом, т.е. в «Гц/секунду».
- **Logarithm/Логарифмический:** изменение выходной частоты логарифмическим методом, т.е. в «октавах/секунду» или «десятичных интервалах/секунду».

4. Задать длительность качания.

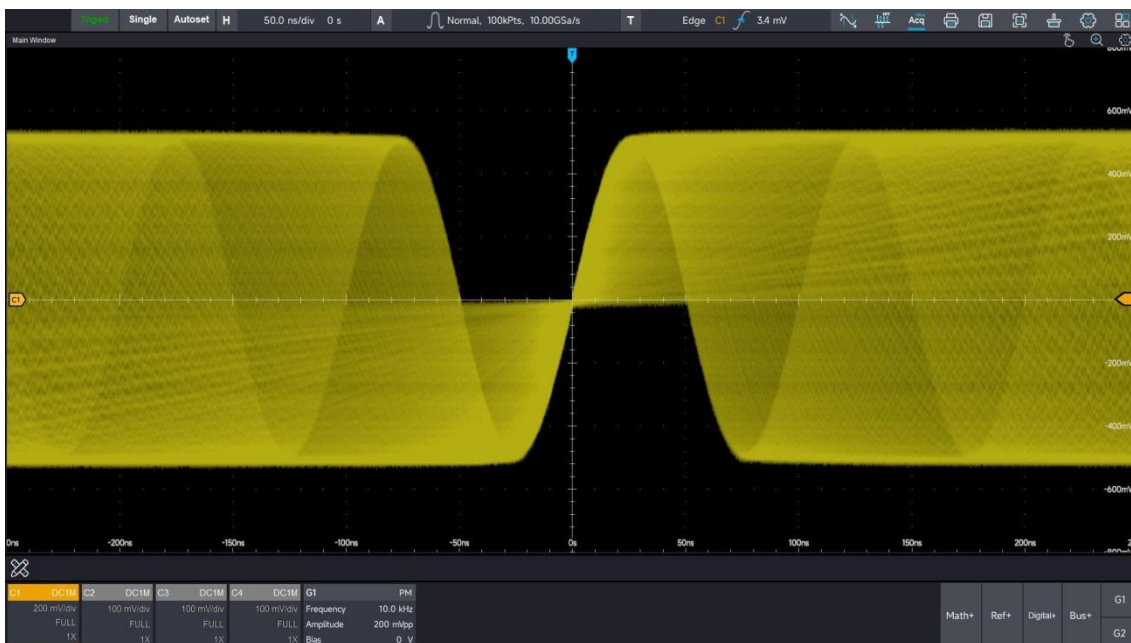
С помощью цифровой клавиатуры установите длительность качания. Диапазон установки: от 1 мс до 500 с. В примере длительность качания 2 мс.

5. Выберите источник синхронизации.

- **Internal/Внутренний:** для запуска развертки используется встроенный генератор тактовых импульсов осциллографа.
- **External/Внешний:** необходимо подключить внешний тактовый сигнал, качание запускается при обнаружении фронта (нарастающего или спадающего) внешнего тактового сигнала. Внешний тактовый сигнал подключается через порт **10M Ref IN** на задней панели прибора.

Более подробную информацию см. в разделе «Задняя панель». В примере источник синхронизации установлен на **Internal/Внутренний**.

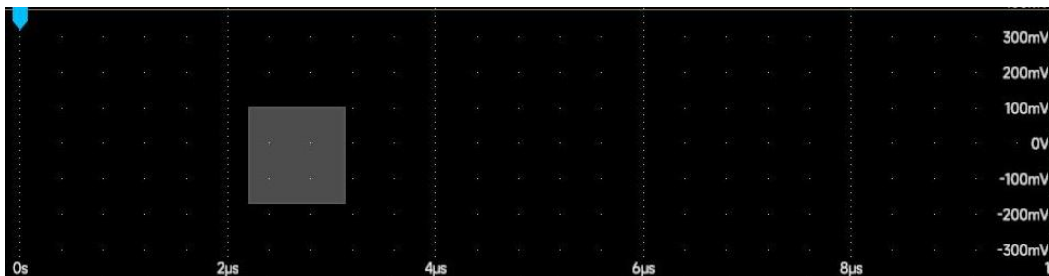
6. Задать значение начальной (Start) и конечной (Stop) частоты.
Начальная и конечная частоты определяют верхний и нижний пределы качания частоты.
Генератор сигналов перестройку выхода от заданной «начальной частоты» до «конечной частоты» и обратно до «начальной частоты». В примере начальная частота установлена на 1 кГц, а конечная — на 50 кГц.
- Если **начальная частота < конечной частоты**, генератор перестраивает выход с низкой частоты на высокую.
 - Если **начальная частота > конечной частоты**, генератор перестраивает выход с высокой частоты на низкую.
 - Если **начальная частота = конечной частоте**, генератор работает на фиксированной частоте.




28 НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ ОТОБРАЖЕНИЯ

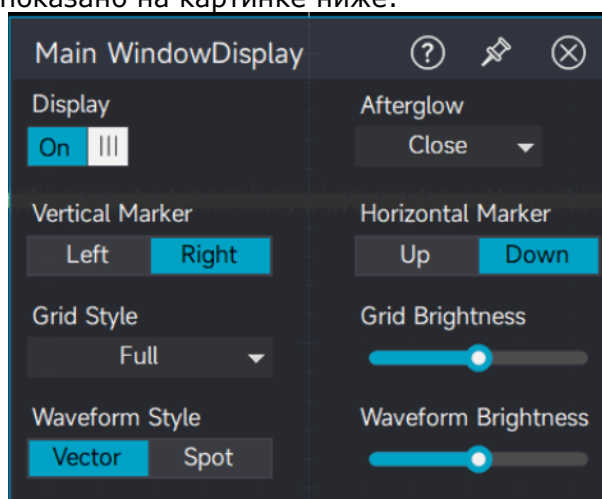
В главном окне можно настроить положение маркера на сигнале, режим отображения (послесвечение), тип сетки, тип отображения сигнала и яркость.

Внимание: В других независимых окнах настройка режима отображения (послесвечения) недоступна, а режим UltraAcq® не может быть активирован.



Для доступа в меню настроек главного окна (Main Window Display) нажмите кнопку  расположенную в правом верхнем углу главного рабочего окна осциллографа.

Отобразится окно как показано на картинке ниже:



28.1 Отображение маркеров

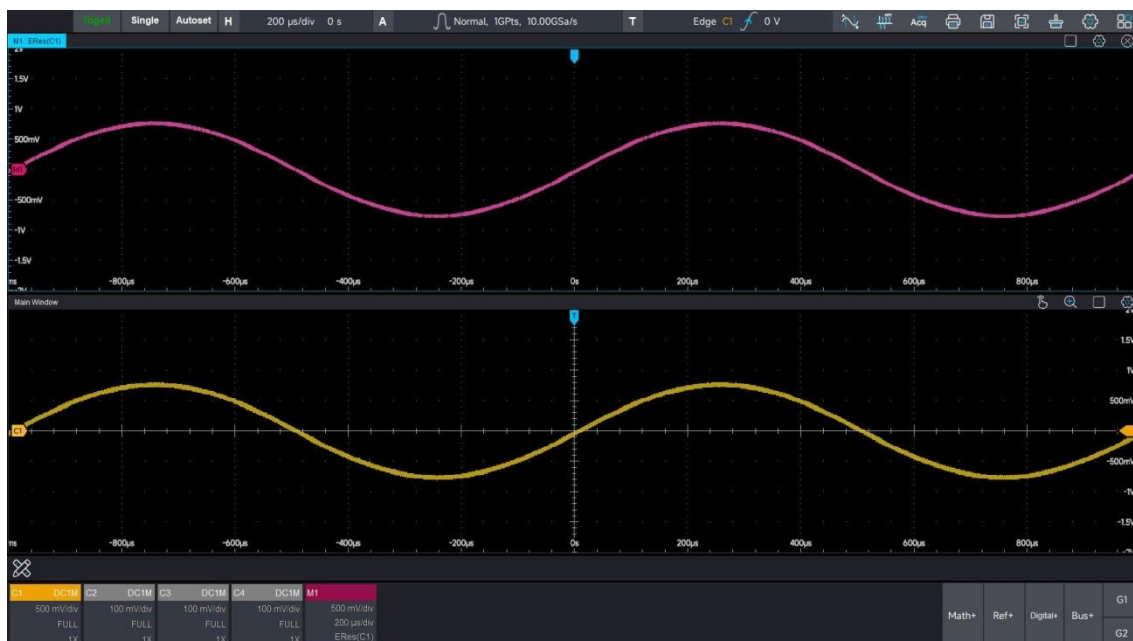
1. Включение отображения маркеров

В меню настроек главного окна включите функцию маркеров или отключите функцию отображения вертикальных и горизонтальных маркеров. Для этого необходимо коснуться кнопки **Display/Отображение – On/Вкл** или **Off/Выкл**.

