



RIGOL

Осциллографы цифровые настольные RIGOL серии MHO900

Руководство по эксплуатации

Содержание

1 Требования безопасности	8
1.1 Общие требования безопасности.....	8
1.2 Предупреждения и символы безопасности	9
1.3 Категория измерений	9
1.4 Требования к вентиляции	10
1.5 Условия эксплуатации.....	10
1.6 Уход и очистка	11
1.7 Требования по охране окружающей среды	11
2 Обзор документа.....	12
3 Быстрый запуск.....	13
3.1 Общая проверка	13
3.2 Габаритные размеры	14
3.3 Подготовка к работе.....	15
3.3.1 Регулировка опорных ножек	15
3.3.2 Подключение к сети переменного тока	15
3.3.3 Проверка включения	16
3.3.4 Выбор языка системы	16
3.3.5 Подключение пробника.....	16
3.3.6 Проверка работоспособности.....	18
3.3.7 Компенсация пробника	19
3.4 Обзор изделия	20
3.4.1 Обзор передней панели	20
3.4.2 Обзор задней панели.....	25
3.4.3 Обзор пользовательского интерфейса	26
3.5 Жесты сенсорного экрана.....	27
3.5.1 Касание	27
3.5.2 Сведение/разведение пальцев.....	27
3.5.3 Перетаскивание.....	28
3.6 Способы настройки параметров.....	28
3.7 Использование защитного замка.....	31
3.8 Использование встроенной справочной системы	32
4 Вертикальная система	33
4.1 Включение и выключение аналогового канала	33
4.2 Регулировка вертикального масштаба.....	34
4.3 Регулировка вертикального смещения	35

4.4 Выбор связи по входу канала.....	35
4.5 Ограничение полосы пропускания.....	36
4.6 Выбор входного сопротивления.....	36
4.7 Инвертирование осциллограммы.....	37
4.8 Настройка пробника.....	37
4.9 Выбор единицы амплитуды.....	38
4.10 Коррекция нулевого смещения (Bias).....	38
4.11 Коррекция межканальной задержки (Skew).....	38
4.12 Включение и выключение метки канала.....	39
5 Горизонтальная система.....	40
5.1 Регулировка горизонтальной развёртки.....	40
5.2 Регулировка горизонтального положения.....	41
5.3 Режим Zoom (задержанная развёртка).....	41
6 Система сбора данных.....	43
6.1 Режим сбора данных.....	43
6.2 Режим дискретизации.....	44
6.3 Частота дискретизации.....	44
6.4 Глубина памяти.....	45
6.5 Опорная точка горизонтального масштабирования.....	46
6.6 Режим Roll.....	46
6.7 Режим XY.....	46
7 Система запуска осциллографа.....	48
7.1 Источник запуска.....	48
7.2 Уровень запуска.....	48
7.3 Режим запуска.....	48
7.4 Связь сигнала запуска.....	49
7.5 Задержка повторного запуска (Holdoff).....	50
7.6 Подавление шума.....	50
7.7 Типы запуска.....	50
7.7.1 Запуск по фронту – Edge.....	50
7.7.2 Запуск по ширине импульса — Pulse.....	51
7.7.3 Запуск по длительности фронта – Slope.....	53
7.7.4 Запуск по видеосигналу – Video.....	54
7.7.5 Запуск по логическому шаблону – Pattern.....	55
7.7.6 Запуск по длительности шаблона – Duration.....	57
7.7.7 Запуск по тайм-ауту – Timeout.....	58
7.7.8 Запуск по неполному импульсу – Runt.....	59
7.7.9 Запуск по окну — Window.....	60

7.7.10 Запуск с задержкой – Delay	61
7.7.11 Запуск по времени установки/удержания – Setup/Hold	63
7.7.12 Запуск по N-му фронту – Nth Edge	64
7.7.13 Запуск по RS232	65
7.7.14 Запуск по I2C	66
7.7.15 Запуск по SPI	69
7.7.16 Запуск по CAN	70
7.7.17 Запуск по LIN	71
7.8 Выход сигнала запуска	73
8 Математические операции	74
8.1 Арифметические операции	75
8.2 Функциональные операции	77
8.3 Операция FFT	78
8.4 Логические операции	82
8.5 Цифровой фильтр	84
9 Измерения	87
9.1 Автоматическая настройка	87
9.2 Автоматические измерения	87
9.2.1 Временные параметры	88
9.2.2 Счетчики событий	88
9.2.3 Параметры задержки и фазы	90
9.2.4 Параметры напряжения	91
9.2.5 Другие параметры	92
9.2.6 Выбор измеряемого параметра	93
9.2.7 Настройки измерений	94
9.2.8 Удаление результатов измерений	97
9.3 Курсорные измерения	97
9.3.1 Ручной режим — Manual	98
9.3.2 Режим слежения — Track	100
9.3.3 Режим XY	102
10 Цифровой вольтметр (DVM) и частотомер	103
10.1 Цифровой вольтметр (DVM)	103
10.1.1 Настройки измерения	103
10.1.2 Удаление измерения	104
10.2 Частотомер	104
10.2.1 Настройки измерения	104
10.2.2 Сброс статистики	105
10.2.3 Удаление измерения	105

11 Цифровые каналы	106
11.1 Включение/отключение цифровых каналов	106
11.2 Выбор цифрового канала	106
11.3 Порог логического уровня	106
11.4 Размер осциллограмм	107
11.5 Последовательность каналов.....	107
11.6 Калибровка пробника	107
11.7 Настройка меток.....	107
12 Анализ гистограмм.....	108
12.1 Включение/отключение	108
12.2 Тип гистограммы	108
12.3 Источник.....	109
12.4 Высота гистограммы	109
12.5 Диапазон гистограммы.....	109
12.6 Результаты анализа	109
12.7 Экспорт данных гистограммы	110
12.8 Удаление измерения.....	110
12.9 Очистка статистики.....	110
13 Опорная осциллограмма.....	111
13.1 Включение функции Ref.....	111
13.2 Настройка опорной осциллограммы	111
13.3 Отображение Ref	112
13.4 Экспорт и импорт Ref	112
14 Тест Pass/Fail.....	113
14.1 Включение/отключение	113
14.2 Источник.....	114
14.3 Маска теста	114
14.4 Формирование выходных результатов	114
14.5 Запуск/остановка теста	115
14.6 Статистика результатов	115
15 Декодирование протоколов.....	117
15.1 Параллельное декодирование	117
15.1.1 Настройка тактового сигнала (CLK)	118
15.1.2 Настройка шины	118
15.1.3 Настройки отображения	119
15.1.4 Таблица событий	120
15.2 Декодирование RS232	120
15.2.1 Источники	122

15.2.2	Параметры кадра	122
15.2.3	Отображение	122
17.2.4	Таблица событий	122
15.3	Декодирование I2C	123
15.3.1	Источники	124
15.3.2	Отображение	125
15.3.3	Таблица событий	125
15.4	Декодирование SPI.....	126
15.4.1	Источники	127
15.4.2	Режим и данные	128
15.4.3	Отображение	128
15.4.4	Таблица событий	128
15.5	Декодирование LIN	129
15.5.1	Настройка сигнала.....	130
15.5.2	Настройки отображения	130
15.5.3	Таблица событий	130
15.6	Декодирование CAN/CAN-FD	131
15.6.1	Настройка сигнала.....	132
15.6.2	Отображение	133
15.6.3	Таблица событий	133
16	Многооконный режим.....	135
17	Запись и воспроизведение осциллограмм.....	136
17.1	Общие настройки	136
17.2	Параметры записи	138
17.3	Параметры воспроизведения	138
18	Поиск и навигация.....	141
18.1	Функция поиска	141
18.2	Функция навигации	143
19	Управление отображением.....	146
19.1	Тип отображения	146
19.2	Время послесвечения	146
19.3	Интенсивность формы сигнала.....	147
19.4	Настройка сетки экрана	147
19.5	Настройки отображения.....	147
19.6	Отображение шкалы.....	147
19.7	Цветовая градация	147
19.8	Фиксация формы сигнала.....	148
20	Сохранение и загрузка	149

20.1 Вход в меню хранения данных	149
20.2 Сохранение файла.....	149
20.2.1 Сохранение изображения	149
20.2.2 Сохранение осциллограммы	150
20.2.3 Сохранение настроек.....	151
20.2.4 Двоичный формат данных .bin	152
20.3 Загрузка файла.....	154
20.4 Обновление встроенного ПО	154
20.5 Управление дисками.....	155
20.6 Настройка SMB	157
20.7 Загрузка файла через FTP-сервер	161
21 Настройка системных функций.....	162
21.1 Настройка ввода/вывода.....	162
21.2 Основные настройки.....	163
21.3 Сведения об осциллографе	165
21.4 Настройка функции Auto	166
21.5 Самокалибровка.....	166
21.6 Список опций.....	167
21.7 Быстрые операции	167
21.8 Самодиагностика.....	168
22 Удаленное управление.....	169
23 Устранение неисправностей	171

1 Требования безопасности

1.1 Общие требования безопасности

Перед началом эксплуатации прибора внимательно ознакомьтесь с приведёнными ниже мерами безопасности, чтобы избежать травмирования персонала, повреждения прибора и подключённого к нему оборудования. Во избежание потенциальных опасностей используйте прибор только в соответствии с указаниями настоящего руководства.

Используйте подходящий кабель питания. Используйте только кабель питания, предназначенный для данного прибора и разрешённый к применению в стране эксплуатации.

Надлежащим образом заземляйте прибор. Прибор оснащён разъёмом питания USB Type-C. Заземление через кабель питания не выполняется. Во избежание поражения электрическим током до подключения любых входных или выходных разъёмов соедините прибор с защитным заземлением с помощью входящего в комплект заземляющего провода.

Правильно выполняйте измерения. Данный прибор является осциллографом с неизолированными входами. Общий провод (GND) каждого входного и выходного интерфейса не изолирован от металлического шасси и общих проводов цифровых интерфейсов (например, USB и HDMI). Не выполняйте измерения с плавающим потенциалом без применения изолированных пробников и не соединяйте GND какого-либо порта с точкой, имеющей разность потенциалов относительно защитного заземления. Несоблюдение этого требования может привести к повреждению прибора или подключённого оборудования (например, исследуемого устройства или монитора компьютера), а также к тяжёлым травмам.

Правильно подключайте пробник. При использовании пробника его заземляющий провод должен быть соединён с защитным заземлением. Не подключайте заземляющий провод к высокому напряжению. Неправильное подключение может привести к появлению опасного напряжения на разъёмах, органах управления и других поверхностях осциллографа и пробников, что представляет опасность для оператора.

Соблюдайте номинальные параметры всех разъёмов. Во избежание пожара или поражения электрическим током соблюдайте все номинальные значения и маркировку прибора. Перед подключением ознакомьтесь с дополнительной информацией о допустимых параметрах в настоящем руководстве.

Используйте соответствующую защиту от перенапряжения. Не допускайте попадания на прибор перенапряжений, например возникающих при ударе молнии. В противном случае оператор может подвергнуться опасности поражения электрическим током.

Не эксплуатируйте прибор со снятыми крышками. Не используйте прибор при снятых крышках или панелях.

Не вставляйте посторонние предметы в вентиляционные отверстия. Это может привести к повреждению прибора.

Не касайтесь открытых цепей и проводников. Не прикасайтесь к открытым соединениям и компонентам при включённом питании прибора.

Не эксплуатируйте прибор при подозрении на неисправность. При подозрении на повреждение прибора перед дальнейшей эксплуатацией передайте его на проверку уполномоченному персоналу RIGOL. Техническое обслуживание, регулировка или замена элементов, особенно цепей и принадлежностей, должны выполняться только уполномоченным персоналом RIGOL.

Обеспечьте достаточную вентиляцию. Недостаточная вентиляция может привести к повышению температуры внутри прибора и его повреждению. Обеспечьте хорошую вентиляцию и регулярно проверяйте вентиляционные отверстия и вентилятор.

Не эксплуатируйте прибор во влажной среде. Во избежание короткого замыкания внутри прибора или поражения электрическим током не используйте прибор в условиях повышенной влажности.

Не эксплуатируйте прибор во взрывоопасной атмосфере. Во избежание травм или повреждения прибора не используйте его во взрывоопасной среде.

Поддерживайте поверхности прибора чистыми и сухими. Пыль и влага могут ухудшить характеристики прибора.

Защищайте прибор от электростатического разряда. Эксплуатируйте прибор в среде с защитой от электростатических разрядов. Перед подключением всегда заземляйте внутренние и внешние проводники кабелей для снятия статического заряда.

Правильно используйте аккумуляторную батарею. Не подвергайте батарею (при её наличии) воздействию высокой температуры или огня. Храните её в недоступном для детей месте. Неправильная замена литиевой батареи может привести к взрыву. Используйте только батарею, указанную RIGOL.

Обращайтесь с прибором осторожно. При транспортировке соблюдайте осторожность, чтобы не повредить клавиши, ручки, интерфейсы и другие элементы панелей.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Оборудование, соответствующее требованиям класса А, в жилой среде может не обеспечивать достаточной защиты служб радиовещания от помех.

1.2 Предупреждения и символы безопасности

Обозначения безопасности в настоящем руководстве

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ (WARNING). Указывает на потенциально опасную ситуацию или действие, которое при несоблюдении требований может привести к тяжёлой травме или смерти.

ВНИМАНИЕ (CAUTION). Указывает на потенциально опасную ситуацию или действие, которое при несоблюдении требований может привести к повреждению изделия или потере важных данных.

Обозначения безопасности на приборе

DANGER (ОПАСНО). Обращает внимание на действие, неправильное выполнение которого может немедленно привести к травме или возникновению опасности.

WARNING (ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ). Обращает внимание на действие, неправильное выполнение которого может привести к потенциальной травме или возникновению опасности.

CAUTION (ВНИМАНИЕ). Обращает внимание на действие, неправильное выполнение которого может привести к повреждению прибора или другого подключённого оборудования.



Опасное
напряжение



Предупреждение
о безопасности



Клемма защитного
заземления



Заземление
корпуса



Измерительное
заземление

1.3 Категория измерений

Прибор предназначен для выполнения измерений категории I.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Прибор допускается использовать только для измерений в пределах указанной для него категории измерений.

Определения категорий измерений

Категория I — измерения в цепях, не подключённых непосредственно к сети электропитания (MAINS). Примеры: цепи, не питаемые от сети, а также специально защищённые внутренние цепи, получающие питание от сети. В последнем случае уровни переходных перенапряжений могут различаться, поэтому необходимо знать допустимое импульсное напряжение оборудования.

Категория II — измерения в цепях, непосредственно подключённых к низковольтной электроустановке. Примеры: бытовые приборы, переносной электроинструмент и аналогичное оборудование.

Категория III — измерения в стационарной электроустановке здания. Примеры: распределительные щиты, автоматические выключатели, стационарная проводка (кабели, шины, распределительные коробки, выключатели и розетки), промышленное и другое оборудование, например стационарные двигатели с постоянным подключением к электроустановке.

Категория IV — измерения на источнике низковольтной электроустановки. Примеры: электросчётчики, устройства первичной защиты от сверхтоков и устройства управления по сети.

1.4 Требования к вентиляции

В приборе применяется принудительное охлаждение вентилятором. Убедитесь, что входные и выходные вентиляционные отверстия не перекрыты и воздух может свободно циркулировать. При настольной установке или монтаже в стойку оставляйте не менее 10 см свободного пространства сбоку, сверху и сзади прибора.

ВНИМАНИЕ. Недостаточная вентиляция может привести к повышению температуры внутри прибора и его повреждению. Обеспечьте достаточную вентиляцию и регулярно проверяйте вентиляционные отверстия и вентилятор.

1.5 Условия эксплуатации

Температура

При эксплуатации: от 0 °C до +50 °C.

При хранении/транспортировке: от -30 °C до +60 °C.

Относительная влажность

При эксплуатации:

ниже +30 °C: $\leq 90\%$ RH, без конденсации;

от +30 °C до +40 °C: $\leq 75\%$ RH, без конденсации;

от +40 °C до +50 °C: $\leq 45\%$ RH, без конденсации.

При хранении/транспортировке:

ниже +60 °C: $\leq 90\%$ RH, без конденсации.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание короткого замыкания внутри прибора или поражения электрическим током не эксплуатируйте прибор во влажной среде.

Высота над уровнем моря

При эксплуатации: менее 3 км.

При хранении/транспортировке: менее 15 км.

Уровень защиты от электростатического разряда

ESD ± 8 кВ.

Категория установки (перенапряжения)

Питание изделия осуществляется от сети, соответствующей категории установки (перенапряжения) II.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Не допускайте попадания на прибор перенапряжений, например возникающих при ударе молнии. В противном случае оператор может подвергнуться опасности поражения электрическим током.

Категория установки I относится к уровню сигнальных цепей и применяется к измерительным выводам оборудования, соединённым с исходной цепью. В таких цепях принимаются меры по ограничению переходных напряжений до низкого уровня.

Категория установки II относится к локальному уровню распределения электропитания и применяется к оборудованию, подключаемому к сети переменного тока.

Степень загрязнения

Степень загрязнения 2.

Степень 1: загрязнение отсутствует либо имеется только сухое непроводящее загрязнение, не оказывающее влияния. Пример: чистое помещение или офис с кондиционированием.

Степень 2: обычно присутствует только непроводящее загрязнение; возможна временная проводимость из-за конденсации. Пример: помещение внутри здания.

Степень 3: присутствует проводящее загрязнение либо сухое непроводящее загрязнение, становящееся проводящим из-за конденсации. Характерно для промышленных помещений и строительных площадок (тяжёлые условия), например для защищённых от прямого воздействия осадков наружных зон.

Степень 4: загрязнение создаёт устойчивую проводимость вследствие проводящей пыли, дождя или снега. Пример: открытые наружные зоны.

Класс безопасности

Класс 2.

1.6 Уход и очистка

Уход

Не храните и не оставляйте прибор длительное время под прямыми солнечными лучами.

Очистка

Очищайте прибор регулярно с учётом условий его эксплуатации.

1. Отключите прибор от всех источников питания.

2. Протрите наружные поверхности мягкой тканью, слегка смоченной водой или слабым моющим раствором. Не допускайте попадания воды или посторонних предметов внутрь корпуса через вентиляционные отверстия. При очистке ЖК-дисплея соблюдайте осторожность, чтобы не поцарапать его.

ВНИМАНИЕ. Во избежание повреждения прибора не допускайте воздействия едких жидкостей.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание короткого замыкания из-за влаги или травмирования персонала перед подключением питания убедитесь, что прибор полностью высох.

1.7 Требования по охране окружающей среды

Соответствующий символ на изделии указывает, что оно соответствует требованиям Директивы WEEE 2012/19/EU.



Оборудование может содержать вещества, способные нанести вред окружающей среде или здоровью человека. Чтобы предотвратить попадание таких веществ в окружающую среду и снизить риск для здоровья, рекомендуется надлежащим образом сдавать изделие на переработку, обеспечивая повторное использование или переработку большей части материалов. Информацию об утилизации и переработке можно получить в местных уполномоченных органах.

Последнюю версию сертификата соответствия RoHS/WEEE можно загрузить на странице RIGOL.

2 Обзор документа

Настоящее руководство содержит краткий обзор передней и задней панелей, пользовательского интерфейса и основных методов работы с осциллографами серии MHO900.

СОВЕТ. Последнюю версию руководства следует загружать с официального веб-сайта RIGOL.

Номер публикации: UGA46101-1110.

Версия ПО: 00.01.00.

Обновление программного обеспечения может изменять существующие или добавлять новые функции. Для актуальной информации используйте последнюю версию руководства на веб-сайте RIGOL либо обращайтесь в RIGOL по вопросам обновления ПО.

Условные обозначения оформления

1. **Клавиши.** Клавиша передней панели в руководстве обозначается соответствующим

значком клавиши. Например, значок  обозначает клавишу DEFAULT.

2. **Меню.** Пункт меню в руководстве выделяется полужирным шрифтом и фоном. Например, **Setup** обозначает подменю Setup функции Utility. Для открытия меню Setup следует щелкнуть или коснуться **Setup**.

3. **Последовательность действий.** Переход к следующему действию обозначается символом . Например,  **Storage** означает последовательный выбор соответствующего значка, затем пункта **Storage**.

4. **Разъемы передней/задней панели.** Обозначаются квадратными скобками и наименованием разъема, например [AUX OUT].

5. **Ручки.**

Обозначение на панели	Наименование регулятора	Обозначение на панели	Наименование регулятора
Horizontal POSITION 	Регулятор положения по горизонтали	 1	Многофункциональный регулятор 1
Horizontal SCALE 	Регулятор горизонтального масштаба	 2	Многофункциональный регулятор 2
Vertical POSITION 	Регулятор положения по вертикали	 LEVEL	Регулятор уровня запуска
Vertical SCALE 	Регулятор вертикального масштаба	—	—

Состав серии и поддерживаемые функции

Модель	Максимальная аналоговая полоса пропускания	Число аналоговых каналов
МНО984	800 МГц (одноканальный ^[1] и двухканальный ^[2] режимы); 400 МГц (режим всех каналов ^[3])	4
МНО954	500 МГц (одноканальный ^[1] и двухканальный ^[2] режимы); 400 МГц (режим всех каналов ^[3])	4
МНО934	350 МГц при любом количестве включённых каналов	4

^[1] Одноканальный режим: включён любой один канал.

^[2] Режим половины каналов: включены любые два канала.

^[3] Режим всех каналов: включены любые три канала либо все четыре канала.

3 Быстрый запуск

3.1 Общая проверка

1. Проверка упаковки

Если упаковка повреждена, не утилизируйте ее и амортизирующие материалы до проверки комплектности поставки и успешного завершения электрических и механических испытаний.

Ответственность за повреждение прибора при транспортировке несет отправитель или перевозчик. RIGOL не несет ответственности за бесплатное обслуживание/ремонт или замену прибора вследствие таких повреждений.