2. Настройка положения маркеров

Положение вертикальных маркеров (**Vertical Marker**): их можно отобразить с левой (**left**) или правой (**right**) стороны.

Положение горизонтальных маркеров (**Horizontal Marker**): их можно отобразить в верхней (**up**) или нижней (**down**) части.

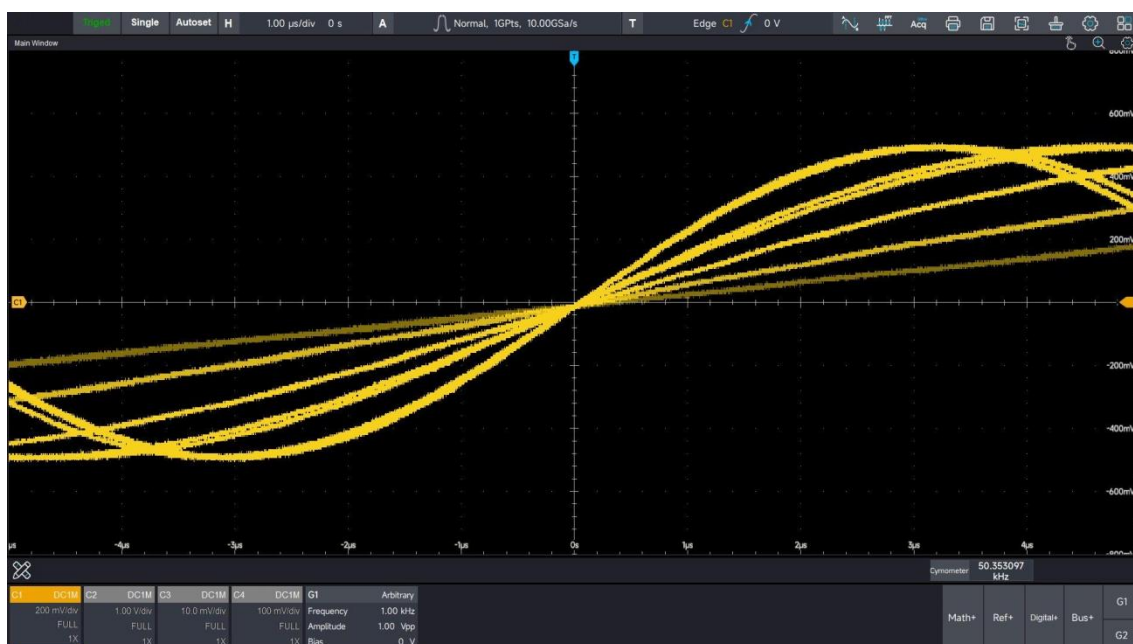


28.2 Послесвечение

Отображение сигнала в режиме послесвечения позволяет визуализировать изменения сигнала при высокой частоте обновления, что полезно для предварительного анализа аномальных изменений формы волны.

Осциллографы серии АКИП-4152 имеют **два режима послесвечения**: автоматический и бесконечный. Для выбора режима необходимо коснуться пункта **Afterglow/Послесвечение** и выбрать режим в выпадающем списке.

- **Automatic/Автоматический**: время накопления сигнала (послесвечения) автоматически регулируется осциллографом.
- **Infinite/Бесконечный**: при сборе новой формы сигнала осциллограф не очищает старую. Вновь захваченный сигнал отображается с более высокой яркостью, а ранее захваченные — с несколько меньшей. Бесконечное послесвечение позволяет быстро анализировать примерный диапазон шума и джиттера, а также эффективно захватывать вероятностные (редкие) события в режиме высокой частоты обновления.



28.3 Выбор типа сетки

Для выбора типа сетки необходимо коснуться пункта **Grid Style/Стиль Сетки** и выбрать нужный тип в выпадающем списке:

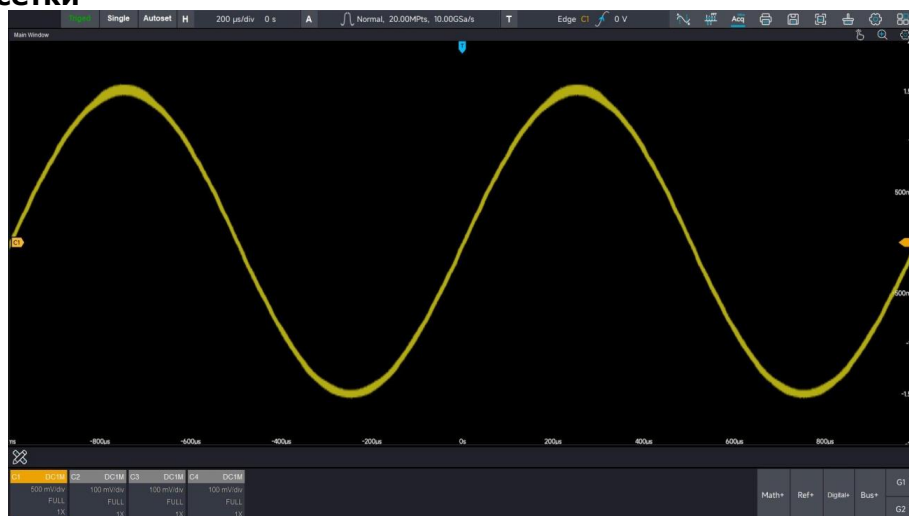
Simple/Простой



Full/Полный



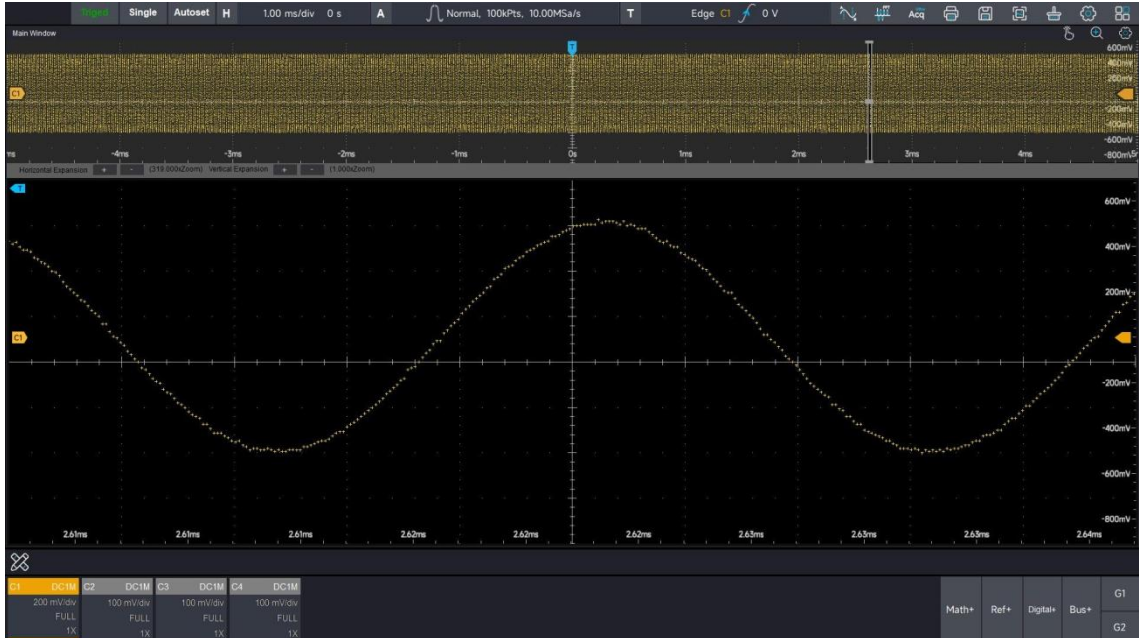
None/Без сетки



28.4 Тип отображения формы сигнала

В меню настроек главного окна (Main Window Display) можно выбрать тип отображения формы сигнала: **Vector/векторный** или **Spot/точечный**.

- **Vector/Векторный:** в большинстве случаев этот режим обеспечивает наиболее реалистичное отображение формы сигнала, позволяя легко видеть резкие фронты сигналов (например, у прямоугольного импульса).
- **Spot/Точечный:** точки выборки отображаются непосредственно на экране.



28.5 Настройка яркости

Настройка яркости формы сигнала

Яркость формы сигнала можно регулировать с помощью сенсорного жеста, перемещая ползунок яркости сигнала (**Waveform Brightness**) вправо или влево.

Индикатор выполнения отображает текущее значение в диапазоне от 1 до 100.




Настройка яркости сетки

Яркость сетки можно регулировать с помощью сенсорного жеста, перемещая ползунок яркости сетки (**Grid Brightness**) вправо или влево.

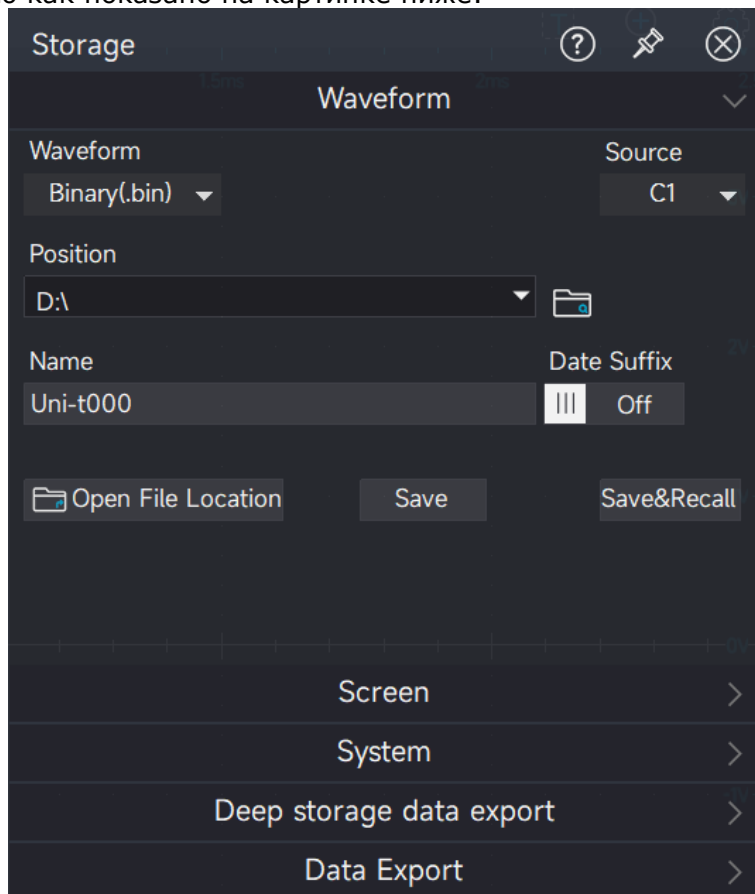
Индикатор выполнения отображает текущее значение в диапазоне от 1 до 100.

29 СОХРАНЕНИЕ И ПЕЧАТЬ

Функция сохранения используется для записи формы сигнала и изображения экрана осциллографа во внутреннюю память или на внешний USB-накопитель. Осциллографы серии АКИП-4152 имеют четыре порта USB Host для подключения внешних устройств хранения данных. При необходимости осциллограф может вызвать из памяти ранее сохраненный профиль настроек и формы сигналов. Чтобы открыть меню функций сохранения, нажмите на

значок сохранения  в правом верхнем углу экрана.

Отобразится меню как показано на картинке ниже:



29.1 Сохранение и загрузка форм сигнала

Waveform/Формат сохранения

Осциллограф поддерживает 7 форматов для сохранения формы сигнала:

- Двоичный (.bin)
- Текстовый (.txt)
- Matlab (.mat)
- Excel (.xlsx)
- CSV (.csv)
- TSV (.tsv)
- DAT (.dat)

Текстовый формат (.txt) поддерживает 5 кодировок текста: ASCII, GB2312, UTF8, UTF32 и Unicode.

Сохранение формы сигнала с различных каналов-источников (Source)


Осциллограф поддерживает сохранение формы сигнала только для четырех аналоговых каналов C1–C4.

Ввод имени сохраняемого файла

Нажмите на поле имени файла (**Name**), чтобы вызвать экранную клавиатуру, введите имя файла и сохраните его.

Опция **Date Suffix/Суффикс с датой**: При включении этой опции файл будет сохранен с именем, содержащим текущую системную дату, например: Unit00120231010163554902.bin.

Выбор места сохранения

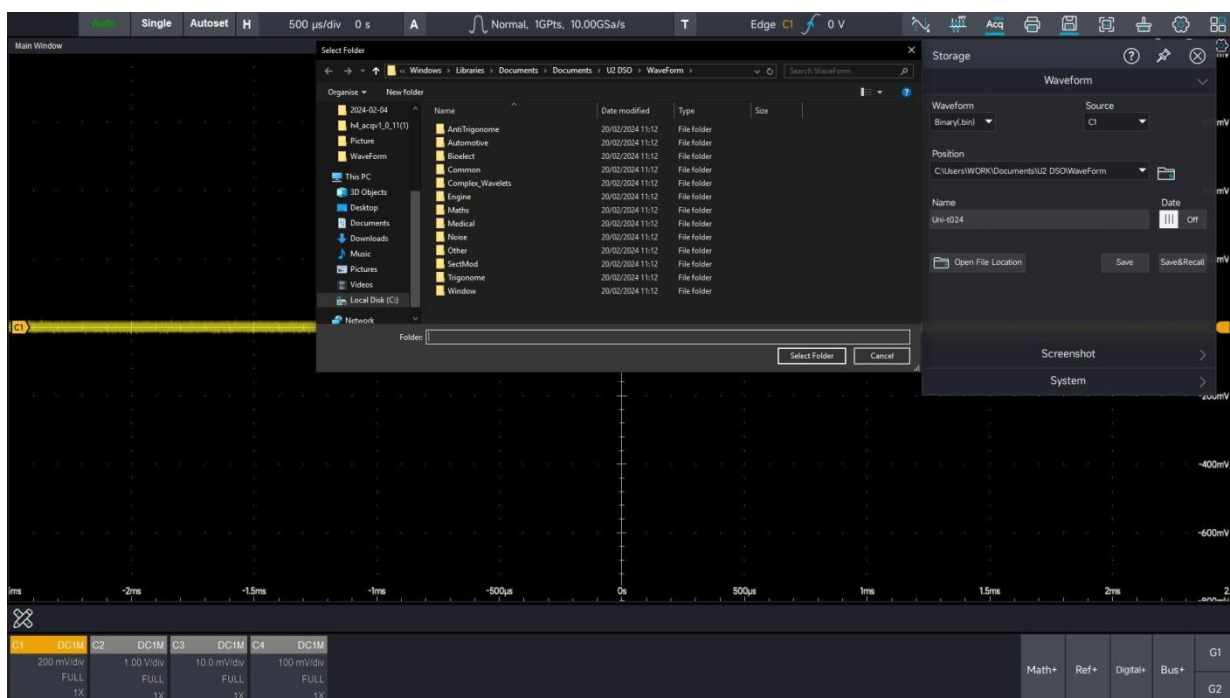
Нажмите на значок , чтобы выбрать место сохранения. При нажатии кнопки **Save/Сохранить**, если файл с таким именем уже существует, появится окно с запросом: **«File already exists, whether to overwrite it?/Файл уже существует. Перезаписать его?»**. Пользователь может выбрать перезапись или ввести новое имя файла.

Open file location/Открыть место расположения файла

Осциллограф откроет каталог, в котором сохранен файл.

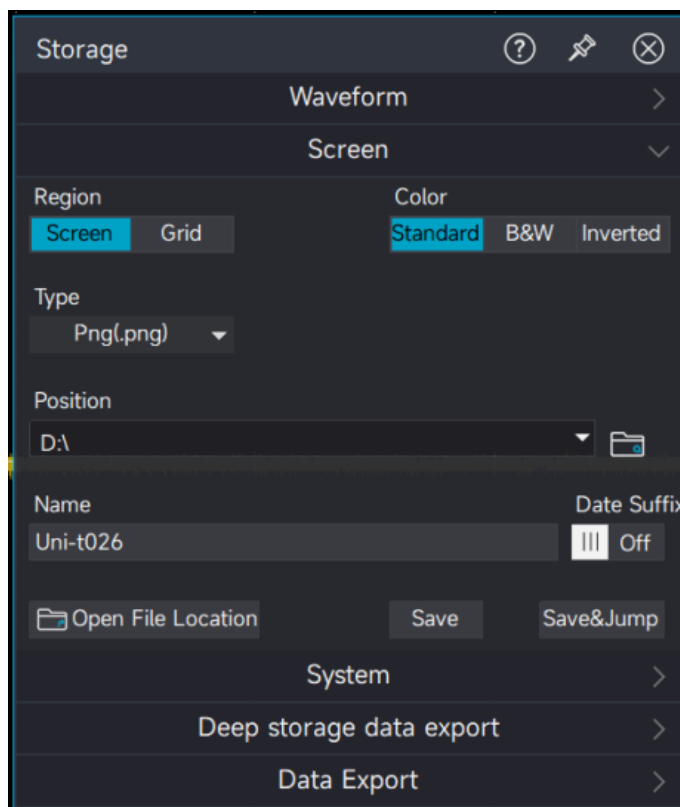
Вызов из памяти

Осциллограф поддерживает загрузку из памяти только форм сигналов в формате **.bin**. При нажатии кнопки **«Save&Recall/Сохранить и загрузить»** форма сигнала будет сохранена и немедленно загружена для отображения.