2. Проверка прибора

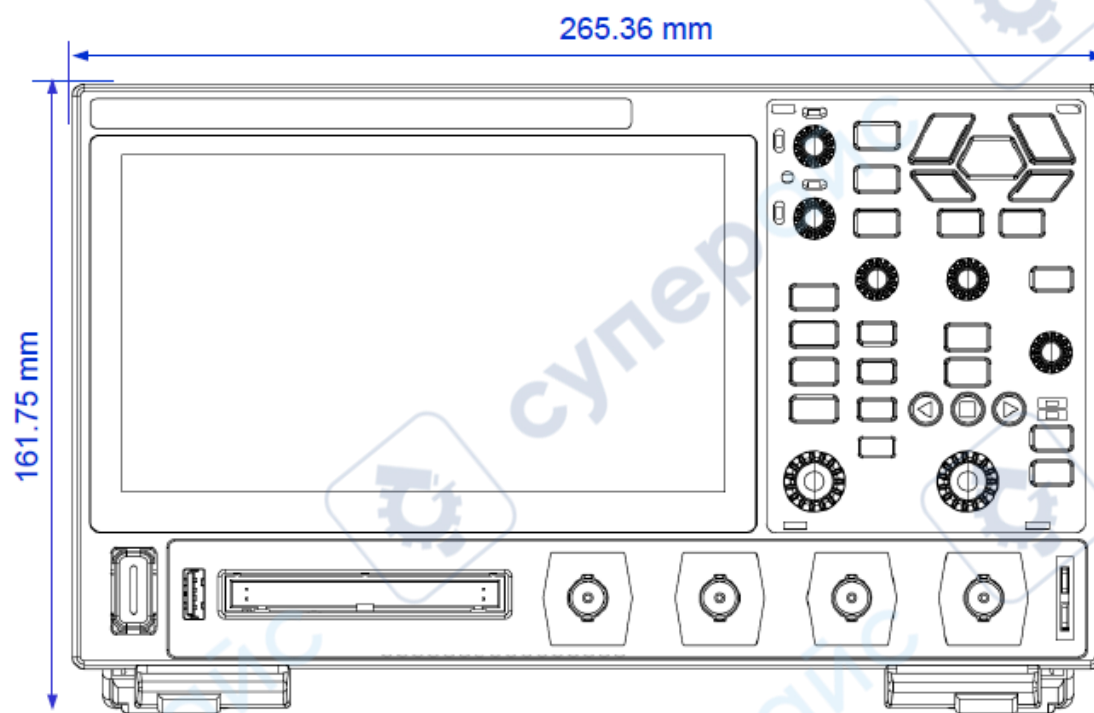
При обнаружении механических повреждений, отсутствующих деталей либо неудовлетворительных результатов электрической или механической проверки обратитесь к торговому представителю RIGOL.

3. Проверка принадлежностей

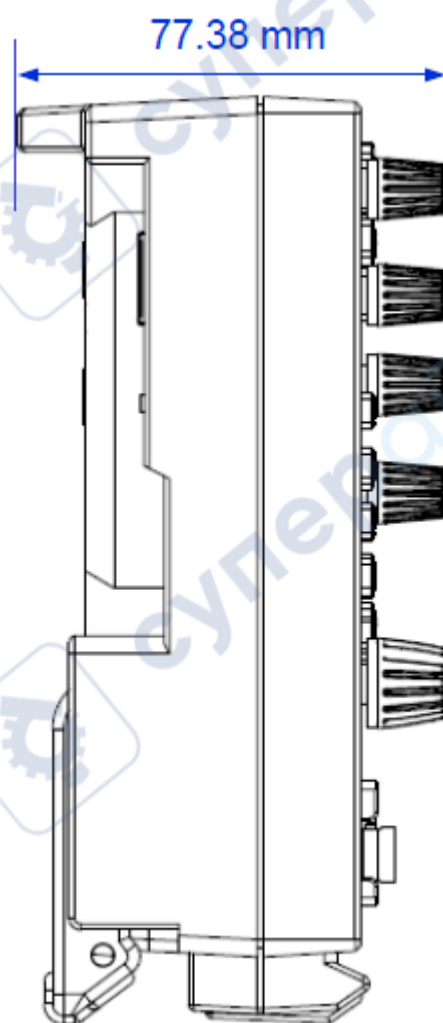
Проверьте принадлежности по упаковочному листу. При повреждении или неполной комплектации обратитесь к торговому представителю RIGOL.

Рекомендуемый интервал калибровки: RIGOL рекомендует выполнять калибровку прибора каждые 18 месяцев.

3.2 Габаритные размеры



Вид спереди

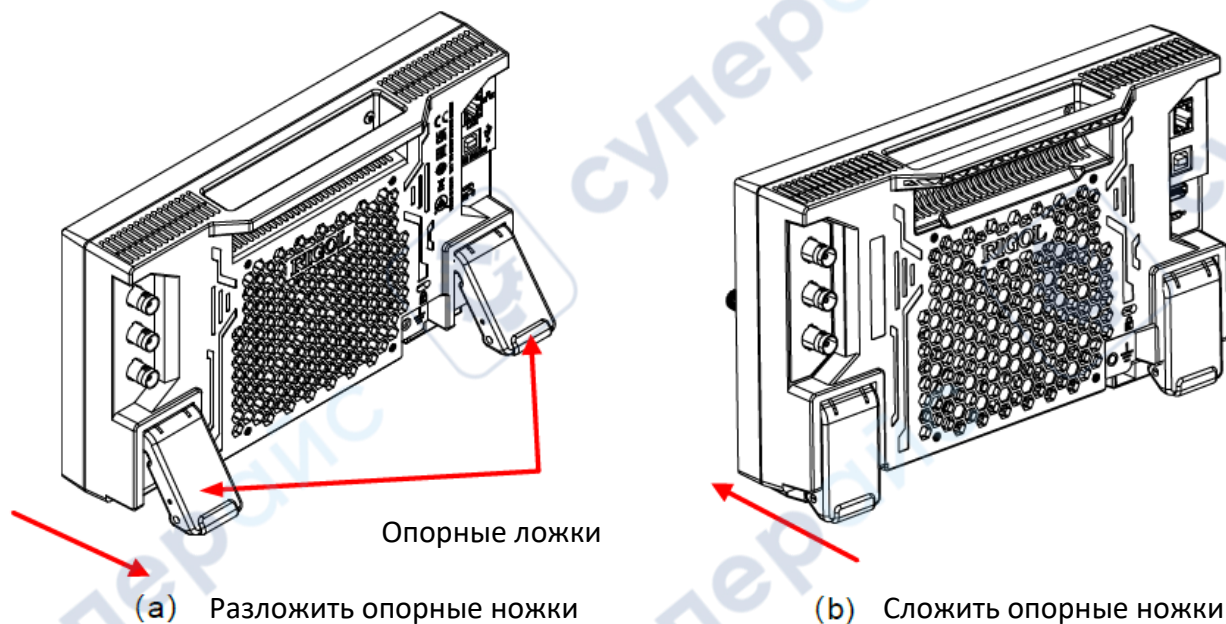


Вид сбоку

3.3 Подготовка к работе

3.3.1 Регулировка опорных ножек

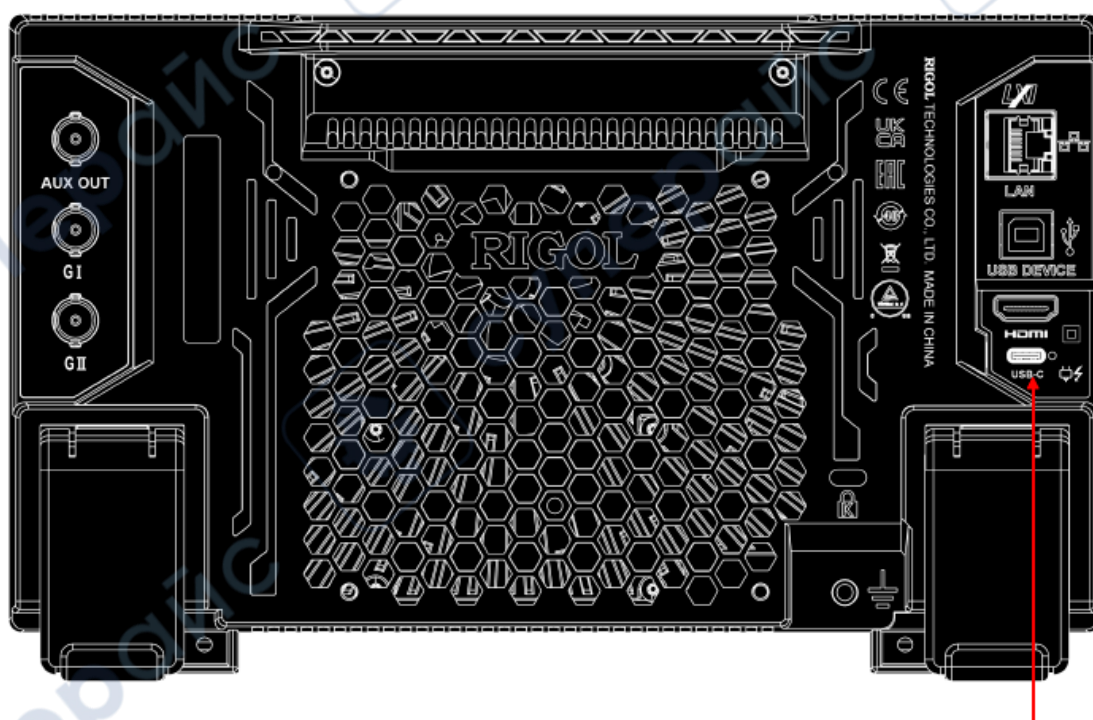
Правильно установите опорные ножки, чтобы использовать их в качестве подставок, наклонить осциллограф вверх, обеспечить устойчивое положение и удобство работы и наблюдения. Если прибор не используется, ножки можно сложить для упрощения хранения или транспортировки.



Регулировка опорных ножек

3.3.2 Подключение к сети переменного тока

Для питания осциллографа требуется постоянное напряжение 20 В, ток 5 А. Используйте входящий в комплект адаптер питания для подключения осциллографа к сети переменного тока 100–240 В, 50–60 Гц.



Разъем сетевого шнура

Подключение к сети переменного тока

Таблица — Характеристики адаптера питания

Параметр	Значение
Вход	100–240 В, 50–60 Гц, не более 1,6 А
Выход	20 В постоянного тока, 5 А, 100 Вт

ВНИМАНИЕ. Входящий в комплект адаптер питания предназначен только для указанных RIGOL изделий. Не используйте его для зарядки мобильного телефона или других устройств.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током обязательно подключите прибор к защитному заземлению с помощью входящего в комплект заземляющего провода.

3.3.3 Проверка включения

После подключения прибора к источнику питания нажмите клавишу питания  в левом нижнем углу передней панели. Во время запуска прибор выполняет ряд самопроверок. После их завершения отображается начальный экран.

- **Restart:** выберите соответствующий системный значок  > **Restart**. Появится сообщение Are you sure to reboot?. Выберите **OK** для перезапуска прибора.

- **Shutdown:**

- выберите соответствующий системный значок  > **Shutdown**; в сообщении Are you sure to shutdown? выберите **OK**;

- либо нажмите клавишу питания  и в появившемся сообщении выберите **OK**;

- двойное нажатие клавиши питания  выполняет непосредственное выключение;

- удерживание клавиши питания  в течение трех секунд выполняет непосредственное выключение.

- **Режим пониженного энергопотребления (Low Power Mode):** нажмите  и выберите **Power** > **Low Power Mode**.

В режиме пониженного энергопотребления:

- обеспечивается быстрое включение при низком энергопотреблении; выход из режима занимает несколько секунд, после чего автоматически восстанавливаются настройки, действовавшие до перехода в этот режим;

- экран выключается, а большая часть измерительной аппаратной части (например, АЦП и входной усилитель) отключается либо переводится в режим малого потребления; энергопотребление значительно ниже, чем в обычном рабочем состоянии;

- вывести прибор из режима можно нажатием любой клавиши передней панели, вращением ручки либо отправкой через интерфейс связи SCPI-команды :SYSTem:LOWPower 0.

ПРИМЕЧАНИЕ. После перехода в режим пониженного энергопотребления данные последней захваченной осциллограммы не сохраняются при последующем пробуждении. При необходимости сохраните данные вручную до перехода в этот режим.

СОВЕТ. Можно выбрать  > **Utility** > **Setup**, затем в пункте Power status установить Switch On. В этом случае после подачи питания прибор будет включаться автоматически.

3.3.4 Выбор языка системы

Осциллограф поддерживает несколько языков. Для выбора языка откройте  > **Utility** > **Setup** > **Language**.

3.3.5 Подключение пробника

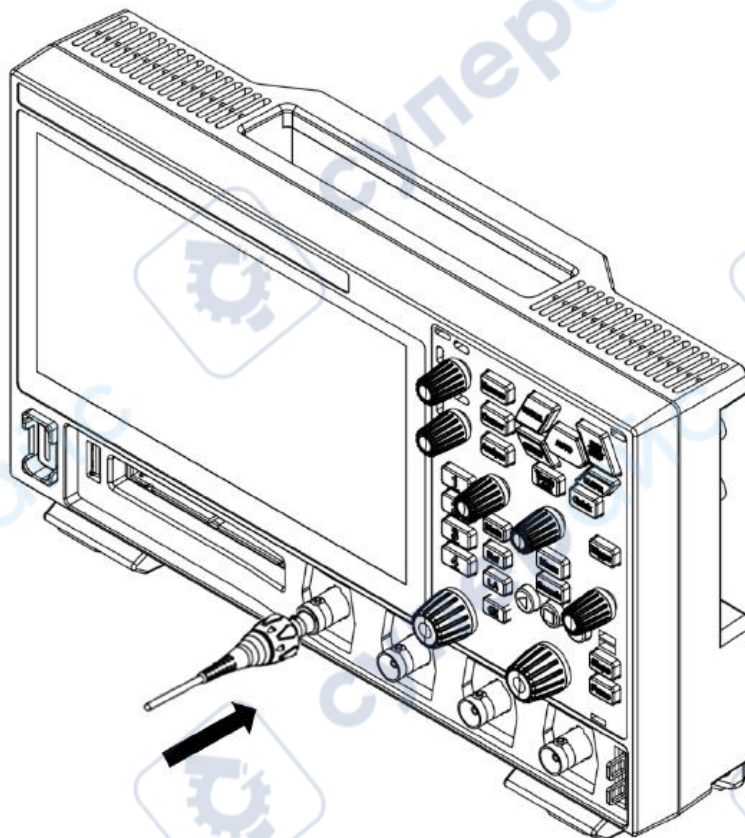
Для осциллографов серии МНО900 предусмотрены пассивные пробники и опциональный пробник логического анализатора. Конкретные модели пробников указаны в техническом

описании МНО900 (DataSheet). Подробные технические сведения приведены в руководствах пользователя соответствующих пробников.

Подключение пассивного пробника

1. Подключите BNC-разъем пробника к входу аналогового канала на передней панели осциллографа.

2. Подключите зажим «крокодил» или пружинный заземляющий контакт пробника к точке заземления схемы, затем подключите наконечник пробника к измеряемой точке.



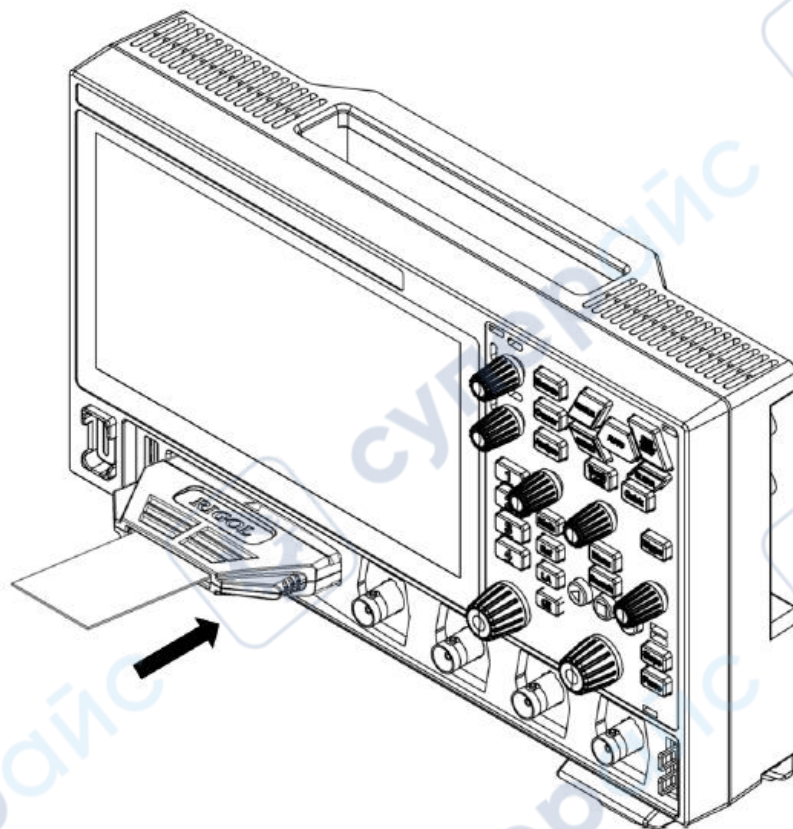
Подключение пассивного пробника

После подключения проверьте работоспособность пробника и настройку компенсации до начала измерений.

Подключение логического пробника

1. Подключите выходной разъем логического пробника в правильной ориентации к входу цифровых каналов на передней панели осциллографа.

2. Подключите вход логического пробника к исследуемому сигналу. Для серии МНО900 опционально доступен активный логический пробник PLA2216. Для различных сценариев применения PLA2216 поддерживает два способа подключения к исследуемому сигналу. Подробности см. в руководстве PLA2216 Active Logic Probe User Guide.



Подключение логического пробника

ВНИМАНИЕ. Вход цифровых каналов не поддерживает горячее подключение. Не вставляйте и не отсоединяйте логический пробник при включённом питании прибора.

СОВЕТЫ.

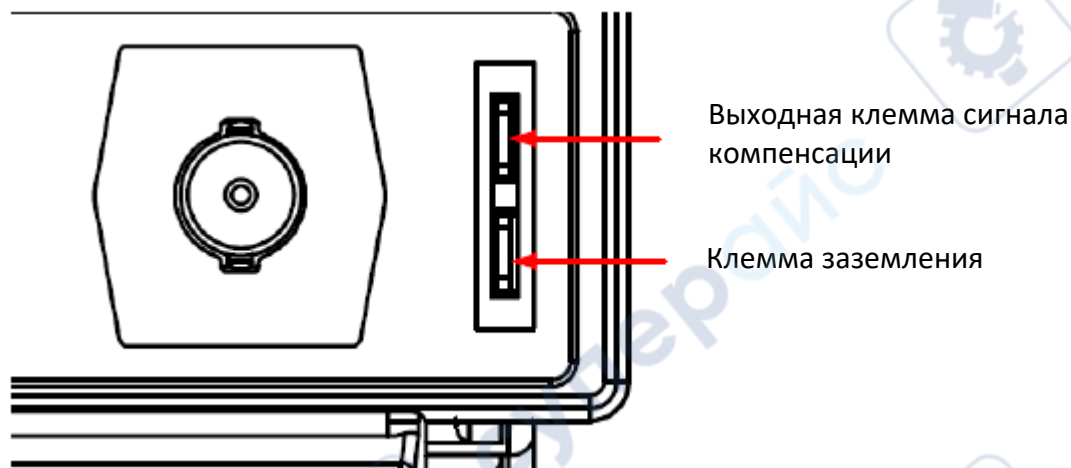
- При измерении высокоскоростных сигналов подключайте заземляющий провод к точке земли как можно ближе к исследуемому сигналу и делайте его максимально коротким.
- При большом числе входных каналов по возможности обеспечьте отдельное соединение каждого сигнала с землёй. Если имеется только одна точка земли, подключите к ней все заземляющие провода пробника.
- Установите порог логического пробника в соответствии с фактическим диапазоном уровней исследуемого сигнала; рекомендуется задавать порог примерно посередине диапазона уровней

СОВЕТ.

3.3.6 Проверка работоспособности



1. Нажмите клавишу **DEFAULT**. Появится сообщение Restore default settings?. Выберите **OK**, чтобы восстановить заводские настройки прибора.
2. Подключите зажим заземления пробника к клемме Ground Terminal, как показано на рисунке ниже.
3. Подключите пробник к входу CH1 и к клемме Compensation Signal Output Terminal, как показано на рисунке ниже.



Использование сигнала компенсации

4. Установите коэффициент пробника в соответствии с его коэффициентом ослабления, затем выберите  > **Auto**.

5. Наблюдайте форму сигнала на дисплее. В нормальном состоянии должен отображаться прямоугольный сигнал, показанный на рисунке ниже.



Прямоугольный сигнал

6. Аналогичным способом проверьте остальные каналы. Если отображаемый прямоугольный сигнал не соответствует рисунку, выполните компенсацию пробника, описанную в следующем разделе. Если сигнал не отображается, повторите приведенные выше действия.

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током при использовании пробника убедитесь, что его изолированный провод не поврежден. Не прикасайтесь к металлическим частям пробника, когда он подключен к источнику высокого напряжения.

3.3.7 Компенсация пробника

При первом использовании пробник осциллографа необходимо скомпенсировать в соответствии с входными характеристиками канала осциллографа, к которому он подключен. Нескомпенсированный или неправильно скомпенсированный пробник может приводить к ошибкам измерений.

Порядок компенсации:

1. Выполните шаги 1–4 раздела «Проверка работоспособности».
2. Проверьте отображаемую форму сигнала и сравните ее с вариантами на рисунке: избыточная компенсация; недостаточная компенсация; правильная компенсация.
3. С помощью приспособления для регулировки компенсации пробника из комплекта принадлежностей отрегулируйте отверстие низкочастотной компенсации на пробнике так, чтобы отображаемая форма сигнала соответствовала варианту Perfectly compensated.



Компенсация пробника

3.4 Обзор изделия

Серия MHO900 — новая линейка экономичных осциллографов RIGOL. При компактных размерах приборы обеспечивают скорость захвата до 1 000 000 осц/с^[1] в режиме быстрой записи, глубину памяти до 500 Мточек (опция), 12-битное разрешение и низкий уровень шума.

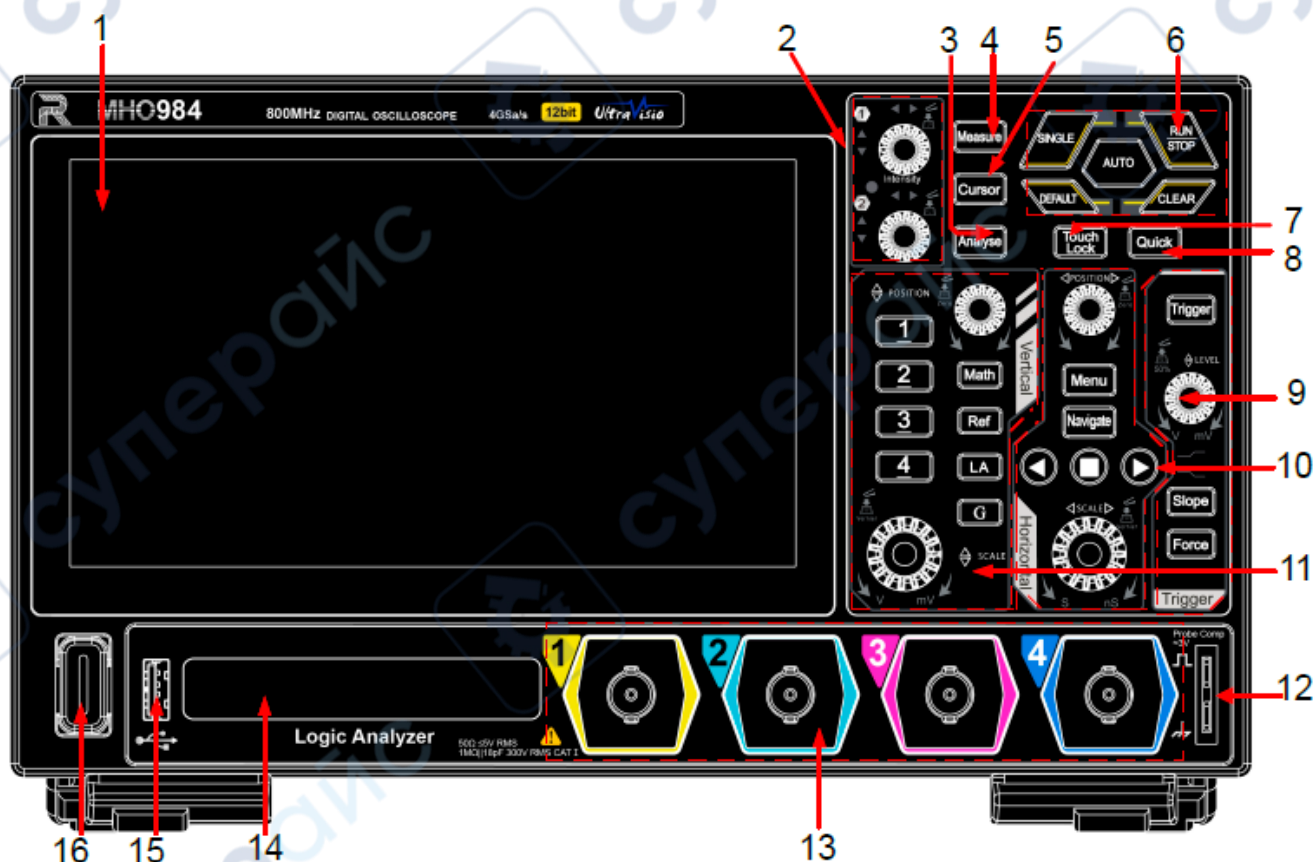
Если не указано иное, далее на примере MHO984 рассматриваются габаритные размеры, передняя и задняя панели и пользовательский интерфейс осциллографов серии.