29.2 Сохранение изображения экрана

В меню настроек сохранения коснитесь вкладки **Screen/Экран**, чтобы перейти на страницу сохранения изображения экрана. Пример окна меню настройки сохранения изображения показан ниже:




Порядок действий для настройки и сохранения изображения экрана:

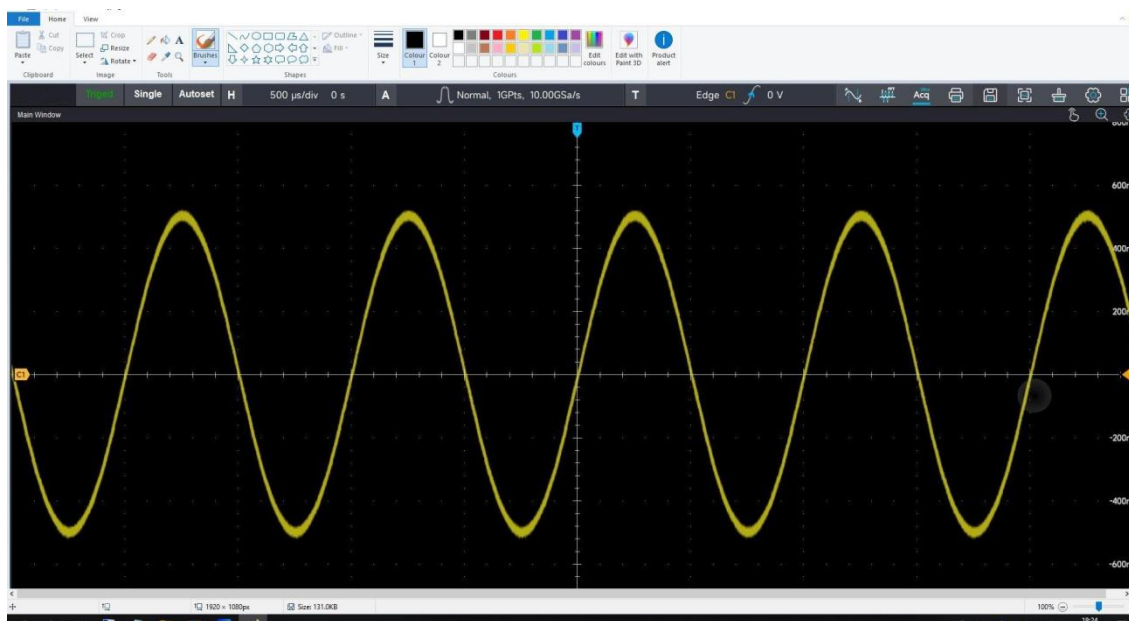
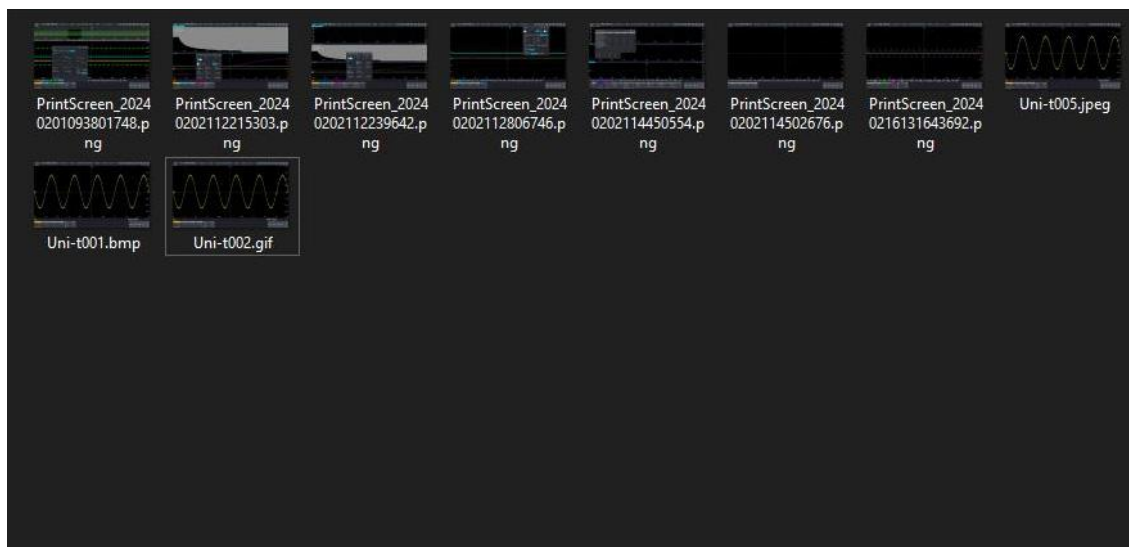
1. Выберите область снимка. Осциллограф серии АК ИП-4152 поддерживает два типа снимков области экрана: захват всего экрана (**Screen**) и захват сетки (**Grid**).
2. Выберите цвет изображения. Осциллограф серии АК ИП-4152 поддерживает три типа обработки изображения: **Standard/Стандартный**, **Inverted/Инверсный** и **B&W/Черно-белый**.


Описание параметров сохранения изображения

Функция	Параметр	Описание
Цвет	Стандартный	Снимок экрана осциллографа сохраняется в том цвете, который отображается на интерфейсе.
	Инвертированные цвета	Снимок экрана осциллографа преобразуется для сохранения путем замены темного фона на светлый. Предназначено для экономии чернил при печати снимка.
	Черно-белый формат	Снимок экрана осциллографа преобразуется из цветного изображения в полутоновое (в оттенках серого) для сохранения.
Область	Экран	Снимок экрана осциллографа сохраняется со всей информацией, отображаемой на полном экране.
	Сетка	Снимок экрана осциллографа сохраняется только с информацией, содержащейся в пределах сетки (области развертки).

3. Выберите формат файла сохраняемого изображения. Осциллограф серии АК ИП-4152 поддерживает пять форматов файла изображения: .bmp, .tiff, .gif, .png, .jpeg.
4. Выбрать место места сохранения. Нажмите на значок , чтобы выбрать место сохранения. При нажатии кнопки **Save/Сохранить**, если файл с таким именем уже существует, появится окно с запросом: **«File already exists, whether to overwrite it?/Файл уже существует. Перезаписать его?»**. Пользователь может выбрать перезапись или ввести новое имя файла.

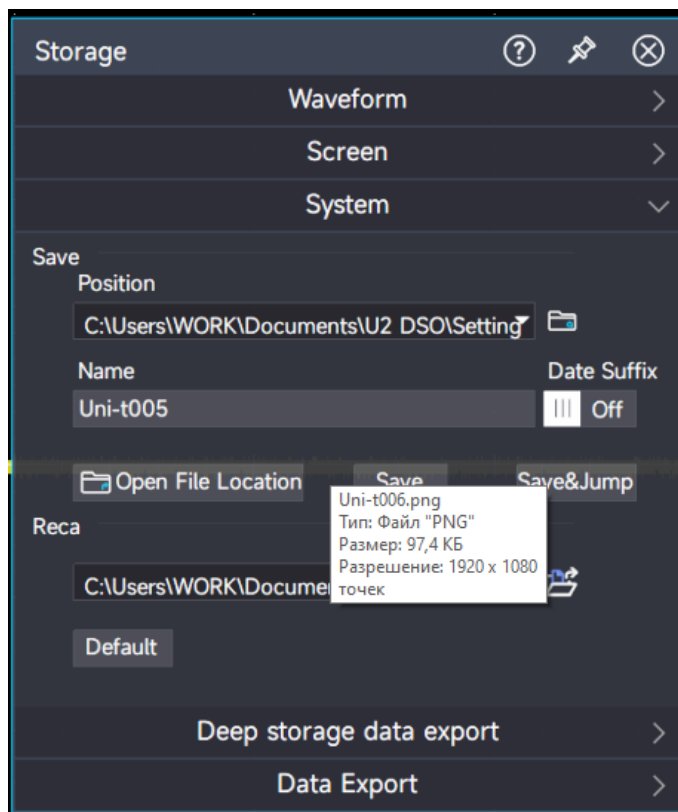
5. Save&Jump/Сохранить и перейти. При нажатии кнопки **Save&Jump/Сохранить и перейти**, осциллограф сохранит изображение и затем перейдет в каталог, где оно было сохранено.
6. Открыть место расположения файла. Нажмите пункт **Open file location/Открыть место расположения файла**, осциллограф откроет каталог, в котором сохранен файл.




Примечание: Осциллографы серии АК ИП-4152 поддерживают функцию быстрого сохранения. При нажатии специальной клавиши на передней панели  прибор автоматически сохранит изображение экрана в путь, заданный по умолчанию.

29.3 Сохранение и загрузка профиля настроек

В меню настроек сохранения коснитесь вкладки **System/Системные настройки**, чтобы перейти на страницу сохранения профиля настроек. Осциллограф сохраняет файл профиля настроек в формате .set, что позволяет пользователю впоследствии загрузить сохранённые настройки и помогает быстро вернуть осциллограф в состояние последнего использования (например, при проведении тестов контроля качества). Меню сохранения настроек представлено ниже:



Порядок действий для сохранения и загрузки профиля настроек:

1. Выбрать место места сохранения. Нажмите на значок , чтобы выбрать место сохранения. При нажатии кнопки **Save/Сохранить**, если файл с таким именем уже существует, появится окно с запросом: «**File already exists, whether to overwrite it?/Файл уже существует. Перезаписать его?**». Пользователь может выбрать перезапись или ввести новое имя файла.
2. Save&Jump/Сохранить и перейти. При нажатии кнопки **Save&Jump/Сохранить и перейти**, осциллограф сохранит профиль настроек а затем перейдет в каталог, где он был сохранено.
3. Открыть место расположения файла. Нажмите пункт **Open file location/Открыть место расположения файла**, осциллограф откроет каталог, в котором сохранен файл.
4. Вызов из памяти сохраненного профиля. На вкладке Recall выберите путь к сохраненному ранее файлу и нажмите **Open/Вызов** для загрузки профиля настроек.

Примечание: Осциллографы серии АК ИП-4152 могут сохранять/загружать файл профиля из локального каталога, так и на внешнем носителе информации.

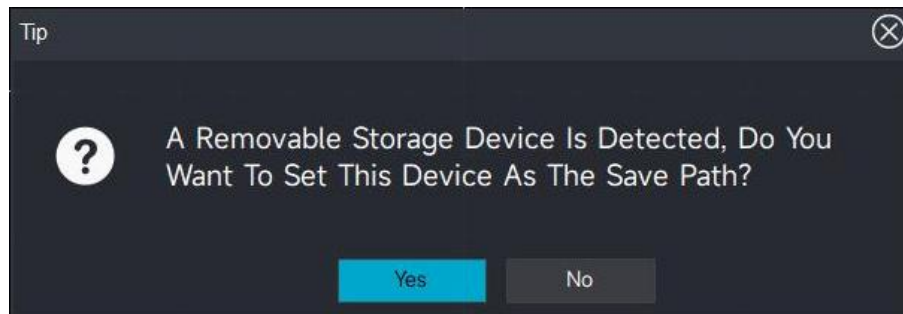
29.4 Использование USB диска

Осциллографы серии АК ИП-4152 поддерживают сохранение данных (формы сигнала, снимка экрана и файла настроек) на внешние носители через USB, а также загрузку форм сигналов и профиля настроек с USB-накопителей.

Порядок действий для работы с USB-накопителем:

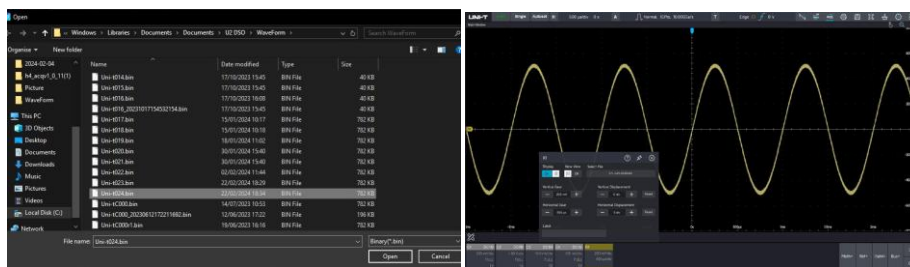
1. Обнаружение съёмного запоминающего устройства (на примере USB).

При подключении USB-накопителя осциллограф обнаружит его и выведет запрос: «Обнаружено съёмное запоминающее устройство. Установить его в качестве пути сохранения?». Если выбрать «Нет», осциллограф по умолчанию установит в качестве пути сохранения локальное хранилище. Если в качестве пути сохранения выбран внешний носитель, файлы формы сигнала, снимка экрана и настроек будут сохраняться в его каталог.




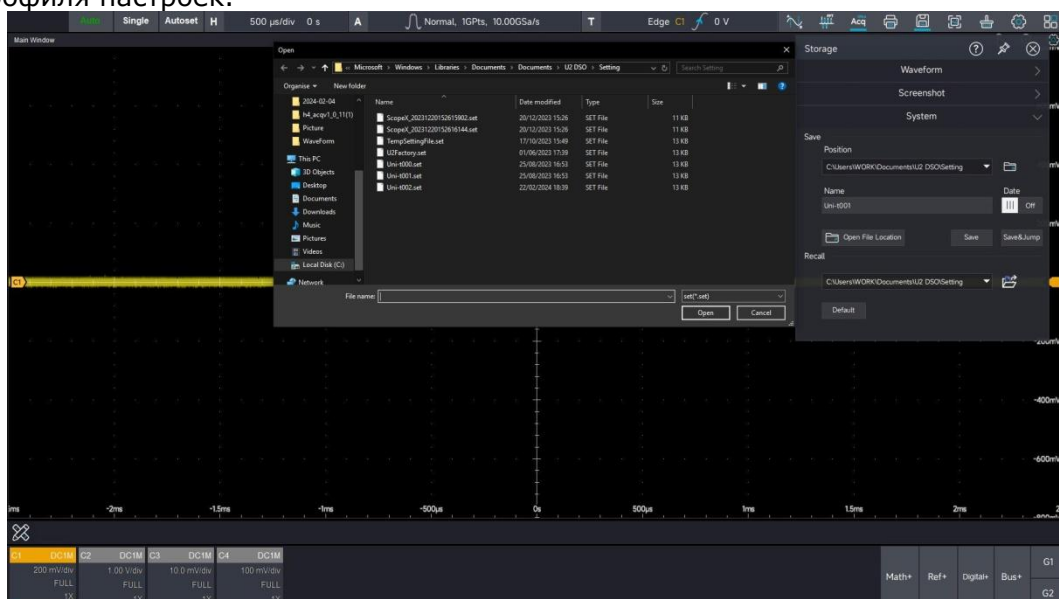
Примечание: Создание новых файлов и папок невозможно на странице управления осциллографом. Если требуется сохранять формы сигналов, снимки экрана и файлы настроек на внешний носитель, создайте и задайте имя папки на съёмном устройстве заранее.

2. Загрузка опорного сигнала с внешнего носителя. Нажмите **Ref+** в правом нижнем углу экрана, чтобы открыть путь сохранения формы сигнала. Выберите сохранённый файл .bin и нажмите **Confirm/Подтвердить** для опорного сигнала.





Внимание: Диск по умолчанию для локального хранилища осциллографа является диск C. Осциллограф поддерживает подключение до четырёх съёмных запоминающих устройств.

3. Загрузка профиля настроек с внешнего носителя. Выберите  > **System/Системные настройки** > **Recall/Вызов** > путь хранения > Выберите сохранённый файл .set, нажмите **Open/Вызов** для загрузки сохранённого ранее профиля настроек.



30 СИСТЕМНЫЕ НАСТРОЙКИ

Два способа для входа в меню системных настроек:

1. Коснитесь значка настроек  в правом верхнем углу экрана или войдите в меню Start и нажмите значок , чтобы открыть системные настройки.
2. Для перехода меню системных настроек нажмите кнопку **Utility** на передней панели прибора в области **Function**.

30.1 Настройка параметров экрана

Порядок действий:

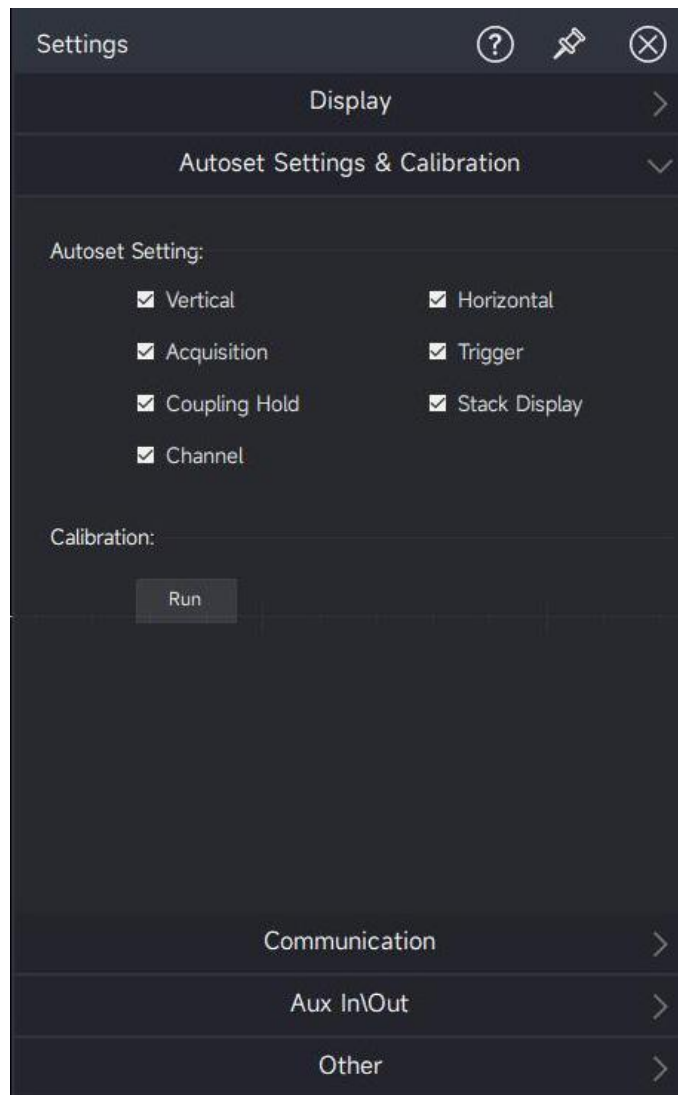
1. Находясь в окне системных настроек коснитесь вкладки **Display/Экран**.
2. **Brightness/Яркость экрана**. Яркость экрана можно регулировать с помощью ползунка. Диапазон регулировки: от 5 до 100.
Яркость по умолчанию составляет 90%.
3. **Contrast/Контрастность экрана**. Контрастность экрана можно регулировать с помощью ползунка. Диапазон регулировки: от 50 до 100.
Контрастность по умолчанию составляет 70%.