ПРИМЕЧАНИЕ

^[1] Одноканальный режим, режим записи, 20 нс/дел, глубина памяти 1 кточка (или Auto).

3.4.1 Обзор передней панели

В качестве примеров используются MHO5104 с цифровыми каналами и функцией генератора произвольной формы (AFG), а также восьмиканальный DHO5108.

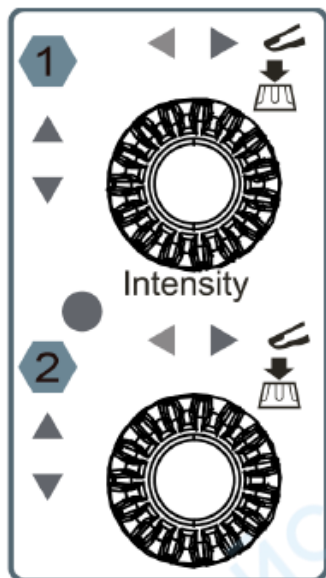


Передняя панель

1. 7-дюймовый ёмкостный сенсорный экран

Отображает осциллограммы, названия меню, параметры настройки, состояние системы, сообщения и другую информацию.

2. Многофункциональные ручки



Их назначение зависит от режима работы:

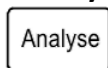
Работа вне меню. Если меню не используется, ручкой 1 можно регулировать яркость осциллограммы. При наличии на экране курсора, декодирования, математической или опорной осциллограммы многофункциональные ручки 1 и 2 могут использоваться соответственно для перемещения курсоров, настройки порога декодирования (ручка 1) и положения результатов декодирования (ручка 2), а также настройки вертикального масштаба (ручка 1) и вертикального смещения (ручка 2) математической/опорной осциллограммы. Для задания приоритета щелкните или коснитесь **Flex Knob** на панели инструментов в правой верхней части экрана.

- Automatic: приоритет по умолчанию — Cursor > (Math/Ref/Decode) > Intensity.
- Manual: все доступные операции вне меню перечислены в нижней части меню **Flex Knob**; можно выбрать текущую функцию ручки.

Работа в меню. При работе с меню поворотом ручки 1/2 можно изменять значение параметра. Если после выбора поля ввода в нем отображается соответствующий значок ручки, значение можно изменять этой ручкой; светодиод соответствующей ручки загорается. Поворот изменяет значение, нажатие ручки восстанавливает значение параметра по умолчанию.

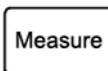
При использовании виртуальной цифровой клавиатуры или раскрывающегося списка ручкой можно перемещаться по элементам, а нажатием — выбирать их.

3. Клавиша Analyse



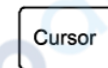
Нажмите **Analyse** для открытия интерфейса Analyse. Пункты DVM, Counter, Record и Pass/Fail открывают соответствующие функциональные интерфейсы.

4. Клавиша Measure



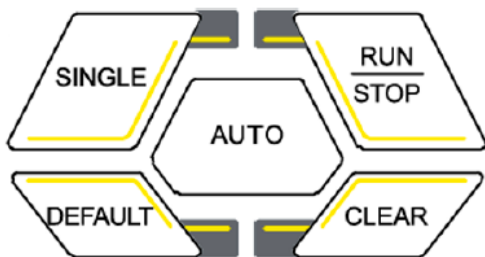
Нажмите **Measure** для открытия интерфейса Measure. Здесь можно выбрать источник измерения, измеряемый параметр и другие настройки.

5. Клавиша Cursor



Нажмите **Cursor** для открытия интерфейса курсорных измерений. Результаты отображаются в списке справа. Доступны режимы Manual, Track и XY. Режим XY доступен только при включенной функции XY.

6. Клавиши общих операций



- **AUTO** : автоматическая настройка осциллограммы. Осциллограф автоматически регулирует вертикальный масштаб, горизонтальную развертку и режим запуска в соответствии с входным сигналом для оптимального отображения.

- **RUN/STOP** : запуск или остановка. В состоянии RUN подсветка клавиши зеленая; в состоянии STOP — красная.



- **SINGLE** : устанавливает режим запуска Single.



- **DEFAULT** : выводит сообщение подтверждения; выбор **OK** восстанавливает настройки по умолчанию.

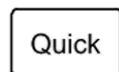


- **CLEAR** : очищает все осциллограммы на экране. Если прибор находится в состоянии RUN, новые осциллограммы продолжают отображаться.

7. Клавиша блокировки сенсорного экрана

Нажмите клавишу блокировки **Touch Lock**, чтобы отключить сенсорный экран. Повторное нажатие снова включает сенсорный ввод.

8. Клавиша быстрых операций



Назначаемая клавиша может выполнять выбранную быструю операцию, например сохранение изображения, осциллограмм или файла настроек, запуск All Measure, сброс статистики, запись осциллограмм или сохранение группы.

9. Область управления запуском



- **Trigger** клавиша настройки запуска открывает интерфейс Trigger;
- **Slope** клавиша фронта переключает тип фронта для запуска Edge: нарастающий, спадающий или любой; для других типов запуска эта клавиша недоступна;
- **Force** клавиша принудительного запуска формирует сигнал запуска принудительно;
- ручка **LEVEL** изменяет уровень/порог запуска: по часовой стрелке — увеличение, против часовой — уменьшение; нажатие ручки быстро устанавливает уровень/порог на 50 % размаха сигнала.

10. Область горизонтального управления



- **Horizontal**  **POSITION**: изменяет горизонтальное положение (положение запуска), перемещая осциллограммы влево/вправо. Нажатие сбрасывает горизонтальное положение.

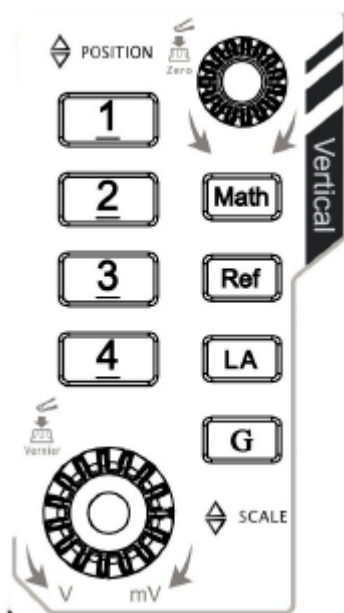
- **Horizontal**  **SCALE**: изменяет горизонтальную развертку, растягивая или сжимая все осциллограммы по горизонтали; нажатие переключает грубую/точную регулировку либо включает/выключает масштабирование Zoom в зависимости от настройки Vernier/Zoom.

- **Menu** клавиша горизонтального меню – открывает параметры горизонтальной системы и системы сбора данных;

- **Navigate** клавиша навигации – открывает меню навигации по времени или найденным событиям.

-  комбинированная клавиша навигации используется для управления навигацией.

11. Область вертикального управления



- **Math** – открывает математические операции $A+B$, $A-B$, $A \times B$, A/B , FFT и др., а также настройку метки математического канала;
- **Ref** – открывает настройки опорной осциллограммы для сравнения измеренного сигнала с эталоном;
- **LA** – при подключённом логическом пробнике включает/выключает цифровые каналы и открывает меню логического анализатора, где можно управлять каналами и группами, размером осциллограмм, порогами, метками и группировкой 16 цифровых каналов;
- **G** – доступна при установленной опции генератора; открывает меню AFG, где задаются параметры сигнала и включается/выключается выход;
- **Vertical POSITION** – изменяет вертикальное положение выбранного канала; нажатие сбрасывает смещение к нулю;
- **Vertical SCALE** – изменяет вертикальный масштаб выбранного канала; нажатие переключает грубую и точную регулировку;
- **1**, **2**, **3**, **4** клавиши аналоговых каналов CH1–CH4. Если канал не отображается — клавиша включает его; если канал отображается, но не выбран — выбирает его; если канал отображается и выбран — выключает его.

12. Выход сигнала компенсации пробника/клемма заземления

Выход формирует сигнал компенсации пробника, используемый для согласования входной емкости пробника с каналом осциллографа.

13. Входы аналоговых каналов

Разъёмы BNC для подключения пробников и ввода аналоговых сигналов.

14. Вход цифровых каналов

Предназначен для подключения пробника логического анализатора.

15. Интерфейс USB HOST

Поддерживает USB-накопители FAT32, USB-мышь и адаптер Wi-Fi/Bluetooth:

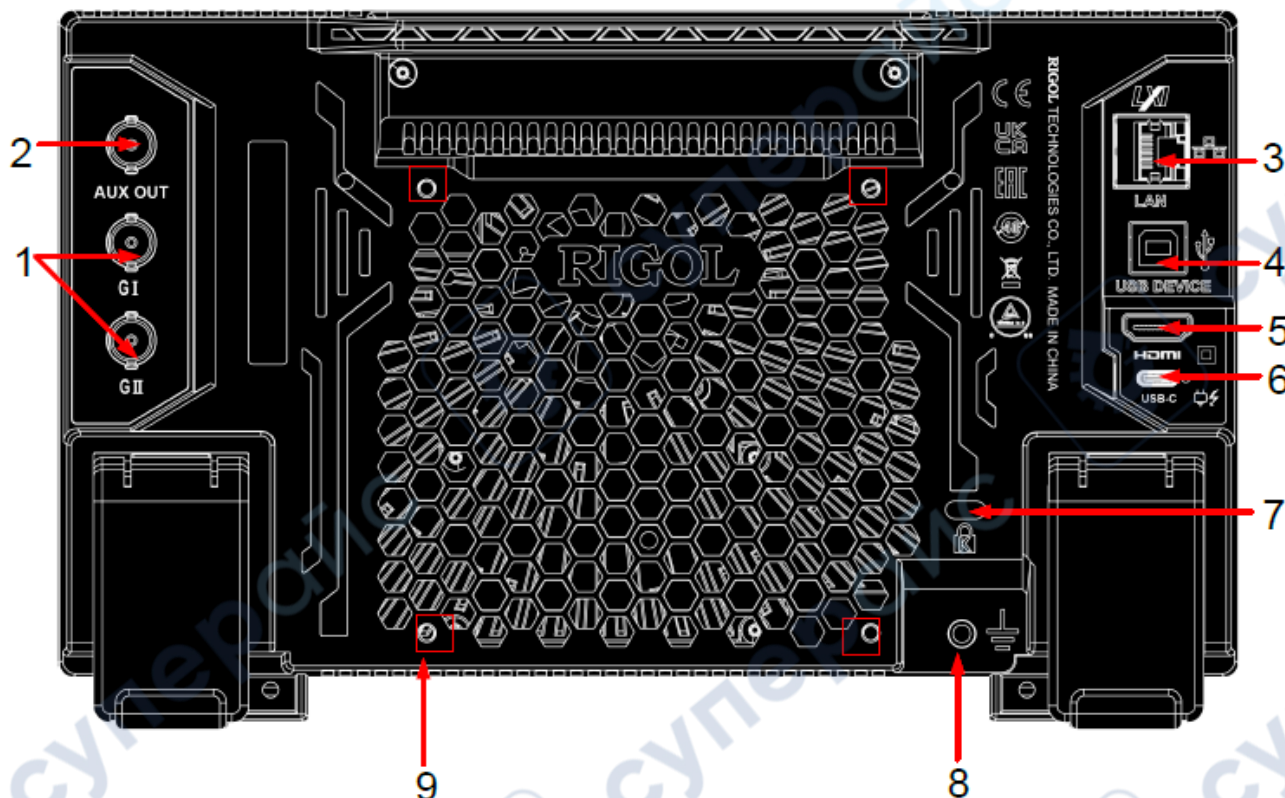
- USB-накопитель – импорт/экспорт данных, включая обновление ПО, осциллограммы, файлы настроек и снимки экрана;
- USB-мышь – управление осциллографом внешней мышью;

- адаптер Wi-Fi/Bluetooth – беспроводное подключение без дополнительных кабелей

16. Клавиша питания

Включает и выключает прибор.

3.4.2 Обзор задней панели



Задняя панель

1. Выходы GI/GII генератора стандартной/произвольной формы: Функция AFG доступна только при установленной опции AFG. При включении GI или GII соответствующий разъем [GI] или [GII] выдаёт сигнал согласно текущим настройкам.

2. AUX OUT:

- TrigOut: при выборе этого режима через разъем выводится сигнал, отражающий текущую скорость захвата. Если подать его на прибор отображения и измерить частоту, результат соответствует текущей скорости захвата;

- PassFail: при тесте Pass/Fail через [AUX OUT] формируется импульс при обнаружении прошедшей или не прошедшей проверку осциллограммы.

3. LAN: подключение к сети. Прибор соответствует LXI Device Specification 2011; через Web Control можно отправлять SCPI-команды. При наличии обновлений системное ПО может обновляться онлайн через LAN.

4. USB DEVICE: подключение к ПК для дистанционного управления через ПО, отправки SCPI-команд или пользовательских программ.

5. HDMI: подключение внешнего дисплея с HDMI (монитора или проектора). Изображение при этом также остается на экране прибора.

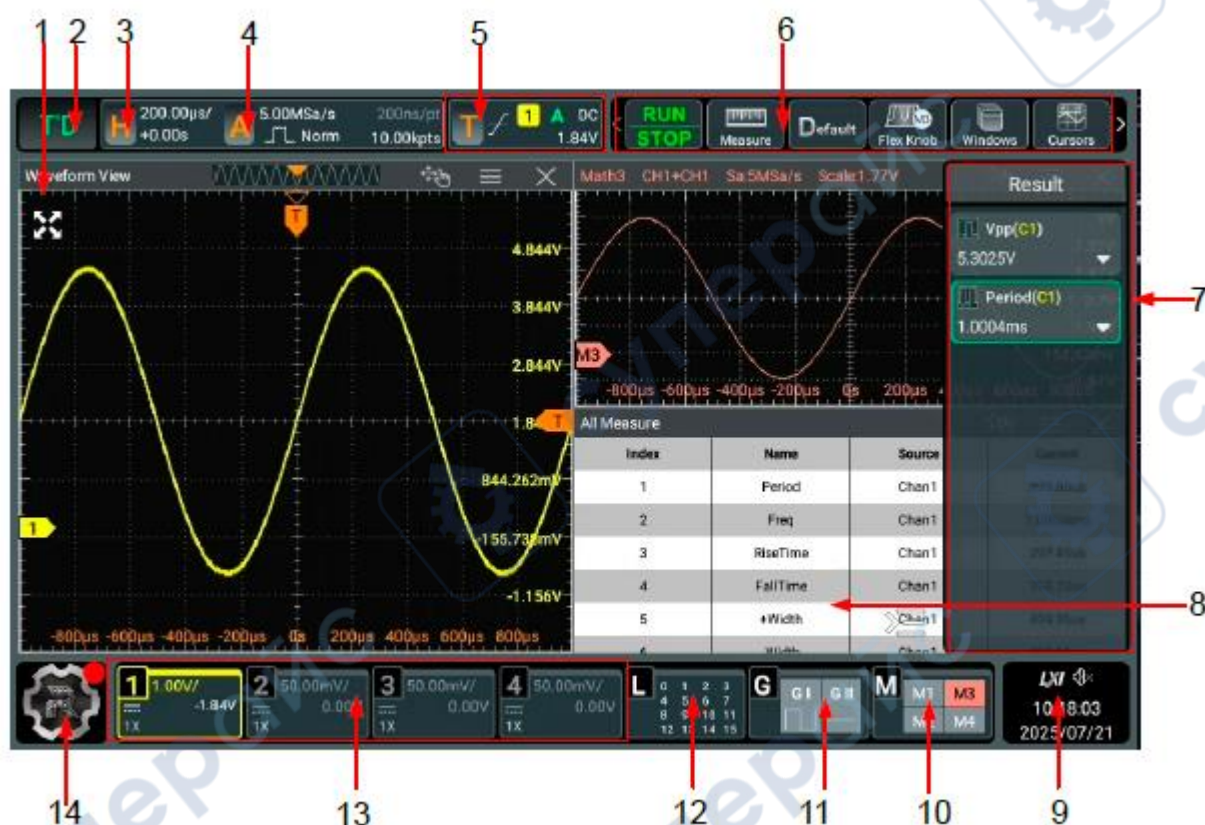
6. USB Type-C питания. Параметры питания: 20 В постоянного тока, 5 А. Используйте комплектный адаптер для сети 100–240 В, 50–60 Гц.

7. Отверстие защитного замка: для стандартного троса замка ПК/ноутбука.

8. Клемма заземления: Используется для надёжного заземления шасси.

9. Отверстия крепления VESA 100 x 100: Расстояние между отверстиями 100 x 100 мм. Используйте винты для крепления осциллографа к совместимому кронштейну.

3.4.3 Обзор пользовательского интерфейса



Пользовательский интерфейс

1. **Область осциллограмм (Waveform View):** Отображает осциллограммы. Кнопка в правом верхнем углу закрывает окно; кнопка конфигурации открывает меню соответствующей функции; значок в левом верхнем углу переводит окно в полноэкранный режим, скрывая верхнюю строку меню, а повторное действие возвращает обычный режим.

2. **Индикатор состояния работы:** показывает текущее состояние прибора. Возможные состояния: RUN, STOP, T'D (triggered — сработал запуск), WAIT и AUTO.

3. **Индикатор горизонтальной развертки:** показывает текущую горизонтальную развертку и положение; выбор индикатора открывает горизонтальные настройки.

4. **Индикатор частоты дискретизации и глубины памяти:** показывает текущие значения и открывает горизонтальные настройки.

5. **Индикатор запуска:** отображает тип запуска, уровень, режим и другую информацию; выбор индикатора открывает окно настроек запуска.

6. **Панель быстрых операций:** содержит быстрые команды **STOP/RUN**, **Default**, **Measure**, **Flex Knob**, **Windows**, **Cursors**, **Math**, **XY**, **Storage**, **Counter**, **DVM**, **Decode**, **Record**, **Navigate**.

7. **Список результатов:** отображает результаты и статистику различных функций. Кнопка в правой нижней части экрана сворачивает список Result соответствующей функции.

8. **Многооконный режим:** при одновременном включении нескольких функций на экране могут отображаться несколько окон.

9. **Область уведомлений:** Показывает значки USB-накопителя, LAN, звука, дистанционного управления, а также дату и время. Нажатие открывает меню Utility.

- значок USB появляется при обнаружении USB-накопителя;
- значок LAN — при успешном сетевом подключении;

- звук включается  /выключается  через **Utility** > **Setup** > **Beeper** либо нажатием соответствующего значка;

- значок дистанционного управления  появляется при работе через Web Control;
- дата и время отображаются при Display Time = ON.

10. **Метки Math:** Показывает состояние Math1–Math4. Нажатие **M1–M4** открывает настройки выбранного математического канала: включение, тип операции, вертикальный масштаб и др.

11. **Метка AFG (опция).** Доступна при установленной опции AFG. Отображает состояние генератора, тип сигнала и др. Через неё можно включать/выключать выход и открывать меню AFG.

12. **Метки цифровых каналов:** Показывает состояние цифровых каналов. Нажатием можно включить/выключить все цифровые каналы; при включённом цифровом канале открывает меню логического анализатора LA.

13. **Метка состояния канала.** Показывает включение/выключение канала, тип связи, вертикальный масштаб, вертикальное смещение и коэффициент пробника. Нажатие включает/выключает канал и открывает вертикальное меню.

14. **Значок функциональной навигации.** Открывает меню навигации по функциям. Красная точка в правом верхнем углу значка означает наличие новой версии ПО. Для стабильности и безопасности рекомендуется локальное обновление официальным пакетом прошивки; удалённое обновление не рекомендуется.

3.5 Жесты сенсорного экрана

Емкостный сенсорный экран позволяет управлять прибором и выполнять настройки жестами. Поддерживаются касание, сведение/разведение пальцев, перетаскивание и другие действия.

3.5.1 Касание

Легко коснитесь одним пальцем символа или текста на экране.

Жест используется для:

- выбора пунктов меню;
- открытия навигации по функциям через значок в левом нижнем углу;
- ввода параметров на цифровой клавиатуре;
- ввода меток и имен файлов на виртуальной клавиатуре;
- закрытия окон сообщений;
- управления другими окнами сенсорного интерфейса.



Жест касания

3.5.2 Сведение/разведение пальцев

Двумя пальцами можно увеличивать и уменьшать осциллограмму. Для увеличения сначала сведите пальцы, затем разведите; для уменьшения сначала разведите, затем сведите.

- Горизонтальное сведение/разведение изменяет горизонтальную развертку.
- Вертикальное сведение/разведение изменяет вертикальный масштаб.



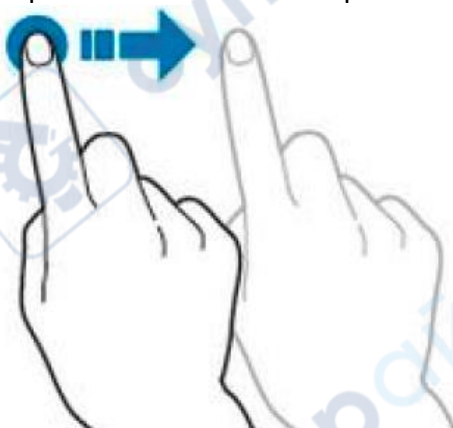
Жест сведения/разведения

3.5.3 Перетаскивание

Выберите объект одним пальцем и перетащите его в требуемое положение.

Перетаскивание используется для:

- изменения положения или масштаба осциллограммы;
- изменения положения элементов окон, например цифровой клавиатуры;
- перемещения курсора;
- изменения уровня запуска перетаскиванием указателя запуска;
- изменения положения окна при многооконном отображении.



Жест перетаскивания

3.6 Способы настройки параметров

Параметры можно настраивать ручками и с сенсорного экрана.

- **Способ 1:** некоторые параметры изменяются поворотом соответствующей ручки на передней панели.
- **Способ 2:** коснитесь поля ввода параметра; откроется виртуальная клавиатура, с помощью которой задается значение.