30.2 Автоматическая настройка и калибровка

Порядок действий:

1. Находясь в окне системных настроек коснитесь вкладки **Automatic Setting and Calibration/Автоматическая настройка и калибровка**.

Autoset/Автоматическая настройка. Осциллограф серии АК ИП-4152 оснащён режимом быстрой автоматической настройки (Autoset). В этом режиме прибор автоматически устанавливает вертикальные и горизонтальные параметры, настройку сбора данных, параметры синхронизации, режимы связи входа, настройки каналов и режим отображения в зависимости от входных сигналов, обеспечивая стабильное отображение формы сигнала на экране. Пользователь может отметить галочкой (✓) или оставить пустым (□) соответствующие опции, чтобы осциллограф выполнял быструю автоматическую настройку в соответствии с выбранными параметрами.



- 2. Calibration/Калибровка.** Функция калибровки позволяет осциллографу достичь оптимального рабочего состояния для получения наиболее точных результатов измерений. Пользователь может выполнить эту процедуру в любое время, особенно при изменении температуры окружающей среды в диапазоне 5°C и более. Перед выполнением операции автокалибровки убедитесь, что осциллограф включен и работает более 20 минут.

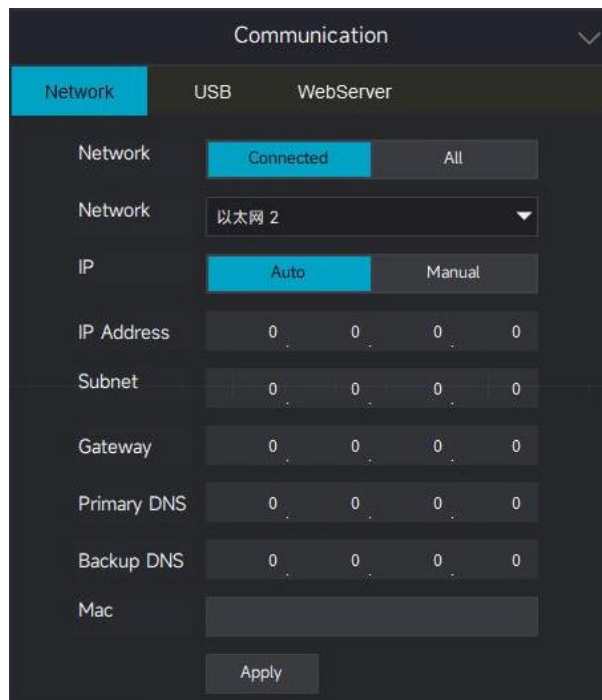
Отключите все пробники и кабели от аналоговых входов. Нажмите кнопку Run/Пуск. Во всплывающем окне подтвердите запуск калибровки, нажав **Yes/Да**. Процедура автоматической калибровки длится около 8 минут. В процессе выполнения калибровки, в центре экрана отображается шкала прогресса выполнения калибровки, а также процент выполнения. После завершения калибровки осциллограф вернется в рабочий режим.

30.3 Интерфейсы дистанционного управления

Порядок действий:

1. Находясь в окне системных настроек коснитесь вкладки **Communication/Интерфейс**.
2. Вкладка **Network/Сеть**.

Перед использованием интерфейса LAN подключите осциллограф к локальной сети с помощью сетевого кабеля. Сетевой порт осциллографа расположен на задней панели. Текущие сетевые настройки и конфигурацию параметров сети можно проверить на странице системных настроек.



3. Выполните настройку сети находясь во вкладке Network.

- **IP address/IP-адрес**

Формат IP-адреса: nnn.nnn.nnn.nnn. Первое значение «nnn» может быть установлено от 0 до 255 (кроме 127), допустимый диапазон — от 0 до 223, а остальные три значения «nnn» могут быть в диапазоне от 0 до 255.

- **Subnet mask/Маска подсети**

Формат маски подсети: nnn.nnn.nnn.nnn, диапазон значений «nnn» — от 0 до 255.

- **Gateway/Шлюз**

В режиме статического IP-адреса можно установить шлюз. Формат шлюза: nnn.nnn.nnn.nnn. Первое значение «nnn» может быть установлено от 0 до 223, остальные три значения «nnn» — в диапазоне от 0 до 255.

- **DNS (система доменных имен)**

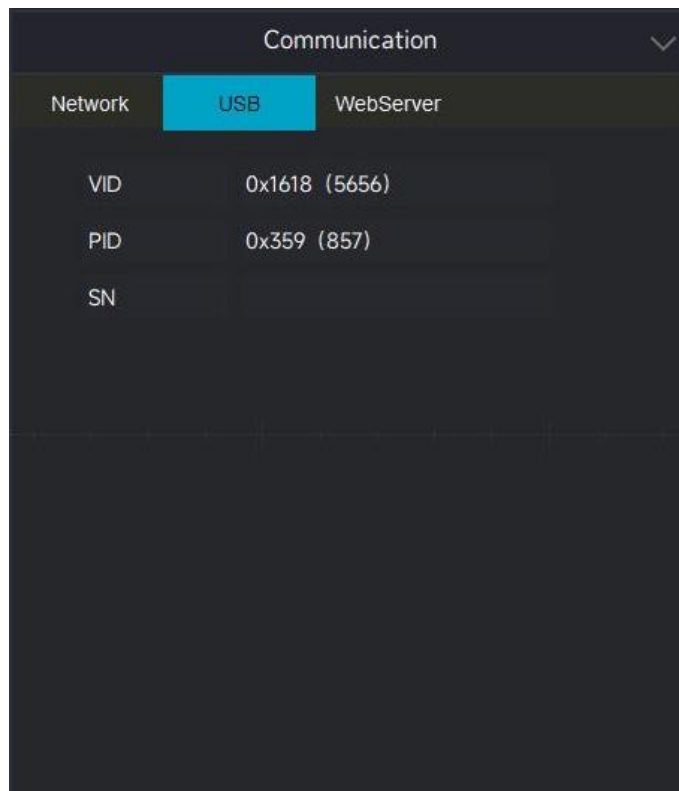
В режиме статического IP-адреса можно настроить DNS. Формат DNS: nnn.nnn.nnn.nnn. Первое значение «nnn» может быть установлено от 0 до 223, остальные три значения «nnn» — в диапазоне от 0 до 255. Как правило, пользователю не требуется настраивать DNS в сети.

- **MAC address/MAC-адрес**

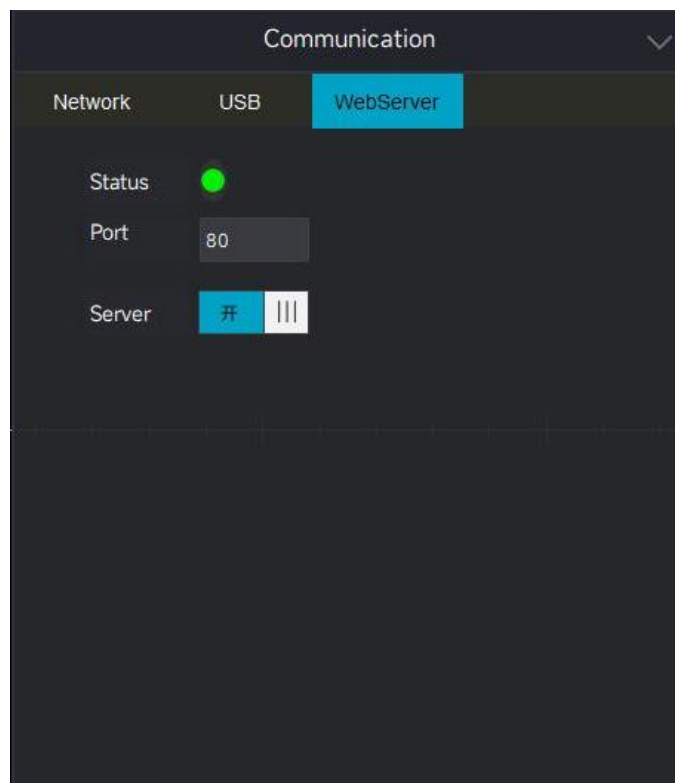
Для каждого осциллографа MAC-адрес всегда уникален. При назначении IP-адреса устройству оно всегда идентифицируется по своему MAC-адресу. После настройки сетевых параметров нажмите «IP», чтобы изменить IP-адрес, или «DHCP», чтобы получить IP-адрес автоматически.

4. Вкладка **USB**.

Во вкладке USB отображаются ID производителя (VID), ID прибора (PID), серийный номер (SN) и текущий используемый VISA-адрес. Осциллограф можно напрямую подключить к ПК через порт USB DEVICE на задней панели для связи без настройки параметров.



5. **WebServer:** WebServer отображает текущее состояние переключателя сети. Порт по умолчанию: 80.



Для удалённого управления через WebServer обратитесь к главе «Удалённое управление через WebServer».

30.4 Вспомогательные входы и выходы

Осциллографы серии АК ИП-4152 имеют несколько интерфейсов и оснащены вспомогательными входами и выходами для формирования сигналов.

Порядок действий:

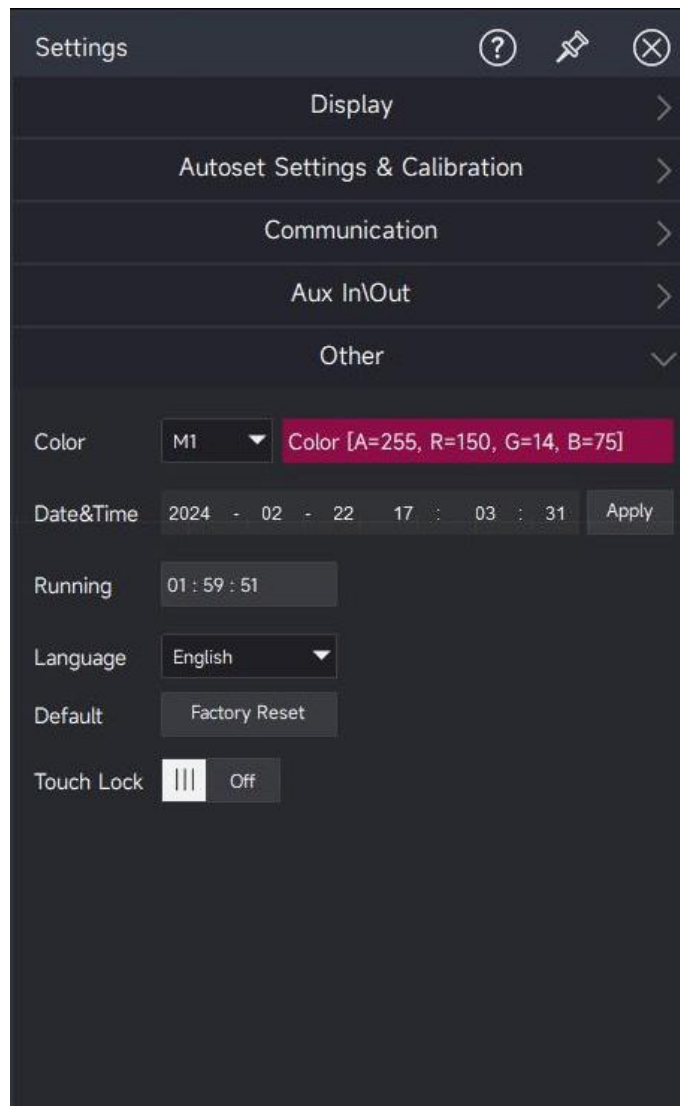
1. Находясь в окне системных настроек коснитесь вкладки **Aux In/Out/Вспомогательные входы и выходы**.
2. **Aux In/Вспомогательный вход.**
 - **Синхронизация запуска:** Установите тактовый сигнал внешнего входа в качестве синхронизации запуска. Сигнал подается через порт Aux In на задней панели прибора.
 - **Внешний запуск для генератора (AWG):** Установите сигнал внешнего входа в качестве внешнего сигнала запуска для генератора сигналов (AWG). Сигнал подается через порт Aux In на задней панели прибора.
3. Для выбора полярности внешнего сигнала коснитесь переключателя под полем **Input Polarity**.
4. **Aux Out/Вспомогательный выход.**
 - **Синхронизация запуска:** Установите встроенный тактовый сигнал 10 МГц прибора в качестве источника сигнала запуска. Сигнал выводится через порт Aux Out на задней панели прибора.
 - **Внешний запуск с генератора (AWG):** Установите сигнал внешнего входа в качестве внешнего сигнала запуска для генератора сигнала (AWG).
 - **Тест "Pass/Fail/Годен/Не годен":** Результат теста "Годен/Не годен" выводится в виде импульсного сигнала через порт Aux Out на задней панели прибора.
5. Для выбора полярности выходного сигнала коснитесь переключателя под полем **Output Polarity**.

30.5 Дополнительные настройки

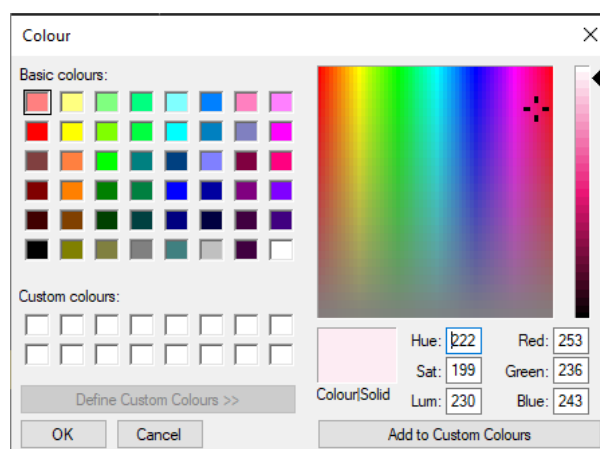
К дополнительным настройкам относятся: изменение цвета каналов, установка временных параметров, языка интерфейса, восстановление заводских настроек и блокировка сенсорного экрана.

Порядок действий:

1. Находясь в окне системных настроек коснитесь вкладки **Other/Дополнительные настройки**.



2. **Color/цвет.** Изменение цвета канала. В выпадающем меню выберите канал, цвет которого необходимо изменить: M1~M8, D0~D15, B1~B2, AWG1~AWG2. Нажмите **Color/Цвет** справа, чтобы открыть окно выбора цвета. Измените цвет канала с помощью палитры. Можно выбрать стандартный цвет или задать пользовательский.



3. **Date&Time/Дата и время.**
Формат времени: «year: год: month: месяц: day: день: hour: час: minute: минута: second: секунда». Коснитесь нужного поля и введите значение с помощью всплывающей виртуальной клавиатуры.
4. В поле **Running** отображается таймер с момента включения прибора. Значение сбрасывается при каждом выключении.
5. Для выбора языка пользовательского интерфейса коснитесь выпадающего меню **Language/Язык**. Доступны Английский и Китайский язык меню.
6. Нажмите кнопку **Default Reset/Сброс к заводским установкам**, чтобы восстановить настройки прибора до заводских. Данная функция эквивалента нажатию кнопки **Default** в поле Function на передней панели прибора.
После нажатия на экране появится запрос «Whether reset to the factory setting?/Сбросить настройки до заводских?». Выберите **Yes/Да** для подтверждения сброса.
7. Блокировка сенсорного экрана.
Коснитесь переключателя **Touch** и выберите **Off/Выкл**. Сенсорное управление будет отключено. Для восстановления функции сенсорного управления используйте USB-мышь подключенную через интерфейс USB на передней панели. Или нажмите кнопку **Touch Lock** в поле Function на передней панели прибора.

31 ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Цифровые осциллографы серии АК ИП-4152 поддерживают различные методы удалённого управления. В этой главе подробно описано, как использовать программное обеспечение NI-MAX для удалённого управления осциллографом через различные интерфейсы.

Внимание: Перед подключением интерфейсного кабеля необходимо выключить прибор, чтобы предотвратить повреждение его коммуникационного интерфейса.

31.1 Пользовательское программирование

Пользователь может осуществлять программное управление осциллографом с помощью команд SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments). Подробное описание команд и программирования приведено в руководстве по программированию и высылается по запросу.

31.2 Управление с помощью программного обеспечения ПК

Пользователь может отправлять команды для удалённого управления осциллографом через программное обеспечение ПК. Осциллографы серии АК ИП-4152 требуют соединения через NI-VISA.

Порядок действий:

1. Настройте связь между прибором и ПК.
2. Откройте программное обеспечение NI-MAX и найдите прибор.
3. Откройте панель удалённого управления и отправьте команду.

Осциллограф может взаимодействовать с ПК через следующие интерфейсы.