Ввод китайских и английских символов

При вводе названий меток прибор поддерживает китайский и английский методы ввода.

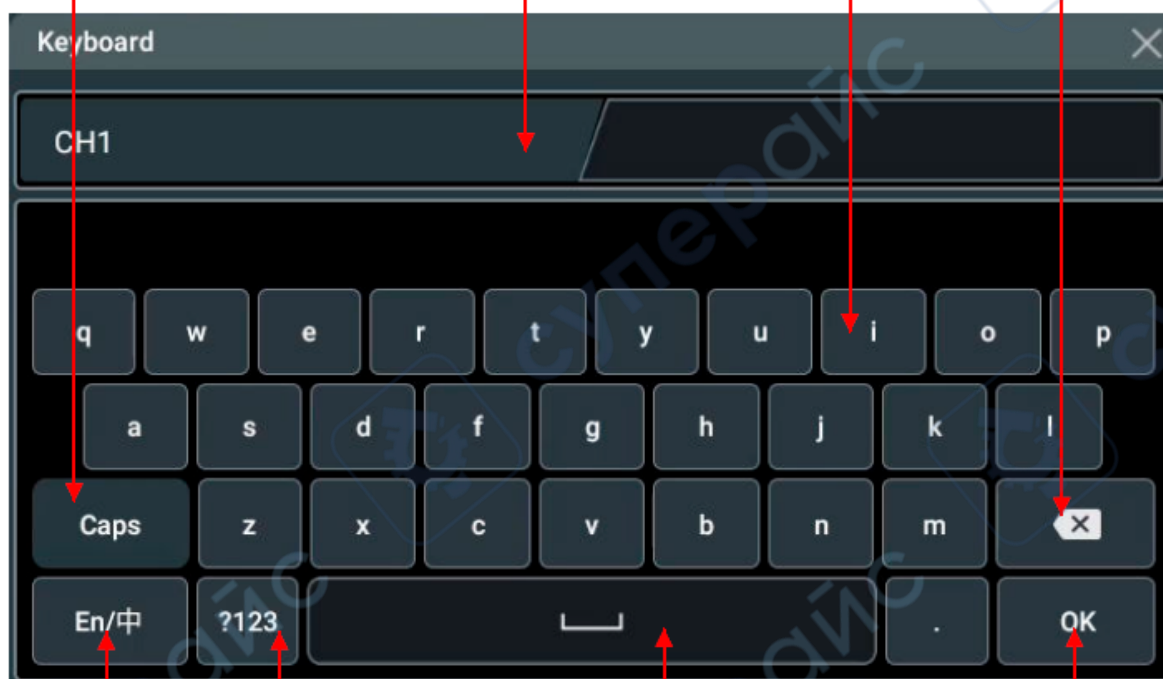
Ввод английских символов

Переключение между прописными и строчными буквами

Область ввода имени

Виртуальная клавиатура

Клавиша Backspace



Переключение метода ввода

Переключение к цифрам и символам

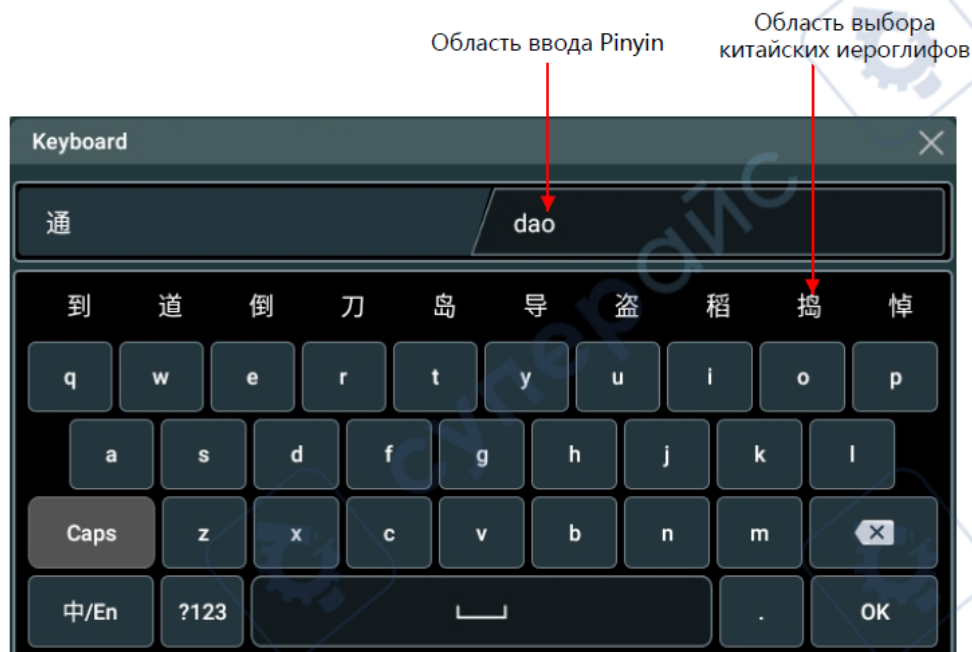
Пробел

Клавиша подтверждения

Интерфейс ввода английского текста.

1. Выберите английский метод ввода. Если отображается En/中, переходите к шагу 2; если 中/En, переключите метод ввода на En/中.
2. Очистите область «Область ввода имени», если в ней имеются символы, с помощью клавиши Backspace.
3. Для ввода прописной буквы включите Caps, затем выберите требуемую букву на виртуальной клавиатуре.
4. Для строчной буквы отключите Caps и введите букву.
5. Для цифр или символов переключитесь на цифровую клавиатуру и введите требуемые символы.
6. Для удаления используйте клавишу Backspace. Для изменения символа удалите ненужный символ и введите новый. Курсор можно переместить непосредственно к изменяемому месту.
7. После ввода выберите OK.

Ввод китайских символов

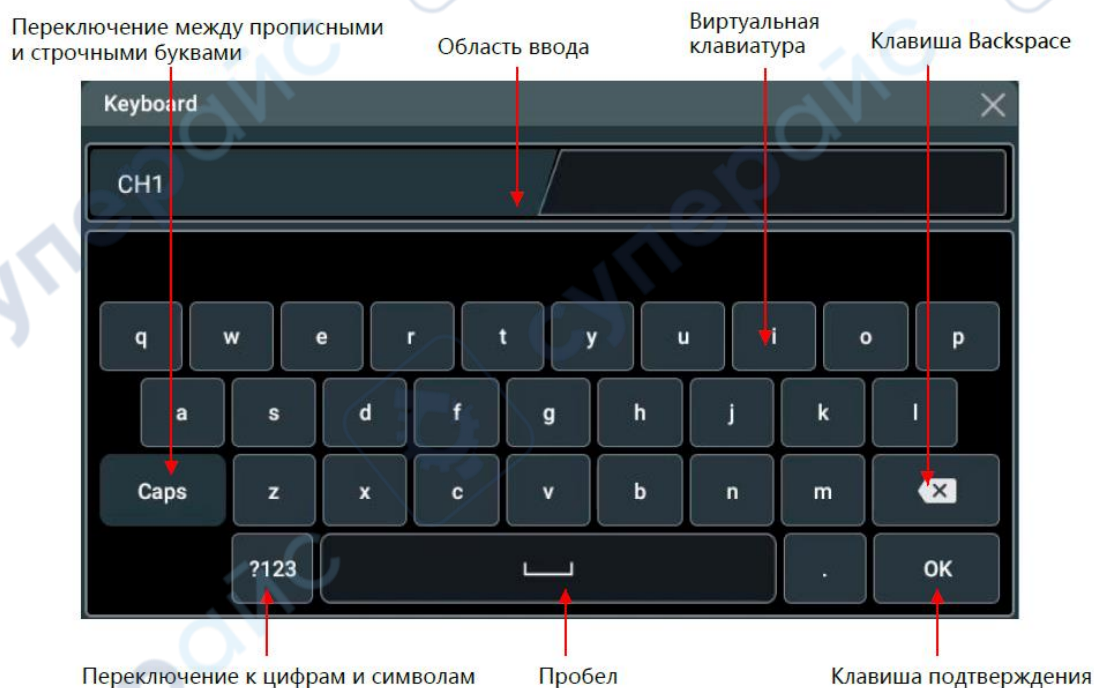


Интерфейс ввода китайского текста

1. Выберите метод 中/En; при необходимости переключитесь с En/中.
2. Очистите «Область ввода» клавишей Backspace. Если в области Pinyin имеются символы, они удаляются первыми.
3. Вводите Pinyin на виртуальной клавиатуре; варианты китайских символов отображаются в области выбора. Прокрутите список и выберите требуемый символ; он будет помещен в поле ввода.
4. Для изменения или удаления используйте Backspace, затем введите требуемые символы заново.
5. После завершения выберите OK.

Ввод строки

При именовании файла или папки используется строковая клавиатура.



Строковая клавиатура

1. Очистите поле имени при необходимости.
2. Для прописных букв включите **Caps** и введите символы.

3. Для строчных букв отключите Caps.
4. Для цифр и знаков переключитесь на цифровую/символьную клавиатуру.
5. Исправьте или удалите ненужные символы с помощью Backspace или перемещения курсора.
6. Подтвердите ввод кнопкой **OK**.

Ввод числового значения

При задании или изменении параметра используйте цифровую клавиатуру.

- Коснитесь цифры или единицы на клавиатуре для ввода.
- Либо поворачивайте назначенную многофункциональную ручку 1/2 для перемещения курсора и нажимайте ручку для выбора значения или единицы.



Цифровая клавиатура

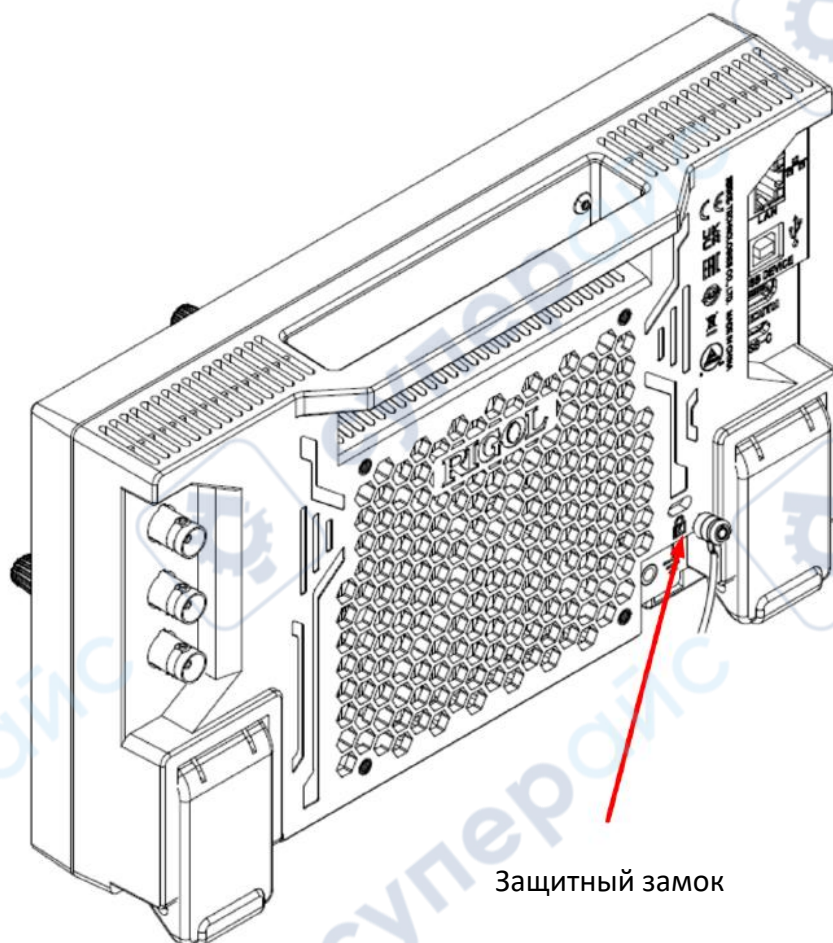
После ввода всех цифр и выбора единицы клавиатура закрывается автоматически. Также после ввода можно нажать OK; в этом случае используется единица параметра по умолчанию.

С цифровой клавиатуры можно:

- удалить введенное значение;
- установить максимальное или минимальное допустимое значение;
- установить значение по умолчанию;
- очистить поле ввода.

3.7 Использование защитного замка

При необходимости прибор можно закрепить в фиксированном месте с помощью приобретаемого отдельно защитного замка. Совместите замок с отверстием, вставьте его вертикально, поверните ключ по часовой стрелке для фиксации и извлеките ключ.



Защитный замок

Использование защитного замка

⚠ ВНИМАНИЕ. Не вставляйте в отверстие защитного замка посторонние предметы, чтобы не повредить прибор.

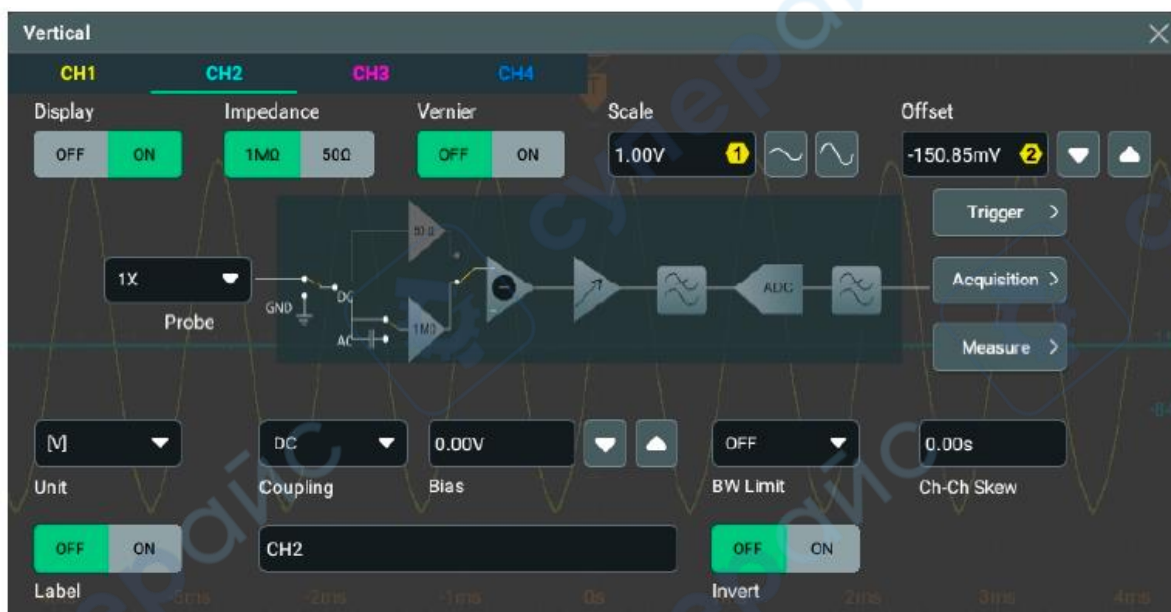
3.8 Использование встроенной справочной системы

Встроенная справка содержит сведения о функциях и меню прибора. Откройте  > **Help** через меню навигации по функциям. В справочной системе выберите ссылку соответствующего раздела для просмотра справки.

4 Вертикальная система

Осциллограф имеет четыре аналоговых входных канала CH1–CH4. Вертикальная система управления каждого канала независима, а порядок настройки для всех каналов одинаков. В этом разделе в качестве примера используется CH1.

Выберите канал и нажмите метку его состояния в нижней части экрана, чтобы открыть меню **Vertical**.



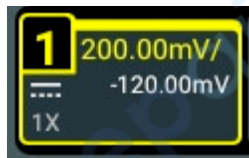
Меню Vertical

4.1 Включение и выключение аналогового канала

Включение аналогового канала

После подключения сигнала к CH1 канал можно включить следующими способами:

- нажать метку состояния канала в нижней части экрана;
- нажать клавишу **1** на передней панели; при включении загорается её подсветка;
- в меню **Vertical** выбрать вкладку **CH1** и установить **Display = ON**.



Информация в метке состояния определяется текущими настройками канала и не зависит от того, включён он или выключен. После включения канала задайте вертикальный масштаб, горизонтальную развёртку, режим запуска, уровень запуска и другие параметры в соответствии с входным сигналом, чтобы обеспечить удобное наблюдение и измерение осциллограммы.

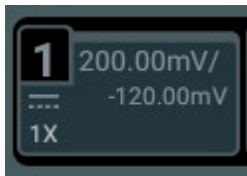
Если CH1 включён, но не является активным, активируйте его нажатием метки состояния, клавиши **1** либо вкладки **CH1** в меню **Vertical**.



Выключение аналогового канала

- Если CH1 включён и активен, нажмите клавишу **1** либо откройте меню **Vertical** нажатием метки состояния и нажмите метку повторно.

- Если CH1 включён, но не активен, сначала активируйте его, затем нажмите клавишу **1** или используйте метку состояния.
- В меню **Vertical** установите **Display = OFF**.
- Также можно нажать метку канала и сдвинуть её вниз жестом перетаскивания.



4.2 Регулировка вертикального масштаба

Вертикальный масштаб определяет значение напряжения на одно деление вертикальной сетки и обычно выражается в В/дел (V/div). При его изменении амплитуда отображаемой осциллограммы увеличивается или уменьшается, а значение в метке состояния канала соответственно изменяется.

Вертикальный масштаб



Диапазон регулировки зависит от коэффициента пробника и входного сопротивления. При коэффициенте пробника 1X:

- при входном сопротивлении 1 МОм: от 1 мВ/дел до 10 В/дел;
- при входном сопротивлении 50 Ом: от 200 мкВ/дел до 1 В/дел.

При включённом и активном CH1 масштаб можно регулировать следующим образом:

- вращать ручку **Vertical**  **SCALE**: по часовой стрелке масштаб уменьшается, против часовой — увеличивается;
- использовать вертикальный жест сведения/разведения пальцев на сенсорном экране;
- в меню **Vertical** нажимать кнопки увеличения/уменьшения справа от поля **Scale**, использовать назначенную многофункциональную ручку либо нажать само поле и ввести точное значение с цифровой клавиатуры.

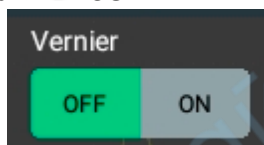


Поле ввода

Увеличение Уменьшение

Параметр **Vernier** переключает режимы **ON** (точная регулировка) и **OFF** (грубая регулировка). По умолчанию используется OFF. Режим можно также переключать нажатием ручки

Vertical  **SCALE**.

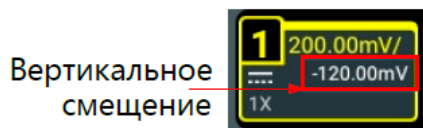


- **Точная регулировка:** позволяет изменять масштаб меньшими шагами и повысить вертикальное разрешение. Она полезна, когда амплитуда сигнала немного превышает полный диапазон текущего масштаба, но при переходе к следующему грубому масштабу осциллограмма становится слишком маленькой.

- **Грубая регулировка:** изменяет масштаб последовательностью 1–2–5, например 200 мкВ/дел, 500 мкВ/дел, 1 мВ/дел, 2 мВ/дел, 5 мВ/дел, 10 мВ/дел ... 1 В/дел.

4.3 Регулировка вертикального смещения

Вертикальное смещение — смещение уровня земли сигнала относительно центра экрана по вертикали. Единица измерения совпадает с выбранной единицей амплитуды. При изменении смещения осциллограмма канала перемещается вверх или вниз, а значение в метке состояния изменяется.



Допустимый диапазон смещения зависит от коэффициента пробника, вертикального масштаба и входного сопротивления.

При включённом и активном CH1 смещение можно задавать следующим образом:

- вращать ручку **Vertical POSITION**: по часовой стрелке смещение увеличивается, против часовой — уменьшается; нажатие ручки быстро устанавливает 0;
- перемещать осциллограмму жестом;
- в меню **Vertical** использовать назначенную многофункциональную ручку, кнопки увеличения/уменьшения рядом с **Offset** либо цифровую клавиатуру.

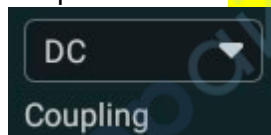


Поле ввода Уменьшение Увеличение

4.4 Выбор связи по входу канала

Режим связи позволяет исключать нежелательные составляющие сигнала. Например, исследуемый прямоугольный сигнал может иметь постоянное смещение.

Откройте меню **Vertical** и в списке **Coupling** выберите режим:



DC: через канал проходят постоянная и переменная составляющие исследуемого сигнала;

AC: постоянная составляющая блокируется;

GND: отображается форма сигнала уровня земли.

Выбранный режим отображается в метке состояния канала.



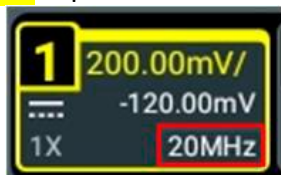
СОВЕТ. При входном сопротивлении 50 Ом связь канала фиксирована в режиме DC и не может быть изменена.

4.5 Ограничение полосы пропускания

Функция ограничения полосы уменьшает шум отображаемой осциллограммы. Например, если импульсный сигнал содержит высокочастотные колебания:

- при отключённом ограничении высокочастотные составляющие проходят через канал;
- при включённом ограничении компоненты выше выбранной граничной частоты ослабляются.

Доступны ограничения **250 МГц** и **20 МГц**. Откройте меню **Vertical** и выберите значение в **BW Limit**. При включённом ограничении его значение отображается в метке состояния канала.



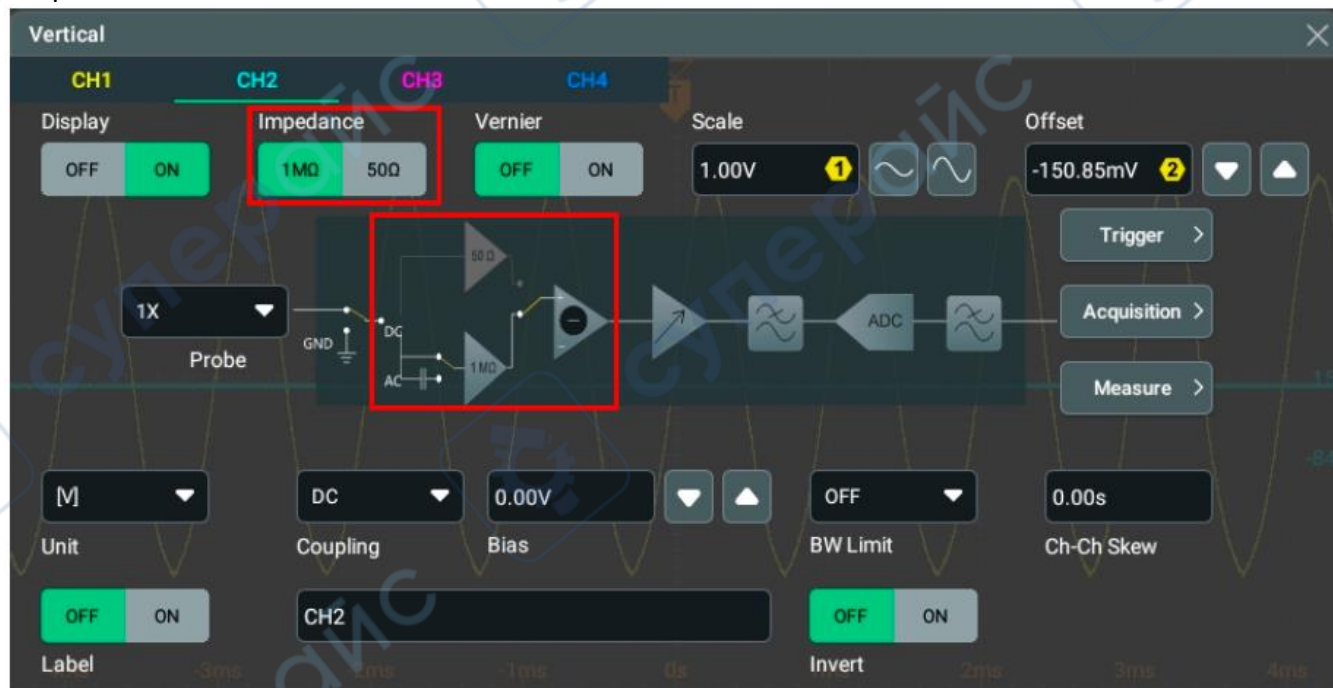
СОВЕТЫ.