Управление по LAN

1. Подключение устройства
Подключите осциллограф к локальной сети с помощью сетевого кабеля.
2. Настройка сетевых параметров
Обратитесь к разделу «Интерфейсы дистанционного управления», чтобы настроить сетевые параметры осциллографа.
3. Проверка устройства
Откройте NI-MAX, нажмите «**Device and interface/Устройства и интерфейсы**», чтобы просмотреть имя ресурса VISA, которое соответствует сетевому адресу связи в настройках прибора.
4. Удалённое управление
Щёлкните правой кнопкой мыши по имени ресурса, выберите «**Open VISA Test Panel/Открыть VISA Test Panel**», чтобы открыть панель управления для удалённых команд. Эта панель позволяет отправлять команды и считывать данные.
5. Загрузка страницы LXI
К этой веб-странице осциллографа можно получить доступ, введя IP-адрес прибора в веб-браузере. На странице отображается различная важная информация о приборе, включая модель, производителя, MAC-адрес и IP-адрес.

Управление по USB

1. Подключение устройства
Подключите осциллограф к ПК с помощью кабеля USB Type-B.
2. Проверка устройства
Откройте NI-MAX, нажмите «**Device and interface/Устройства и интерфейсы**», чтобы просмотреть имя ресурса VISA, которое соответствует адресу связи USB в настройках прибора.
3. Удалённое управление
Щёлкните правой кнопкой мыши по имени ресурса, выберите «**Open VISA Test Panel/Открыть VISA Test Panel**», чтобы открыть панель управления для удалённых команд. Эта панель позволяет отправлять команды и считывать данные.

31.3 Удалённое управление через WebServer

В меню системных настроек на вкладке WebServer отображается текущее состояние переключателя сети. Порт сети по умолчанию — 80.

Доступ с ПК

Компьютер и осциллограф должны находиться в одной локальной сети и иметь возможность взаимного пингования. IP-адрес осциллографа можно посмотреть через меню системных настроек. Затем доступ к осциллографу через браузер осуществляется IP порт:80.

Пример

IP ПК: 192.168.137.101, IP осциллографа: 192.168.137.100, шлюз: 192.168.137.1

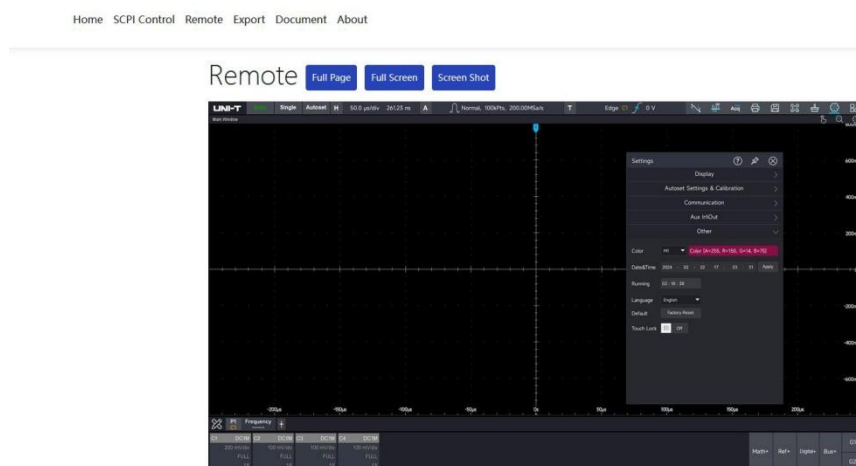
Браузер обращается к осциллографу по адресу IP: 192.168.137.100:80 для просмотра информации об устройстве, удалённого управления (как показано на рисунке ниже), управления по SCPI, экспорта форм сигналов и документов.



Домашняя страница WebServer

Удалённое управление

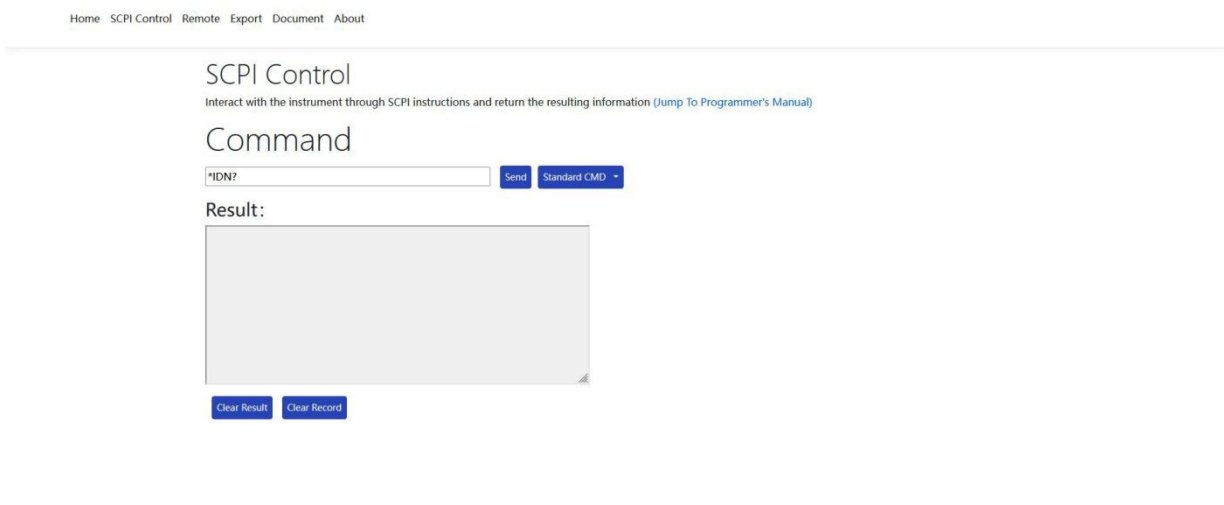
Откликом прибора можно управлять на веб-странице, что соответствует работе с реальным прибором. Можно управлять полным отображением и делать снимки экрана.



Страница удалённого управления

Управление по SCPI

Осциллографом можно управлять, отправляя команды SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments). Подробности о командах программирования SCPI приведены в руководстве по программированию, высылаются по запросу.

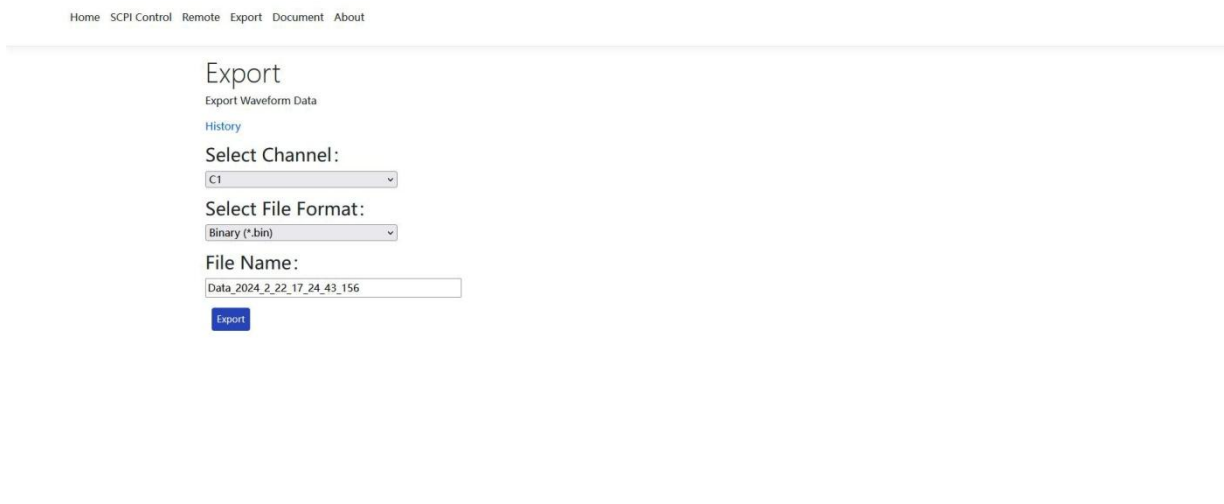


Экспорт файлов

Файл формы сигнала можно экспортировать в различных форматах через веб-страницу.

Порядок действий:

1. Выберите канал: C1~C4
2. Выберите формат: Файл формы сигнала в форматах Binary (.bin), Text (.txt), Matlab (.mat), Excel (.xlsx), CSV (.csv), TSV (.tsv)
3. Присвойте имя экспортируемому файлу



32 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.

33 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Изготовитель гарантирует соответствие технических характеристик прибора указанных в разделе «Технические характеристики» при условии соблюдения пользователем правил работы с прибором, технического обслуживания, указанных в настоящем руководстве.

Средний срок службы, не менее 5 лет.

Изготовитель:

UNI-TREND TECHNOLOGY (CHINA) CO., LTD, Китай
No 6, Gong Ye Bei 1st Road, Songshan Lake National High-Tech Industrial
Development Zone, Dongguan City, Guangdong Province, China
Телефон: +86 769 8572 3888

Представитель в России:

Акционерное общество «Приборы, Сервис, Торговля» (АО «ПриСТ»)
111141, г. Москва, ул. Плеханова 15А
Телефон: +7(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.