- Ограничение полосы не только снижает шум, но также ослабляет или устраняет высокочастотные компоненты сигнала.
- При вертикальном масштабе ≤ 500 мкВ ограничение полосы нельзя отключить.
- При вертикальном масштабе ≤ 200 мкВ полоса фиксируется на 20 МГц.

4.6 Выбор входного сопротивления

Для изменения нагрузки на исследуемую цепь осциллограф поддерживает два режима входного сопротивления. В меню **Vertical** выберите **Impedance = 1 MΩ** или **50 Ω**.

- **1 MΩ**: входное сопротивление очень высокое, поэтому ток, отбираемый из исследуемой цепи, можно считать пренебрежимо малым.
- **50 Ом**: обеспечивает согласование с устройствами, имеющими выходное сопротивление 50 Ом.

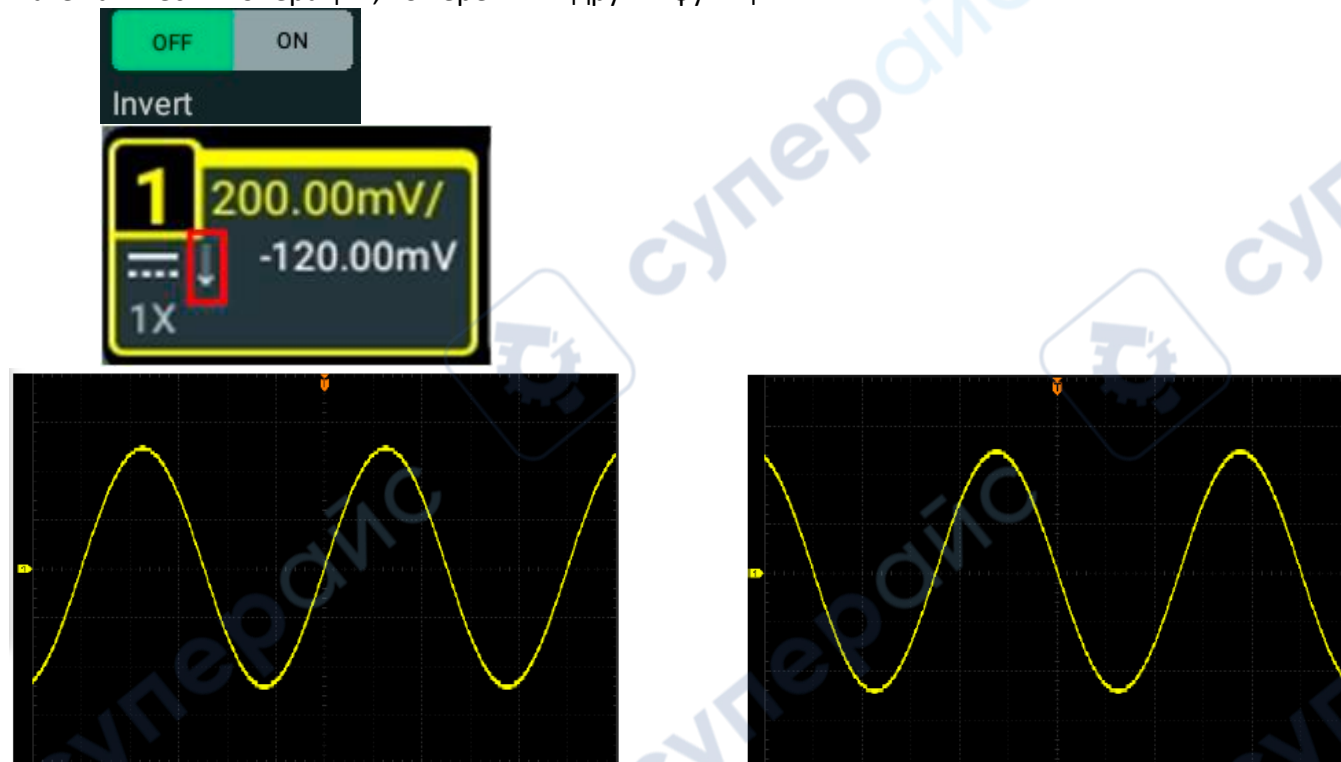


Переключение входного сопротивления.

СОВЕТ. Выбранное входное сопротивление влияет на диапазоны вертикального масштаба и смещения данного канала.

4.7 Инвертирование осциллограммы

Откройте меню **Vertical** и переключателем **Invert** включите или выключите инверсию. При выключенной функции осциллограмма отображается нормально; при включённой значения напряжения инвертируются относительно нуля. Инверсия также влияет на результаты математических операций, измерений и других функций.



Инверсия выключена

Инверсия включена

СОВЕТ. При включении инверсии также изменяется соответствующий фронт или полярность запуска, например Edge, Pulse или Slope.

4.8 Настройка пробника

Аналоговые каналы поддерживают пассивные пробники. Подробные технические сведения см. в руководстве пользователя соответствующего пробника.

Включите сенсорное управление, нажмите метку состояния канала и в меню **Vertical** выберите коэффициент пробника в раскрывающемся списке.

Коэффициент пробника

Коэффициент пробника задаёт отношение отображаемой амплитуды сигнала к его фактической амплитуде. Для получения точных результатов необходимо установить коэффициент, соответствующий фактическому коэффициенту ослабления используемого пробника. По умолчанию используется **1X**.

При подключении пробника напряжения установите единицу амплитуды **V**. Можно выбрать предустановленный коэффициент либо задать пользовательское значение.

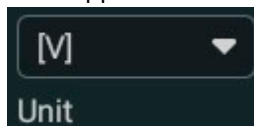
Коэффициенты пробника

Меню	Отношение отображаемой амплитуды к фактической
0.001X	0.001:1
0.002X	0.002:1
0.005X	0.005:1
0.01X	0.01:1
0.02X	0.02:1
0.05X	0.05:1
0.1X	0.1:1

0.2X	0.2:1
0.5X	0.5:1
1X (по умолчанию)	1:1
2X	2:1
5X	5:1
10X	10:1
15X	15:1
20X	20:1
50X	50:1
100X	100:1
150X	150:1
200X	200:1
500X	500:1
1000X	1000:1
1500X	1500:1
2000X	2000:1
5000X	5000:1
10000X	10000:1
15000X	15000:1
20000X	20000:1
50000X	50000:1

4.9 Выбор единицы амплитуды

Откройте меню **Vertical** и в списке **Unit** выберите **W**, **A**, **V** или **U**. По умолчанию используется **V**. При изменении единицы амплитуды соответственно меняются единицы всех функций, связанных с данным каналом.

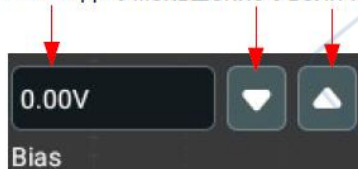


4.10 Коррекция нулевого смещения (Bias)

При реальных измерениях из-за температурного дрейфа компонентов или внешних воздействий в напряжении нулевого уровня канала может возникать небольшое смещение, влияющее на результаты вертикальных измерений. Осциллограф позволяет задать корректирующее напряжение для калибровки нулевой точки соответствующего канала и повышения точности.

В меню **Vertical** используйте стрелки рядом с полем **Bias**, цифровую клавиатуру или назначенную многофункциональную ручку.

Поле ввода Уменьшение Увеличение



Допустимый диапазон Bias зависит от вертикального масштаба и входного сопротивления.

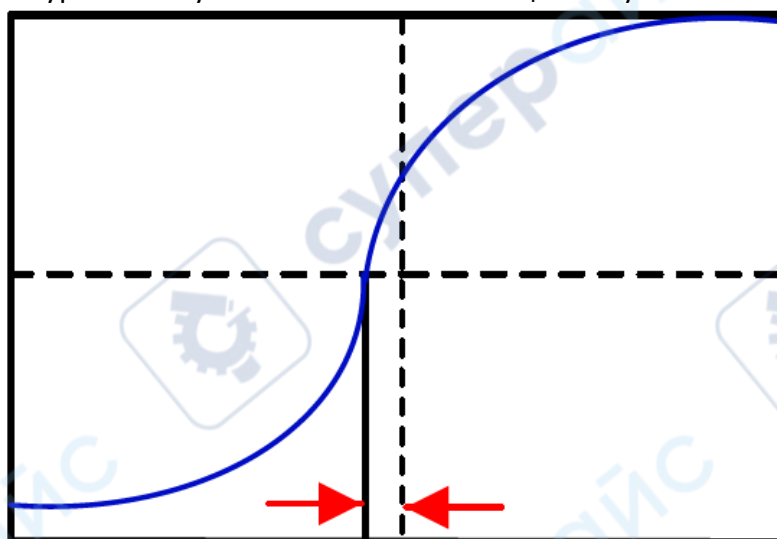
СОВЕТ. Если смещение нулевого уровня слишком велико и выходит за диапазон регулировки Bias, выполните самокалибровку прибора.

4.11 Коррекция межканальной задержки (Skew)

Межканальная задержка – временная разница (нулевой временной сдвиг) между двумя или несколькими входными каналами, возникающая из-за различий путей передачи сигналов,

кабелей пробников, внутренних цепей осциллографа и других факторов. Например, при одновременном отображении CH1 и CH2 одна осциллограмма может появляться немного раньше или позже другой.

Прибор позволяет задать задержку для компенсации нулевого временного сдвига соответствующего канала. Нулевой сдвиг определяется положением точки пересечения осциллограммы с линией уровня запуска относительно позиции запуска.



Zero Offset

Нулевой временной сдвиг

В меню **Vertical** нажмите поле **Ch-Ch Skew** и задайте межканальную задержку. Диапазон: от -100 нс до +100 нс, по умолчанию 0,00 с.

4.12 Включение и выключение метки канала

По умолчанию канал обозначается его номером. Для удобства каждому каналу можно назначить текстовую метку.

Откройте меню **Vertical**, переключателем **Label** включите или выключите отображение метки. Нажмите поле имени метки, чтобы ввести собственное название с виртуальной клавиатуры.



5 Горизонтальная система

Открыть меню **Horizontal** можно одним из способов:

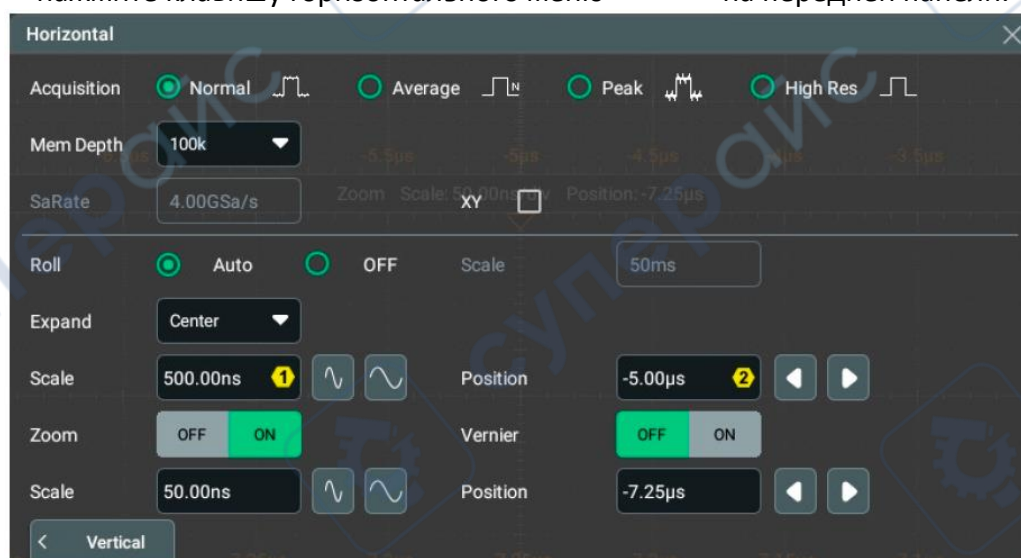
- нажмите метку состояния канала внизу экрана, затем в меню **Vertical** выберите **Acquisition**;
- нажмите верхнюю метку горизонтальной развёртки/положения (значок **H**) либо метку частоты дискретизации/глубины памяти (значок **A**);



Горизонтальная развёртка/
метка горизонтального
положения

Частота дискретизации/
Метка глубины памяти

- нажмите клавишу горизонтального меню **Menu** на передней панели.



Меню Horizontal

5.1 Регулировка горизонтальной развёртки

Горизонтальная развёртка, или горизонтальный масштаб, определяет время, соответствующее одному делению сетки по горизонтали, и обычно выражается в с/дел (s/div). Диапазон: от 500,00 пс/дел до 500 с/дел.

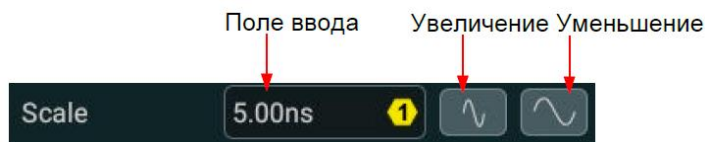
При изменении развёртки осциллограммы всех каналов растягиваются или сжимаются по горизонтали относительно выбранной опорной точки горизонтального масштабирования. Значение в метке **H** изменяется соответствующим образом.



Горизонтальная развертка

Настройка выполняется следующими способами:

- вращением ручки **Horizontal SCALE**: по часовой стрелке масштаб уменьшается, против часовой — увеличивается;
- жестом на сенсорном экране;
- в меню **Horizontal** — кнопками рядом с **Scale**, назначенной многофункциональной ручкой либо прямым вводом значения с цифровой клавиатуры.



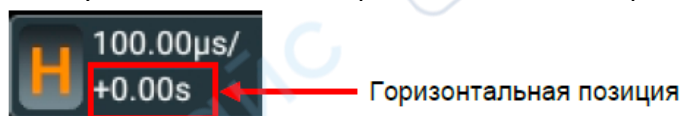
Переключатель **Vernier** выбирает точную (**ON**) или грубую (**OFF**) регулировку; тот же выбор выполняется нажатием ручки **Horizontal**  **SCALE**.

- **Грубая регулировка:** шаги по последовательности 1–2–5 во всём доступном диапазоне.
- **Точная регулировка:** изменение меньшими шагами в доступном диапазоне.

5.2 Регулировка горизонтального положения

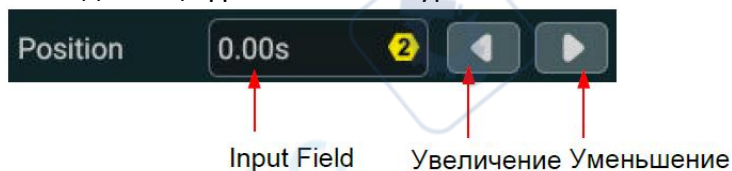
Горизонтальное положение, также называемое положением запуска, — положение точки запуска осциллограмм всех каналов по горизонтали относительно центра дисплея. Если точка запуска находится левее центра, значение положительное; если правее — отрицательное.

Изменение параметра перемещает по горизонтали точки запуска и осциллограммы всех каналов. Текущее значение отображается в метке горизонтального положения.



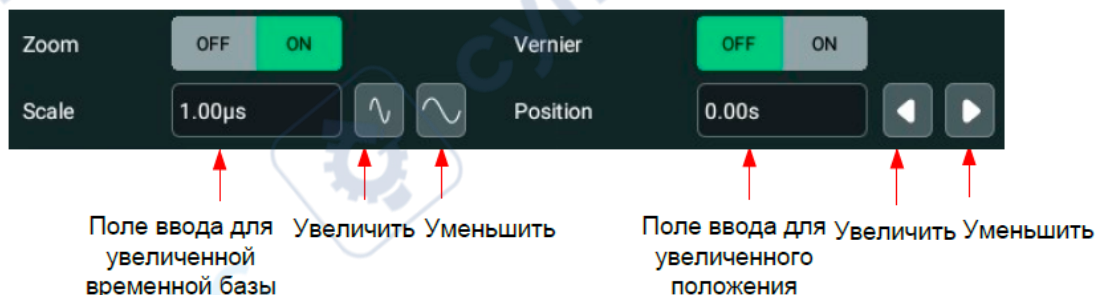
Настройка выполняется:

- ручкой **Horizontal**  **POSITION**: по часовой стрелке значение уменьшается, против часовой — увеличивается; нажатие ручки устанавливает 0;
- жестом;
- в меню **Horizontal** — многофункциональной ручкой, кнопками около **Position** или прямым вводом с цифровой клавиатуры.



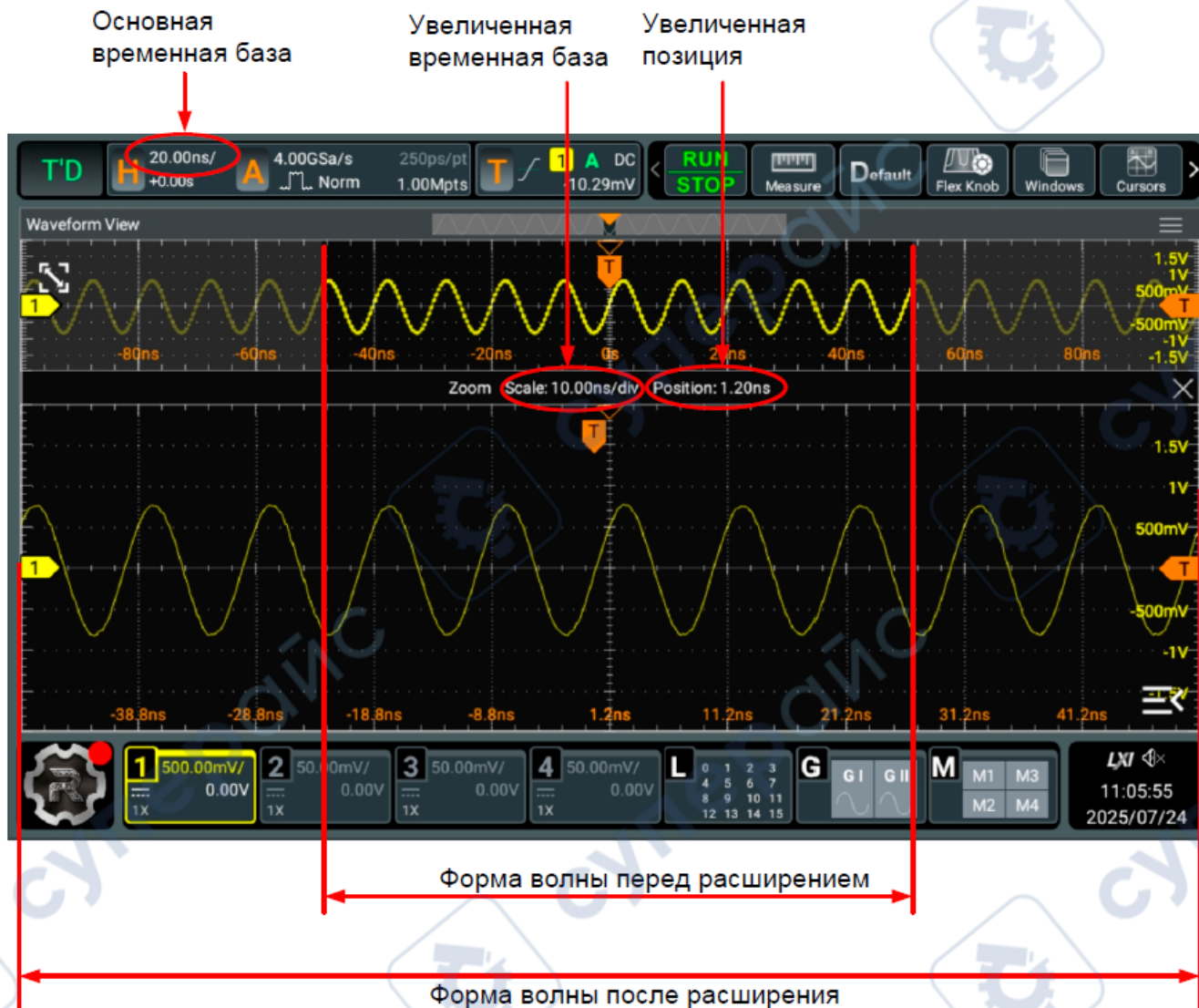
5.3 Режим Zoom (задержанная развёртка)

Режим Zoom (Delayed Sweep) позволяет растянуть по горизонтали выбранный участок осциллограммы для изучения деталей. В меню **Horizontal** переключателем **Zoom** включите или выключите режим. После включения доступны отдельные параметры масштаба и положения Zoom.



- **Zoomed Scale:** задаёт временную развёртку окна Zoom; изменяется многофункциональной ручкой, кнопками рядом с **Scale** или прямым вводом.
- **Zoomed Position:** задаёт положение окна Zoom; изменяется многофункциональной ручкой, кнопками рядом с **Position** или прямым вводом.

При включении Zoom экран разделяется на две части.



Режим Zoom

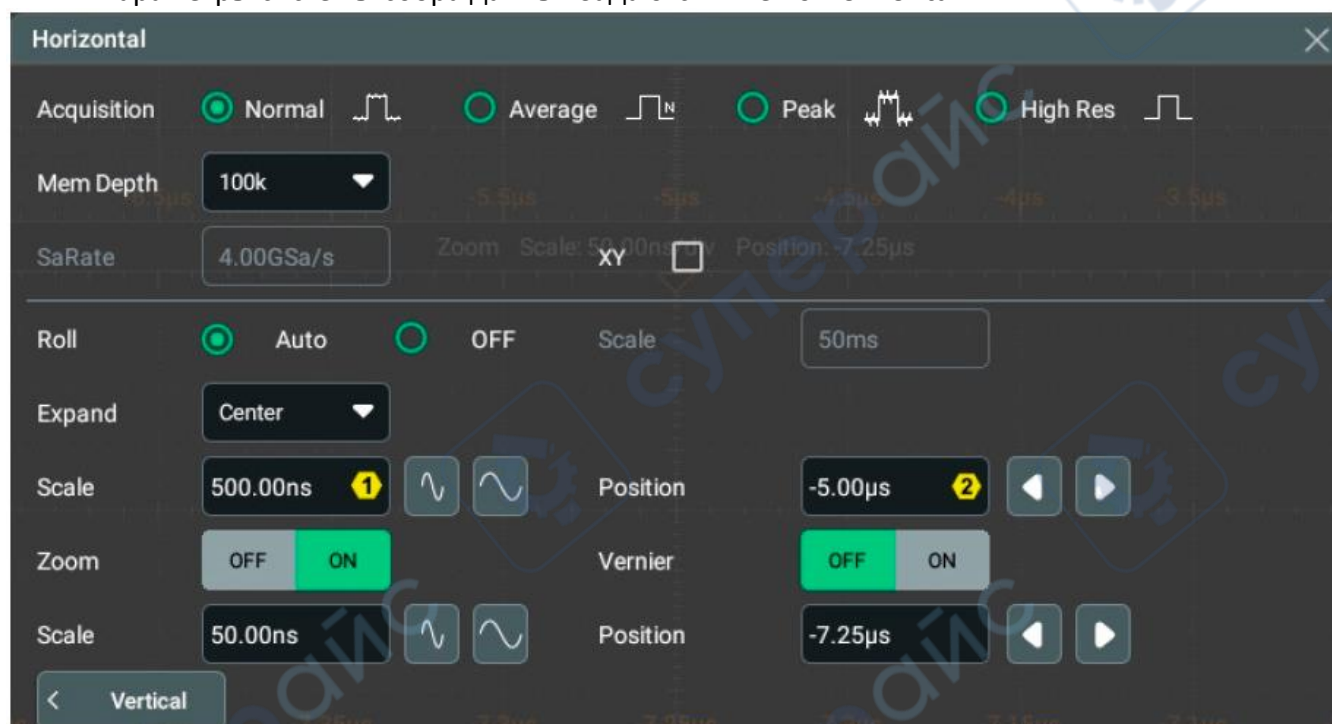
- **Осциллограмма до увеличения:** верхняя часть показывает обычный сигнал. Неперекрываемая полупрозрачной серой областью зона соответствует выбранному участку. Основная временная развёртка (**Main Time Base**) указана в верхнем левом углу. Область можно перемещать горизонтальным положением и менять её ширину горизонтальным масштабом.

- **Осциллограмма после увеличения:** нижняя часть показывает горизонтально увеличенный фрагмент. Её временная развёртка (**Zoomed Time Base**) отображается посередине и обеспечивает более высокое временное разрешение, чем основная развёртка.

СОВЕТ. Временная развёртка Zoom должна быть меньше либо равна основной временной развёртке.

6 Система сбора данных

Параметры системы сбора данных задаются в меню **Horizontal**.



Меню Horizontal

6.1 Режим сбора данных

Режим сбора определяет способ формирования точек осциллограммы из отсчётов. В пункте **Acquisition** доступны **Normal**, **Average**, **Peak**, **High Res**. По умолчанию используется **Normal**. Текущий режим отображается в метке сбора данных в верхней части экрана.



Normal — обычный режим

Осциллограф снимает отсчёты через фиксированные интервалы времени и восстанавливает осциллограмму. Для большинства сигналов этот режим обеспечивает оптимальное отображение.

Average — усреднение

Осциллограф усредняет осциллограммы нескольких циклов захвата, уменьшая случайный шум входного сигнала и повышая вертикальное разрешение. Чем больше число усреднений, тем ниже шум и выше вертикальное разрешение, однако тем медленнее отображение реагирует на изменение сигнала.

После выбора **Average** задайте число усреднений в поле **Averages** цифровой клавиатурой или многофункциональной ручкой. Диапазон: **2–65536**, по умолчанию **2**.

СОВЕТ. Число усреднений должно быть степенью 2. Если введено другое значение, появляется сообщение **Truncation average error**, после чего автоматически выбирается ближайшая меньшая степень 2.

Peak — пиковое детектирование

В каждом интервале сбора фиксируются максимальное и минимальное значения, что позволяет получить огибающую сигнала и обнаруживать узкие импульсы, которые могли бы быть потеряны. Режим снижает риск алиасинга, но визуально увеличивает шум. Минимальная обнаруживаемая длительность импульса равна периоду дискретизации.

High Resolution — высокое разрешение

Используется усреднение соседних отсчётов одной выборки для уменьшения случайного шума и получения более гладкой осциллограммы. Обычно применяется, когда частота цифрового преобразования выше скорости записи данных в память сбора.

В режиме **High Res** в поле **Bits** выберите **14** (по умолчанию) или **16**. Соответствующая полоса пропускания отображается справа от поля **Bits**.

СОВЕТЫ.

- В **Average** применяется усреднение по нескольким захватам (**Multi-sample Average**), а в **High Res** — усреднение внутри одной выборки (**Single Sample Average**).

- **High Res** повышает точность за счёт уменьшения полосы пропускания. При изменении частоты дискретизации текущая полоса отображается справа от **Bits**.

6.2 Режим дискретизации

Осциллограф поддерживает только дискретизацию в реальном времени. Осциллограмма строится по отсчётам, полученным в рамках одного события запуска. Максимальная частота дискретизации серии — **4 Гвыб/с**. Текущее значение отображается в метке сбора данных.

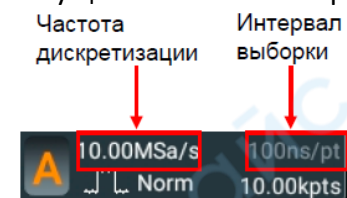
По умолчанию зелёная метка состояния в левом верхнем углу и зелёная кнопка **STOP/RUN** указывают, что выполняется дискретизация. Нажмите **STOP/RUN** на экране или соответствующую

клавишу  передней панели, чтобы остановить её. Метка и кнопка  станут красными и отобразится **STOP**. Последняя захваченная осциллограмма сохраняется на экране; её по-прежнему можно перемещать и масштабировать горизонтальными и вертикальными органами управления.

6.3 Частота дискретизации

Дискретизация — преобразование аналогового сигнала в цифровые данные через заданные интервалы времени с последующей последовательной записью в память. Частота дискретизации равна величине, обратной интервалу дискретизации.

Текущее значение отображается в пункте **SaRate** меню **Horizontal** и в верхней метке **A**.

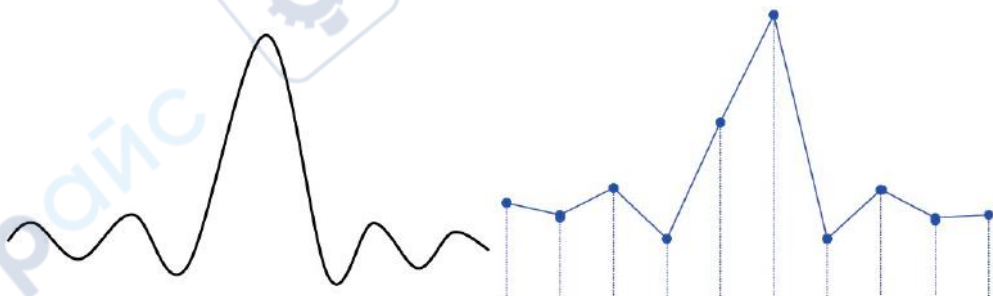


Для аналоговых каналов максимальная частота зависит от числа включённых каналов:

- **одноканальный режим:** до 4 Гвыб/с;
- **два канала:** до 2 Гвыб/с;
- **три или четыре канала:** до 1 Гвыб/с.

Слишком низкая частота дискретизации может вызвать:

- **искажение осциллограммы:** часть деталей сигнала теряется, и отображаемая форма заметно отличается от действительной;



- **алиасинг:** при недостаточной частоте дискретизации восстановленная частота оказывается ниже фактической частоты сигнала;

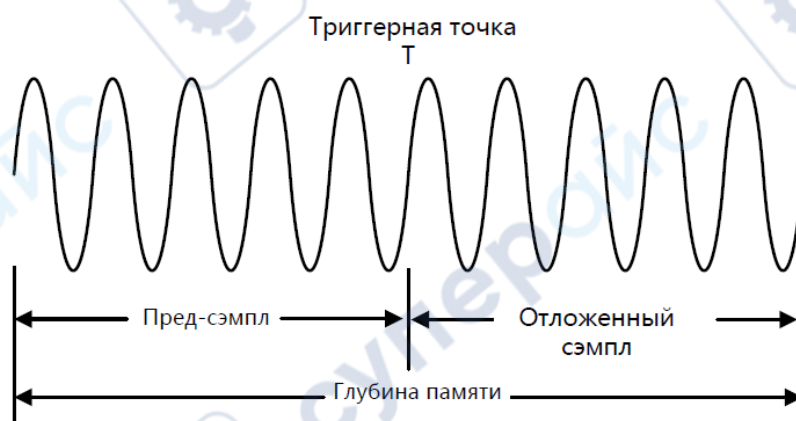


- **утечку/неверное восстановление формы:** осциллограмма, восстановленная по редким отсчётам, неверно представляет исходный сигнал.



6.4 Глубина памяти

Глубина памяти — число точек, которое осциллограф способен сохранить за один цикл захвата по событию запуска. Стандартная глубина серии — **100 Мточек**, опциональная — до **500 Мточек**.



Глубина памяти: данные до запуска, точка запуска, данные после запуска

Связь между глубиной памяти, частотой дискретизации и горизонтальной развёрткой:

$$MDepth \geq SRate \times TScale \times HDivs$$

где:

- **MDepth** — глубина памяти, точек (pts);
- **SRate** — частота дискретизации, выб/с (Sa/s), принимающая дискретный набор значений;
- **TScale** — горизонтальная развёртка, с/дел;
- **HDivs** — число горизонтальных делений, дел.

Основная горизонтальная развёртка изменяется шагами 1–2–5. При одинаковой развёртке большая глубина памяти позволяет сохранить более высокую частоту дискретизации.

В меню **Horizontal** > **Mem Depth** выберите глубину. По умолчанию — **10k**. Значение отображается в верхней метке **A**.



- При одном включённом канале: Auto, 1 kpts, 10 kpts, 100 kpts, 1 Mpts, 10 Mpts, 25 Mpts, 50 Mpts, 100 Mpts, 125 Mpts (опция), 200 Mpts (опция), 250 Mpts (опция), 500 Mpts (опция).
- При двух включённых каналах: Auto, 1 kpts, 10 kpts, 100 kpts, 1 Mpts, 10 Mpts, 25 Mpts, 50 Mpts, 100 Mpts (опция), 125 Mpts (опция), 200 Mpts (опция), 250 Mpts (опция).
- При трёх или четырёх включённых каналах: Auto, 1 kpts, 10 kpts, 100 kpts, 1 Mpts, 10 Mpts, 25 Mpts, 50 Mpts (опция), 100 Mpts (опция), 125 Mpts (опция).

СОВЕТЫ.

- В Auto прибор выбирает глубину автоматически по текущей частоте дискретизации.
- В режиме High Res значение Auto для глубины недоступно.
- В режиме Average максимальная глубина: 50 Мточек при одном канале, 25 Мточек при двух и 10 Мточек при трёх/четырёх.

6.5 Опорная точка горизонтального масштабирования

Параметр определяет точку, относительно которой осциллограмма растягивается или сжимается по горизонтали при изменении временной развёртки. В списке **Expand** доступны:

- **Center** (по умолчанию) — относительно центра дисплея;
- **Left** — относительно левого края;
- **Right** — относительно правого края;
- **Trigger** — относительно точки запуска;
- **User** — относительно пользовательской точки.

При выборе **User** задайте **User Expansion** в диапазоне **-500...500**, по умолчанию 0.

6.6 Режим Roll

Режим Roll перемещает осциллограмму по экрану справа налево и позволяет наблюдать поступающие данные, не дожидаясь завершения полного захвата. В меню **Horizontal** > **Roll** выберите Auto или OFF.

- Auto: режим Roll включается автоматически при горизонтальной развёртке 50 мс/дел или медленнее.
- OFF: Roll отключен. При развёртке 200 мс/дел и более прибор переходит в режим медленной развёртки. Сначала собираются данные слева от точки запуска, затем прибор ждёт события запуска; после него продолжается сбор данных справа. Предзапусковая часть отображается один раз, а постзапусковая обновляется развёрткой слева направо. Для наблюдения низкочастотных сигналов рекомендуется связь канала DC.

СОВЕТ.

- Включение Roll автоматически выключает Zoom.
- При Roll и состоянии RUN недоступны: регулировка горизонтального положения, Zoom, система запуска, запись/воспроизведение, послесвечение, Average, XY, гистограмма, декодирование протоколов, Pass/Fail и Search.

6.7 Режим XY

По умолчанию используется режим YT: по оси Y отображается напряжение, по оси X — время. В режиме XY обе оси представляют напряжение, и два входных канала отображаются в формате «напряжение–напряжение».

Включение XY

Используйте один из способов:

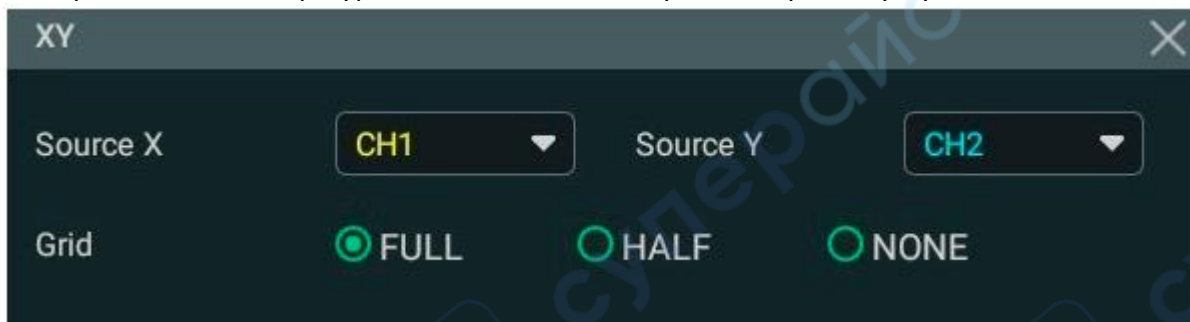
- откройте **Windows** в меню навигации или на панели инструментов, затем **Diagram** > **XY** >

Add;

- нажмите **XY** в меню навигации или на панели инструментов;
- в меню Horizontal установите флажок **XY**.

Настройка XY

Откройте меню конфигурации кнопкой  в правом верхнем углу окна XY.



Меню XY

- **Source X**: канал для оси X.
- **Source Y**: канал для оси Y.
- **Grid**: параметры сетки окна XY; см. раздел настройки экранной сетки.

Измерение фазового сдвига

В режиме XY методом фигур Лиссажу можно измерять фазовый сдвиг двух входных сигналов одинаковой частоты.

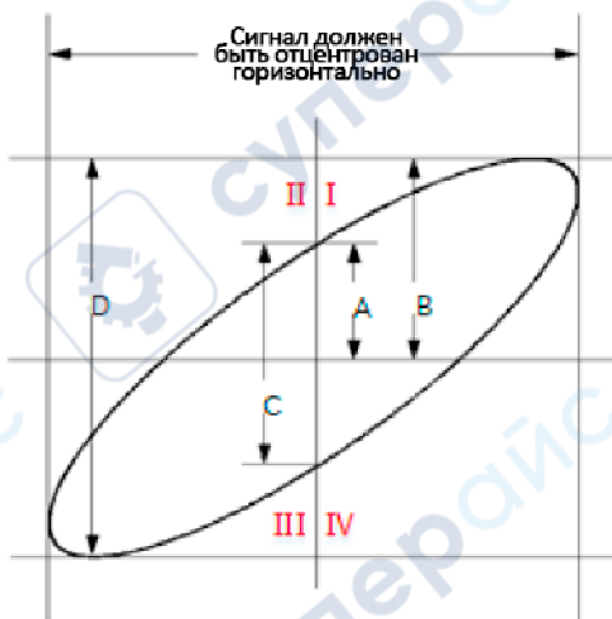


Схема измерения фазового сдвига

Согласно рисунку: $\sin \theta = A/B$ или $\sin \theta = C/D$, следовательно:

$$\theta = \pm \arcsin(A/B) \text{ или } \pm \arcsin(C/D).$$

Если главная ось эллипса находится в квадрантах I и III, фазовый угол следует выбирать в квадрантах I или IV: $(0 \dots \pi/2)$ или $(3\pi/2 \dots 2\pi)$. Если главная ось находится в квадрантах II и IV, фазовый угол должен находиться в квадрантах II или III: $(\pi/2 \dots \pi)$ или $(\pi \dots 3\pi/2)$.

Режим XY может применяться для измерения фазового сдвига, вносимого исследуемой цепью: подключите осциллограф к входу и выходу цепи и наблюдайте оба сигнала.

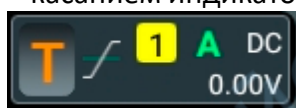
7 Система запуска осциллографа

Система запуска позволяет задавать требуемые условия запуска. После выполнения заданного условия осциллограф захватывает соответствующий фрагмент сигнала вместе с соседними данными и отображает его на экране. Цифровой осциллограф непрерывно дискретизирует сигнал независимо от наличия устойчивого запуска, однако только устойчивый запуск обеспечивает стабильное отображение осциллограммы. Модуль запуска обеспечивает начало каждого захвата/развертки с заданного пользователем условия, синхронизируя последовательные захваты и накладывая их для получения устойчивого изображения.

Параметры запуска следует выбирать с учетом особенностей исследуемого сигнала. Для быстрого захвата требуемых событий необходимо понимать характер сигнала. Осциллограф поддерживает различные типы запуска для выделения интересующих деталей.

Открыть меню **Trigger** можно:

- клавишей  на передней панели;
- кнопкой **Trigger** в меню Vertical;
- касанием индикатора запуска в верхней части экрана.



7.1 Источник запуска

В меню **Trigger** > **Source** выберите требуемый источник. Доступны аналоговые каналы **CH1–CH4** и цифровые **D0–D15** (цифровые доступны только при подключённом логическом пробнике).

Аналоговый вход

Любой сигнал CH1–CH4 может использоваться как источник запуска независимо от того, включено ли отображение выбранного канала.

Цифровой вход

При подключённом пробнике цифровых каналов любой D0–D15 может использоваться как источник запуска независимо от состояния отображения канала.

7.2 Уровень запуска

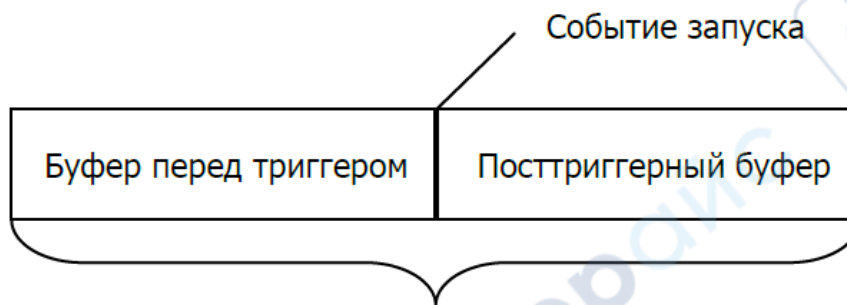
Уровень запуска определяет положение точки запуска на фронте. Способ регулировки зависит от источника.

- Для аналогового или цифрового канала используйте ручку  **LEVEL**, назначенную multifunctional ручку при открытом меню либо поле **Level** с цифровой клавиатурой.
- Для D0–D15 порог задается на вкладке основных настроек логического анализатора; текущий порог отображается в индикаторе запуска.
- Во время регулировки для аналогового канала отображаются линия уровня запуска цвета канала и значок запуска ; после прекращения регулировки линия исчезает приблизительно через 2 с. Текущее значение остается в индикаторе.
- Для Runt, Slope и Window необходимо задавать верхний и нижний уровни; справа отображаются два соответствующих указателя  **T1** и  **T2**.
- Для AC Line уровень запуска не задается.

Для запуска с одним уровнем можно выбрать 50% в меню или нажать ручку **LEVEL**, чтобы установить уровень в середину размаха осциллограммы. Для запуска с двумя уровнями (Slope, Runt, Window, MIL-STD-1553) используйте 90% для Level A и 10% для Level B, чтобы разместить уровни внутри амплитудного диапазона сигнала.

7.3 Режим запуска

Память сбора условно разделяется на буфер до запуска и буфер после запуска.



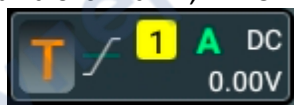
Память сбора данных

Схема памяти сбора данных

После запуска работы прибор сначала заполняет буфер до запуска. Затем начинает поиск условия запуска, продолжая записывать новые данные в этот буфер с перезаписью старых. При обнаружении события запуска буфер содержит данные непосредственно перед событием. После этого заполняется буфер после запуска, и содержимое всей памяти отображается на экране.

При непрерывном запуске  процесс повторяется. При одиночном запуске  после одного захвата прибор останавливается; сохраненную осциллограмму можно перемещать и масштабировать.

Доступны режимы Auto, Normal и Single. По умолчанию — Auto. В индикаторе запуска они отображаются как A, N и S.



- **Auto:** если заданное условие не найдено, прибор формирует принудительные запуски и выполняет захваты для отображения сигнала. Используется при неизвестном уровне сигнала, необходимости наблюдения постоянной составляющей или когда условие запуска возникает постоянно и принудительный запуск не мешает.

- **Normal:** захват выполняется только при выполнении заданного условия. Используйте для сигналов с низкой частотой повторения, для захвата только заданных событий и для исключения автоматических запусков при получении устойчивого изображения.

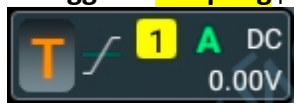
- **Single:** после обнаружения условия выполняется один запуск и один захват, затем прибор останавливается. Используется для единичных событий и последующего анализа. Последующие данные не перезаписывают текущую осциллограмму.

В режимах **Normal** и **Single** можно выполнить принудительный запуск кнопкой  в меню или соответствующей клавишей передней панели.

7.4 Связь сигнала запуска

Связь запуска определяет, какие составляющие сигнала передаются в модуль запуска. Не путайте её со связью входного канала. Функция доступна только для **Edge** при аналоговом источнике.

В **Trigger > Coupling** доступны:



DC: пропускает постоянную и переменную составляющие;

AC: блокирует постоянную составляющую и ослабляет сигнал;

LFR: блокирует постоянную и подавляет низкочастотные составляющие с помощью ФВЧ;

HFR: подавляет высокочастотные составляющие с помощью ФНЧ.

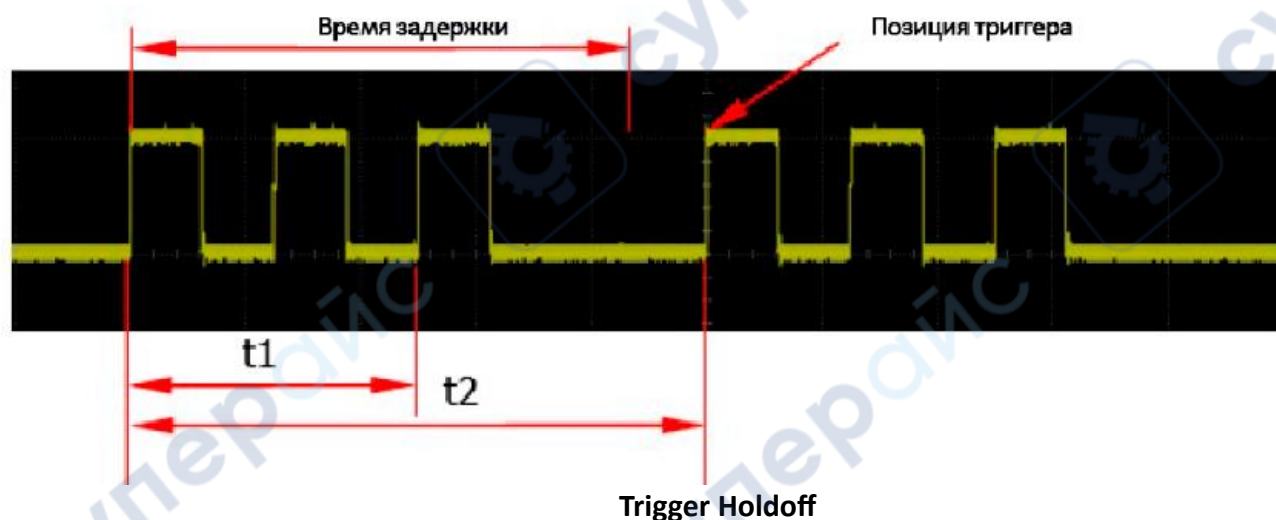
По умолчанию — DC.

СОВЕТ. При выборе AC или LFR линия и значок уровня запуска не отображаются; при регулировке изменяется только числовое значение в верхней метке.

7.5 Задержка повторного запуска (Holdoff)

Trigger Holdoff используется для устойчивого запуска сложных периодических сигналов, имеющих несколько фронтов или событий внутри одного периода, например серий импульсов. Holdoff — интервал после правильного запуска, в течение которого модуль запуска не переходит в состояние готовности. Даже если условие выполняется в этот интервал, нового запуска не происходит; модуль активируется после окончания Holdoff.

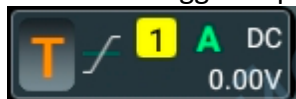
Для стабильного запуска серии импульсов на рисунке Holdoff следует установить больше t_1 , но меньше t_2 .



Задайте значение в поле **Holdoff** цифровой клавиатурой либо назначенной многофункциональной ручкой. По умолчанию — 8 нс. Диапазон: от 8 нс до 10 с.

7.6 Подавление шума

Функция **Noise Reject** подавляет высокочастотный шум и уменьшает вероятность ложного запуска. В меню Trigger переключателем **Noise Reject** включите или выключите функцию.



7.7 Типы запуска

Осциллограф поддерживает перечисленные далее типы запуска.

7.7.1 Запуск по фронту – Edge

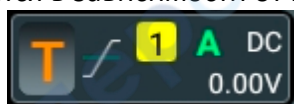
Запуск выполняется при пересечении заданного уровня выбранным фронтом входного сигнала.

В **Type** выберите Edge.



Меню запуска Edge

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



Источник: аналоговый канал, цифровой канал, AC Line или EXT. Для устойчивого запуска выбирайте канал, на который фактически подан сигнал.

Slope — тип фронта:

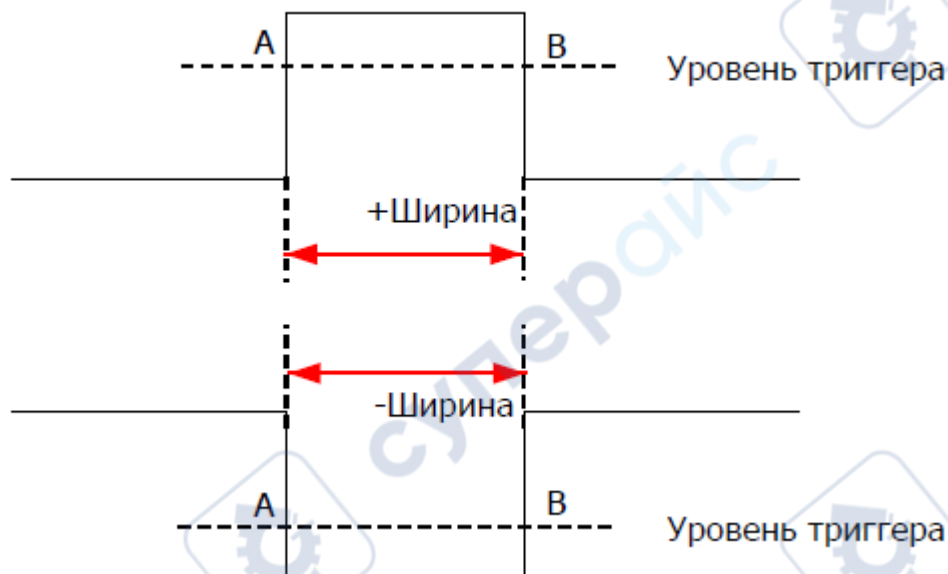
- Rising: запуск по нарастающему фронту при пересечении заданного уровня;
- Falling: по спадающему фронту;
- Either: по любому фронту.

Выбранный тип фронта отображается в индикаторе запуска. При Edge тип фронта также

можно переключать соответствующей клавишей Slope передней панели.

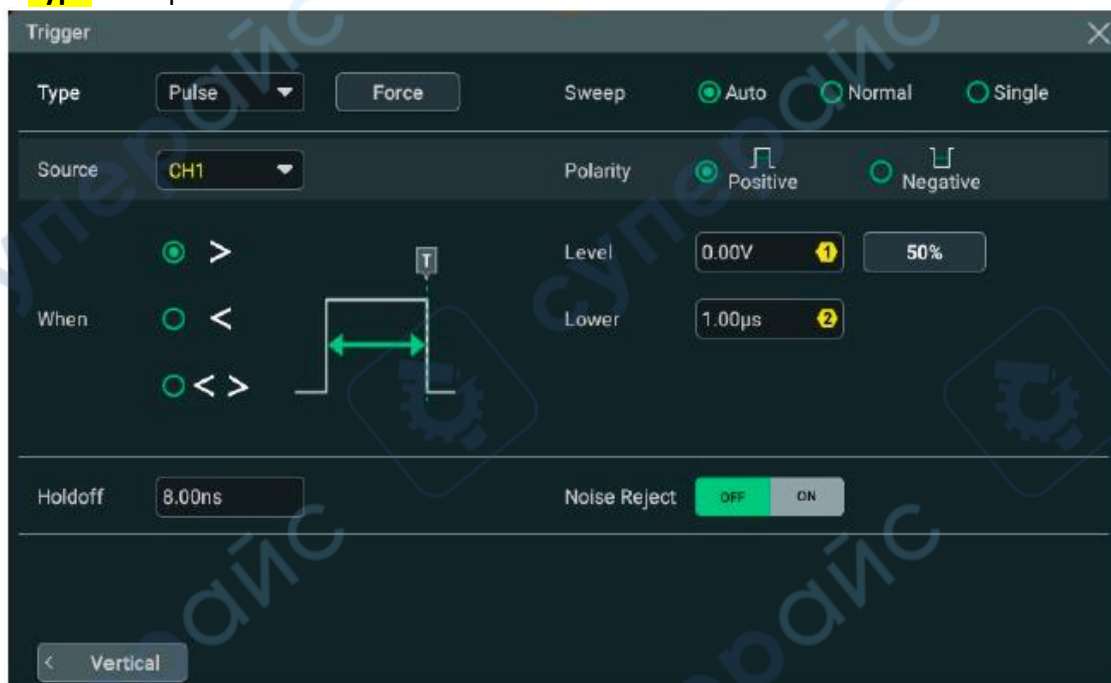
7.7.2 Запуск по ширине импульса — Pulse

Запуск выполняется по положительному или отрицательному импульсу заданной длительности. Положительная ширина определяется интервалом между двумя пересечениями уровня запуска положительным импульсом, отрицательная — аналогично для отрицательного импульса.



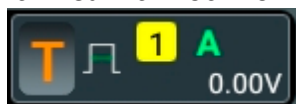
Ширина положительного/отрицательного импульса

В **Type** выберите Pulse.



Меню запуска Pulse

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



Source: аналоговый или цифровой канал. Для устойчивого запуска используйте канал с поданным сигналом.

Polarity (полярность): положительная  или отрицательная .

When — условие:

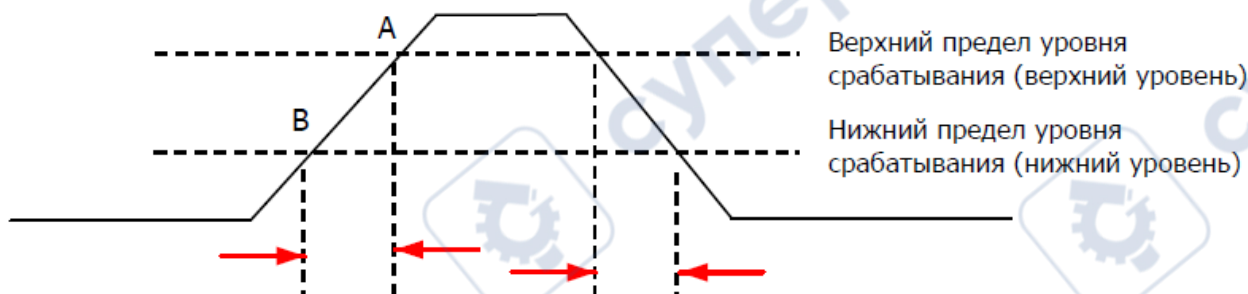
- >: запуск, когда ширина импульса выбранной полярности больше заданного значения;
- <: когда меньше заданного значения;
- < >: когда ширина больше нижнего предела и меньше верхнего.

Для > или < задайте соответствующий предел в поле **Lower** или **Upper**. Допустимая ширина — от 1 нс до 10 с. Для < > задайте оба предела; нижний должен быть меньше верхнего.

7.7.3 Запуск по длительности фронта – Slope

Запуск выполняется по положительному или отрицательному фронту с заданным временем изменения. Тип подходит для пилообразных и треугольных сигналов.

Положительное время фронта — интервал между пересечениями уровней A и B на нарастающем фронте; отрицательное — интервал между пересечениями уровней A и B на спадающем фронте.

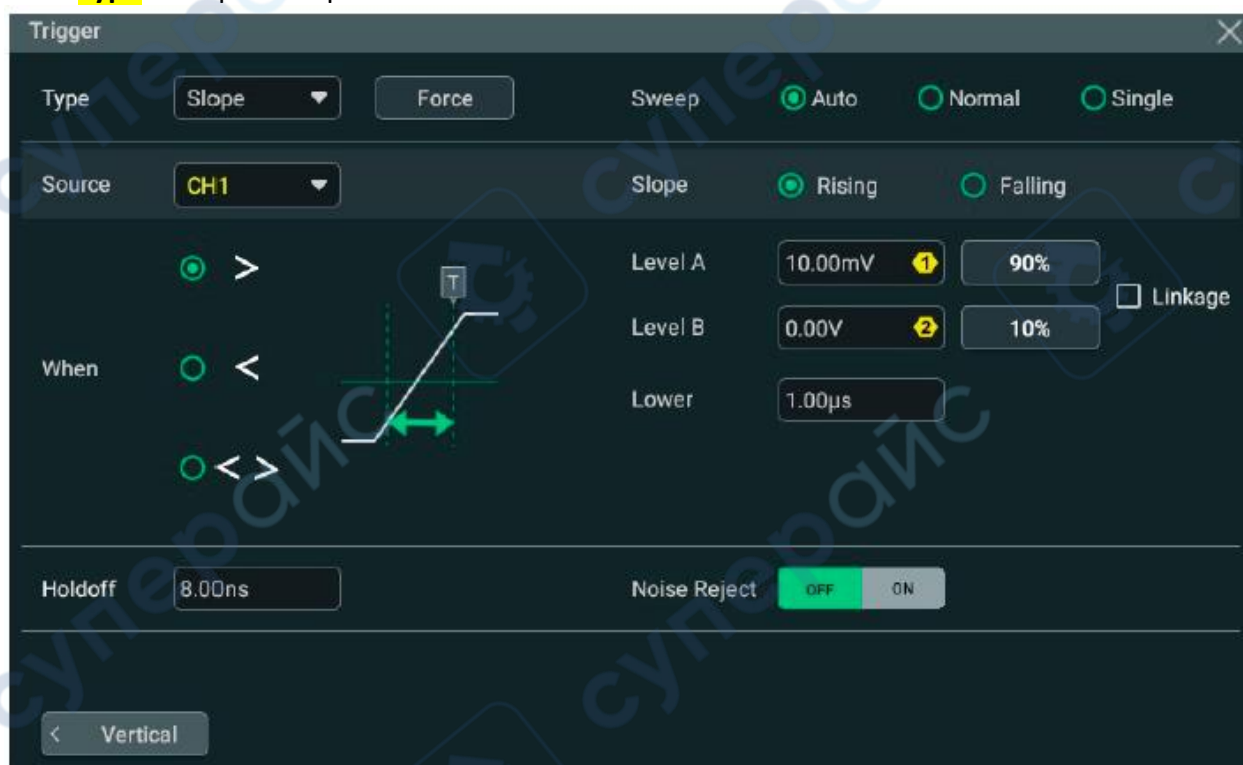


Время положительного фронта

Время отрицательного фронта

Время положительного/отрицательного фронта

В **Type** выберите Slope.



Меню запуска Slope

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



Source: аналоговый канал с поданным сигналом.

Slope:

- Rising — нарастающий фронт;
- Falling — спадающий фронт.

When:

- для Rising условие > означает запуск, когда положительное время фронта больше заданного; < — меньше; < > — между нижним и верхним пределами;
- для Falling те же условия применяются к отрицательному времени фронта.

Допустимое время фронта — от 1 нс до 10 с. Для > / < задайте один предел; для < > — **Lower** и **Upper**, причем нижний должен быть меньше верхнего.

Уровни А и В: после задания условия установите **Level A** и **Level B** через поля ввода, ручку LEVEL или назначенную многофункциональную ручку. Флажок **Linkage** связывает оба уровня: они перемещаются синхронно, сохраняя постоянную разность между верхним и нижним пределами.

СОВЕТ. Нажимая и поворачивая ручку уровня запуска, можно последовательно регулировать Level A, Level B и Level AB при включенной связи.

7.7.4 Запуск по видеосигналу – Video

Видеосигнал содержит информацию изображения и синхронизации. Осциллограф может запускаться по полю или строке стандартных сигналов NTSC, PAL или SECAM, а также поддерживаемых форматов компонентного видео.

В **Type** выберите Video.



Меню запуска Video

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



Source: аналоговый канал с поданным видеосигналом.

Polarity: положительная  или отрицательная .

Standard: поддерживаются NTSC, PAL/SECAM, 480p/60Hz, 576p/50Hz, 720p/60Hz, 720p/50Hz, 720p/30Hz, 720p/25Hz, 720p/24Hz, 1080p/60Hz, 1080p/50Hz, 1080p/30Hz, 1080p/25Hz, 1080p/24Hz, 1080i/60Hz и 1080i/50Hz. NTSC, PAL/SECAM и 1080i используют чересстрочную развертку; форматы p — прогрессивную.

Таблица. Видеостандарты

Видеостандарт	Частота кадров (кадров/с)	Тип развертки	Количество строк ТВ-развертки
NTSC	30	Чересстрочная развертка (Interlaced Scan)	525
PAL/SECAM	25		625
480p/60 Гц	60		525
576p/50 Гц	50		625
720p/60 Гц	60		750
720p/50 Гц	50		
720p/30 Гц	30		
720p/25 Гц	25		
720p/24 Гц	24		
1080p/60 Гц	60	Прогрессивная развертка (Progressive Scan)	1125
1080p/50 Гц	50		
1080p/30 Гц	30		
1080p/25 Гц	25		
1080p/24 Гц	24		
1080i/60 Гц	60	Чересстрочная развертка (Interlaced Scan)	
1080i/50 Гц	50		

Sync:

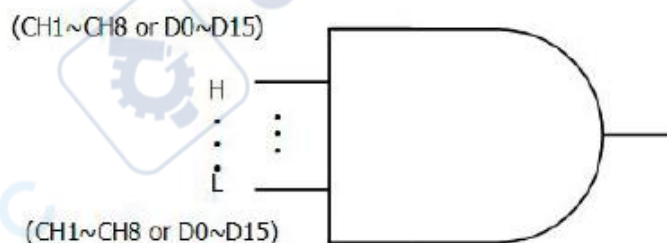
- All Lines — запуск по первой обнаруженной строке;
- Line — запуск по заданному номеру строки. Диапазоны: 1–525 для NTSC и 480p; 1–625 для PAL/SECAM и 576p; 1–750 для 720p; 1–1125 для 1080p/1080i;
- Odd — по нарастающему фронту первого импульса нечетного поля; только NTSC или PAL/SECAM;
- Even — аналогично для четного поля; только NTSC или PAL/SECAM.

СОВЕТ.

- Для более детального наблюдения видеосигнала сначала установите большую глубину памяти.
- 256-уровневая градация интенсивности позволяет визуально оценивать частоту появления различных участков сигнала по яркости, что помогает обнаруживать аномалии.

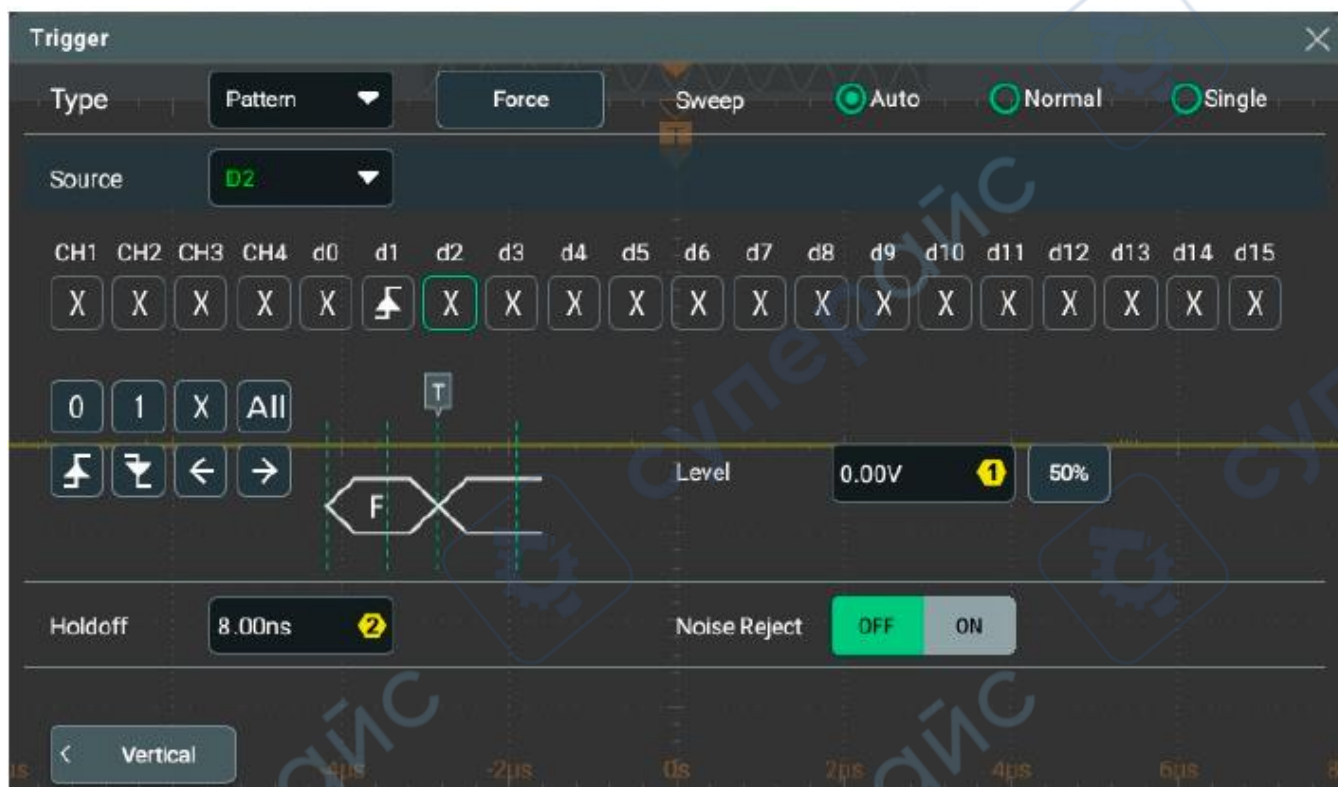
7.7.5 Запуск по логическому шаблону – Pattern

Pattern формирует условие как логическое AND заданных состояний каналов. Для каждого канала можно выбрать H (высокий), L (низкий) или X (не учитывать). Для одного канала шаблона допускается указать нарастающий или спадающий фронт. Если фронт задан, запуск происходит на этом фронте при истинности шаблона остальных каналов. Если фронт не задан, запуск происходит на последнем фронте, после которого шаблон становится истинным. Если все каналы установлены в X, запуск не выполняется.



Запуск Pattern

В **Type** выберите Pattern.



Меню Pattern

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



Источник (source) может быть аналоговым или цифровым каналом; доступность зависит от модели.

Настройка шаблона Pattern

Для каждого выбранного канала доступны пять состояний:

- 1 — уровень канала выше его уровня запуска;
- 0 — уровень канала ниже его уровня запуска;
- X — канал не учитывается в шаблоне; если X установлено для всех каналов, запуск не выполняется;



- — шаблон по нарастающему фронту выбранного канала;
- — шаблон по спадающему фронту выбранного канала.

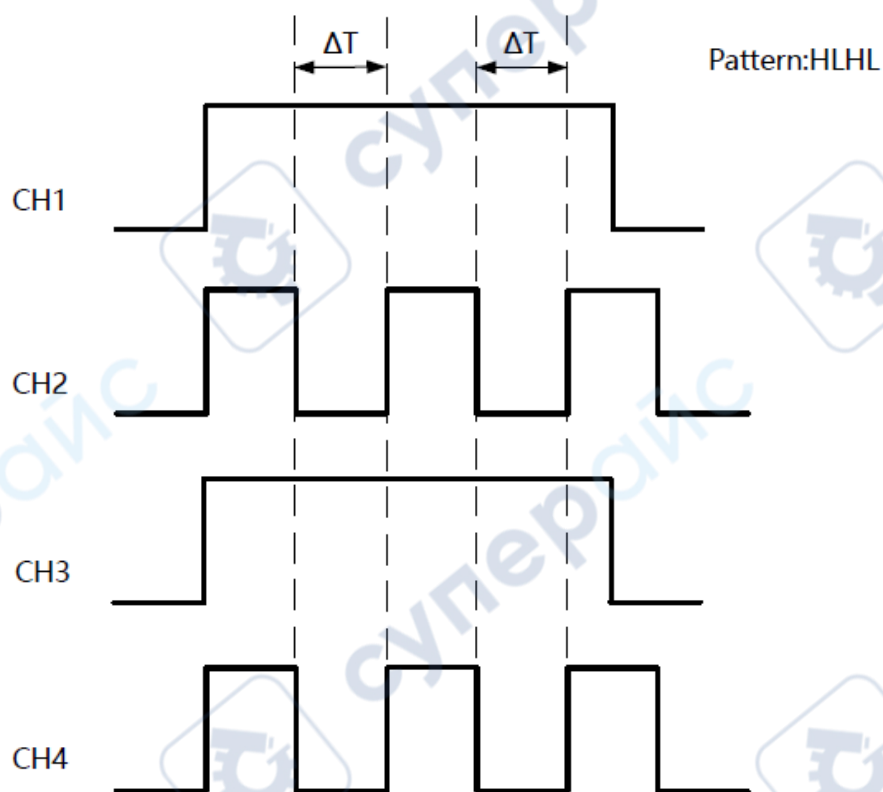
Стрелки влево/вправо перемещают выбор между каналами. All относится ко всем разрядам: после выбора состояния для одного канала нажмите **All**, чтобы установить такое же состояние для остальных каналов.



В шаблоне можно задать только один фронт. Если фронт уже задан одному каналу и затем попытаться задать фронт другому, отображается сообщение Invalid input.

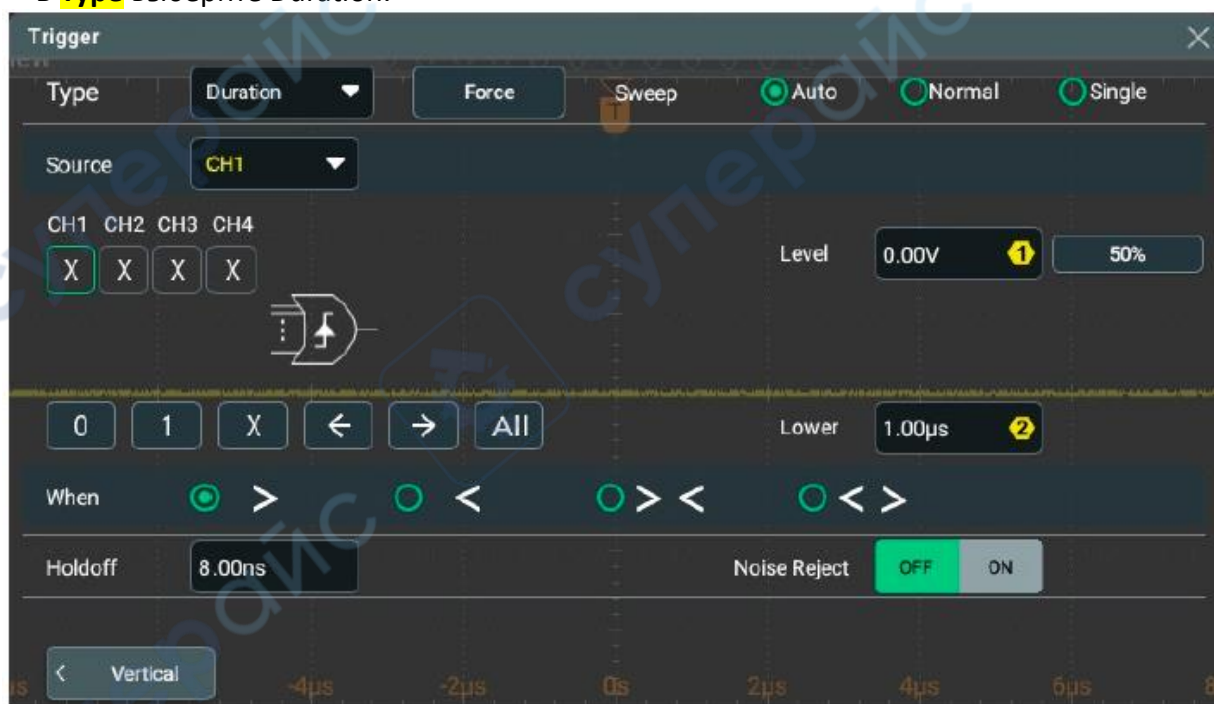
7.7.6 Запуск по длительности шаблона – Duration

При Duration прибор ищет заданный логический шаблон каналов и запускается, когда длительность существования этого шаблона ΔT удовлетворяет установленному временному условию. Шаблон является логическим AND состояний каналов; для каждого канала задается 1, 0 или X.



Запуск Duration

В **Type** выберите Duration.



Меню Duration

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



Source: аналоговый или цифровой канал. Для устойчивого запуска выбирайте канал, на который подан сигнал.

Шаблон:

- 1 — уровень выше уровня запуска;
- 0 — уровень ниже уровня запуска;
- X — канал не используется. При X для всех каналов запуск отсутствует.

Стрелки влево/вправо переключают канал. **All** устанавливает текущее состояние шаблона для всех остальных каналов.

When — условие по длительности:

• > — запуск, когда длительность шаблона больше заданного нижнего предела **Lower**; диапазон 1 нс...10 с;

• < — когда длительность меньше верхнего предела **Upper**; диапазон 1 нс...10 с;

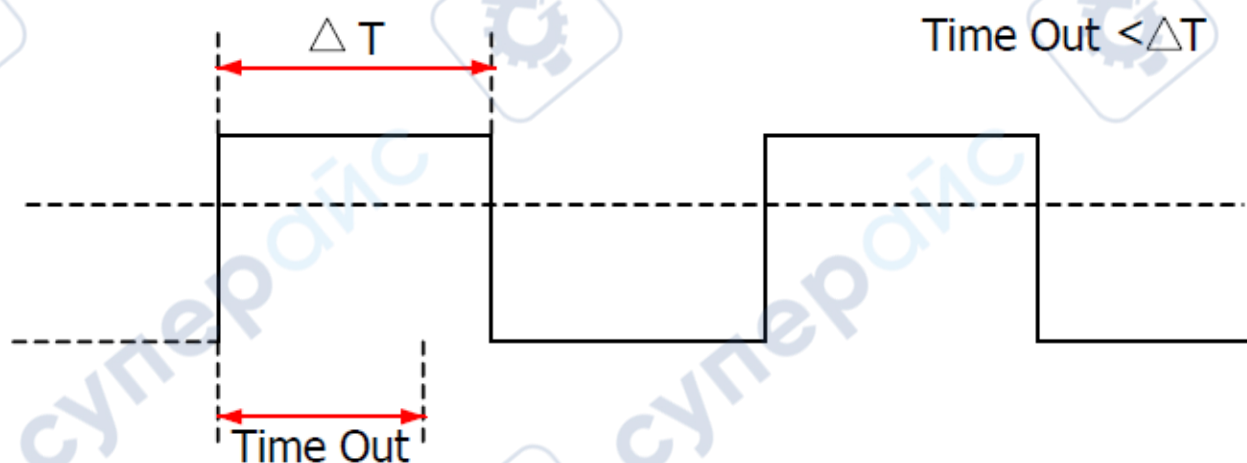
• < > — когда длительность больше **Lower** и меньше **Upper**; Upper: 1,01 нс...10 с, **Lower**: 1 нс...9,9 с;

• > < — когда длительность меньше **Lower** либо больше **Upper**; диапазоны такие же.

Для двухпредельных условий нижний предел должен быть меньше верхнего.

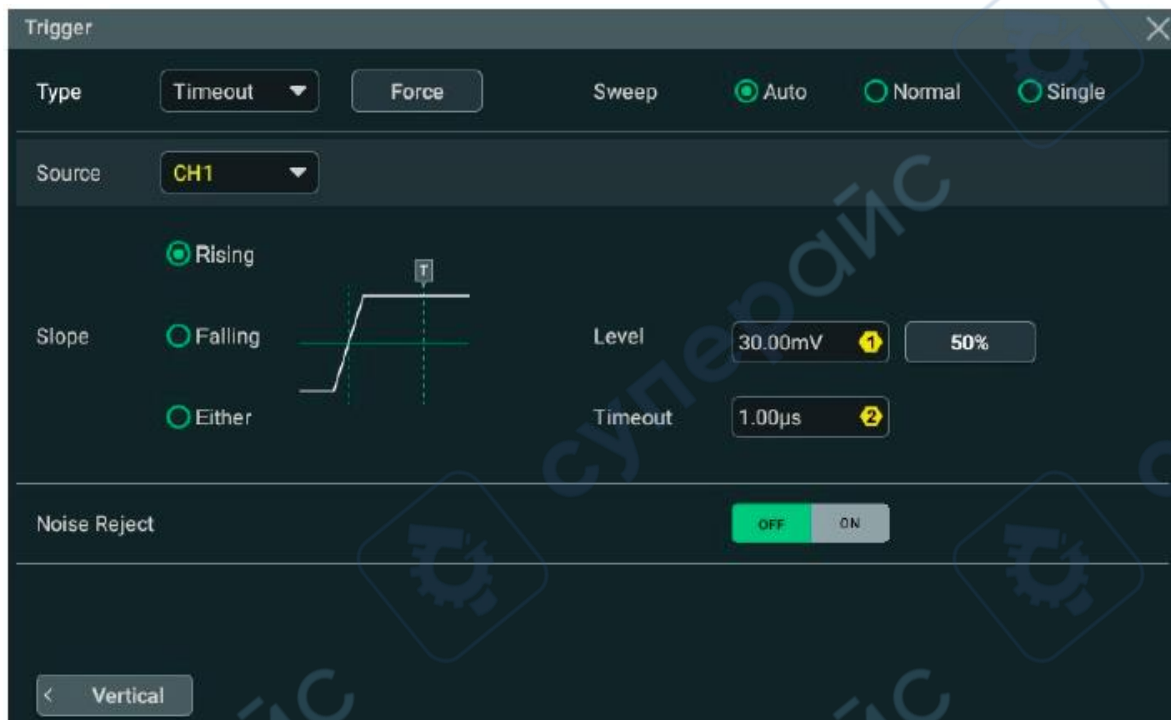
7.7.7 Запуск по тайм-ауту – Timeout

Timeout выполняет запуск, когда интервал ΔT от пересечения уровня запуска одним фронтом до пересечения уровня соседним противоположным фронтом превышает установленное значение тайм-аута.



Запуск Timeout

В **Type** выберите Timeout.



Меню Timeout

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



Source: аналоговый или цифровой канал.

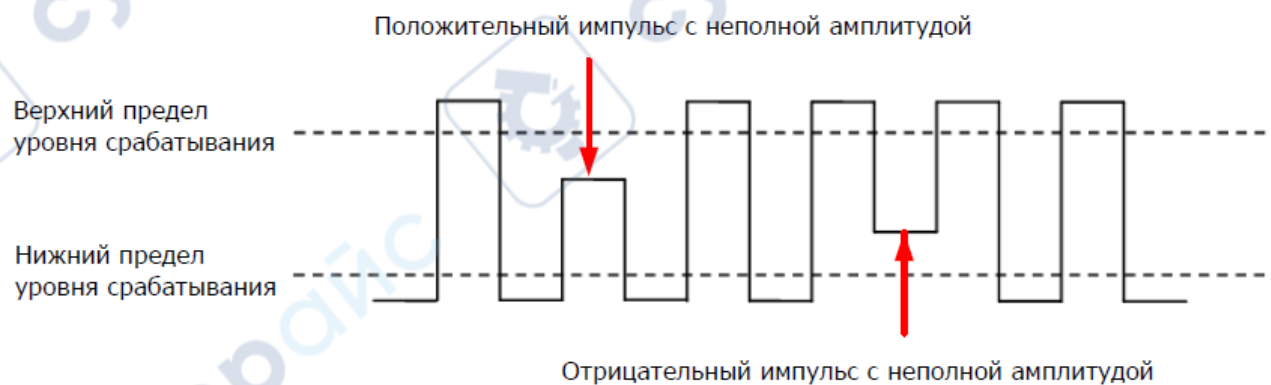
Slope:

- Rising — отсчет времени начинается при пересечении уровня нарастающим фронтом;
- Falling — спадающим фронтом;
- Either — любым фронтом.

Timeout: максимальное время, в течение которого сигнал остается без противоположного пересечения уровня запуска. Значение задается в поле Timeout цифровой клавиатурой или назначенной ручкой.

7.7.8 Запуск по неполному импульсу – Runt

Runt используется для импульсов, которые пересекают один уровень запуска, но не достигают второго.



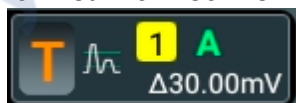
Положительный и отрицательный Runt-импульс

В **Type** выберите Runt.



Меню Runt

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



Source: аналоговый канал с фактически поданным сигналом.

Polarity:

- положительная  — запуск по положительному неполному импульсу;
- отрицательная  — по отрицательному.

When:

- None — условие по ширине не используется;
- > — ширина Runt-импульса больше минимального значения Lower;
- < — ширина меньше максимального значения Upper;
- <> — ширина больше Lower и меньше Upper.

Для <> нижний предел должен быть меньше верхнего.

Уровни: задайте **Level A** и **Level B** через цифровую клавиатуру, ручку LEVEL или соответствующие многофункциональные ручки. При Linkage оба уровня изменяются одновременно с сохранением разности между ними.

СОБЕТ. Нажатие и вращение ручки LEVEL последовательно переключает регулировку Level A, Level B и Level AB при включенной связи.

7.7.9 Запуск по окну — Window

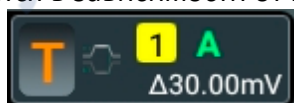
Window использует верхний и нижний уровни запуска. Событие формируется, когда входной сигнал пересекает верхнюю или нижнюю границу окна.



Меню Window

В **Type** выберите Window.

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



Source: аналоговый канал.

Тип фронта:

- Rising — запуск по нарастающему фронту, когда сигнал становится выше верхнего уровня;
- Falling — по спадающему фронту, когда сигнал становится ниже нижнего уровня;
- Either — по любому фронту при выполнении заданного условия.

Положение события:

- Enter — запуск при входе сигнала в диапазон между уровнями;
- Exit — при выходе из диапазона;
- Time — когда суммарное время нахождения сигнала внутри диапазона с момента входа становится равным заданному времени окна. Диапазон времени: 1 нс...10 с.

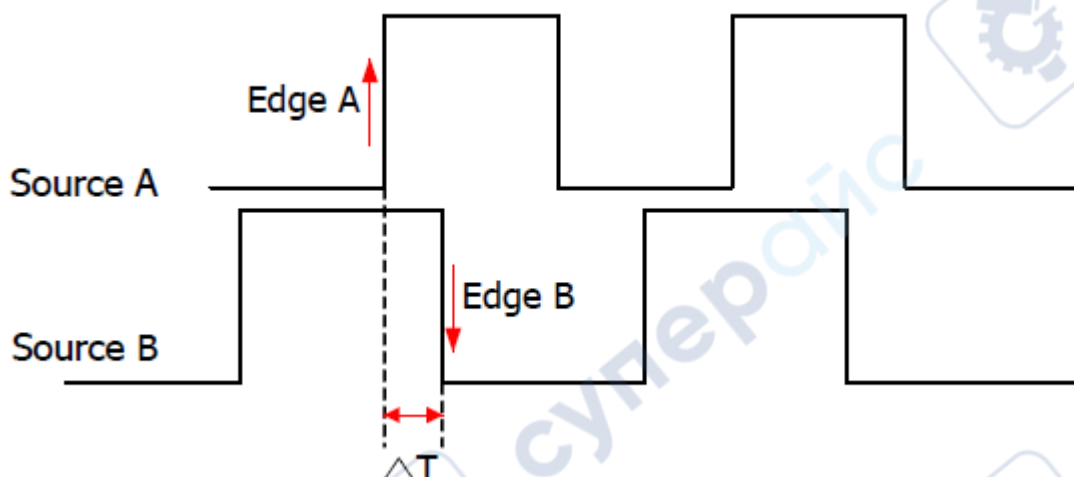
Уровни:

- Level A регулирует только верхний предел;
- Level B — только нижний;
- Linkage связывает оба уровня: они изменяются синхронно, а разность между ними остается постоянной.

Задайте уровни цифровой клавиатурой, ручкой LEVEL или назначенной ручкой.

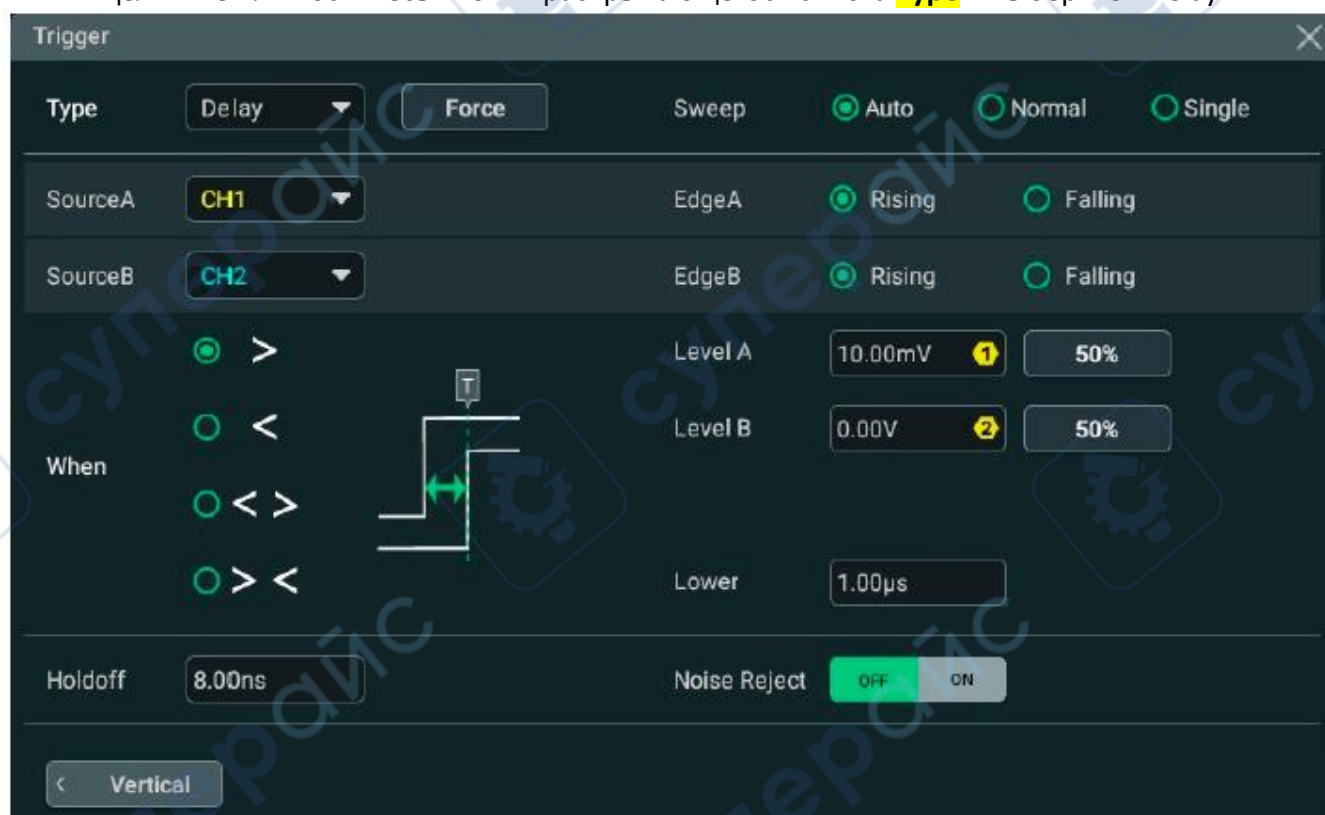
7.7.10 Запуск с задержкой – Delay

Для Delay задаются два источника — Source A и Source B. Запуск происходит, когда разность времени ΔT между выбранными фронтами Edge A и Edge B этих источников удовлетворяет заданному временному условию.



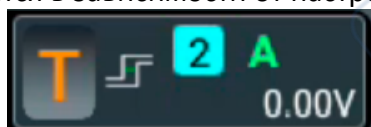
Запуск Delay

Щёлкните или коснитесь кнопки раскрывающегося списка **Type** и выберите «Delay».



Меню Delay

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



Источник А: выберите аналоговый или цифровой канал в **Source A**; в **Edge A** задайте Rising или Falling.

Источник В: выберите аналоговый или цифровой канал в **Source B**; в **Edge B** задайте Rising или Falling.

Для устойчивого запуска оба выбранных источника должны иметь соответствующие входные сигналы.

When:

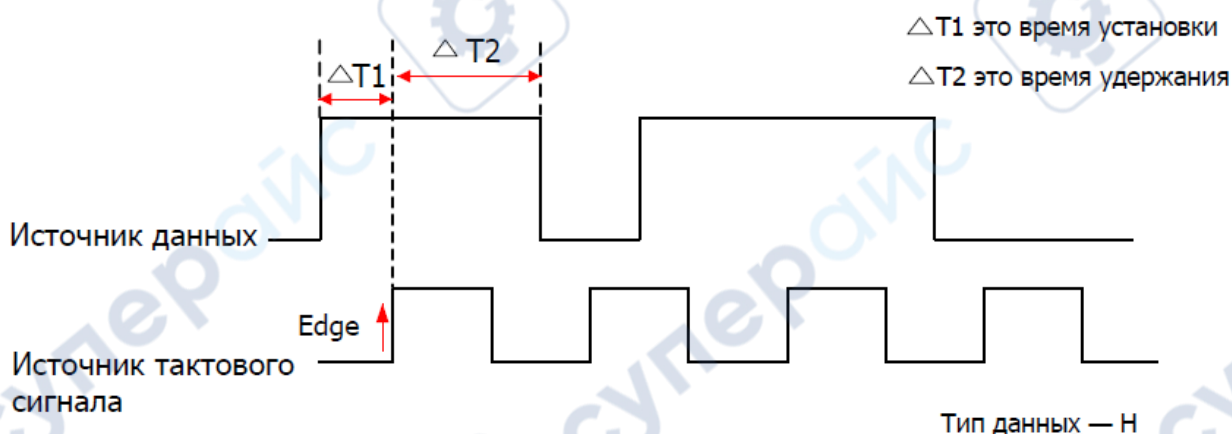
- > — ΔT больше нижнего предела **Lower**;
- < — ΔT меньше верхнего предела **Upper**;
- < > — ΔT больше Lower и меньше **Upper**;
- > < — ΔT меньше Lower или больше **Upper**.

Для двухпредельных условий нижний предел должен быть меньше верхнего.

Уровни: **Level A** и **Level B** задаются цифровой клавиатурой, назначенными ручками или ручкой LEVEL; ручка LEVEL регулирует последний измененный уровень.

7.7.11 Запуск по времени установки/удержания – Setup/Hold

Для Setup/Hold задаются источник тактового сигнала и источник данных. Время установки начинается при пересечении сигналом данных уровня запуска и заканчивается при наступлении заданного фронта тактового сигнала. Время удержания начинается на этом фронте тактового сигнала и заканчивается, когда сигнал данных снова пересекает уровень запуска. Осциллограф запускается, когда время установки или удержания меньше заданного значения.



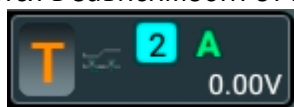
Запуск Setup/Hold

Щёлкните или коснитесь кнопки раскрывающегося списка **Type** и выберите «Setup/Hold»



Меню Setup/Hold

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



SCL — источник тактового сигнала: аналоговый или цифровой канал.

Slope: Rising или Falling.

SDA — источник данных: аналоговый или цифровой канал.

Data Type: H — высокий уровень или L — низкий уровень.

When:

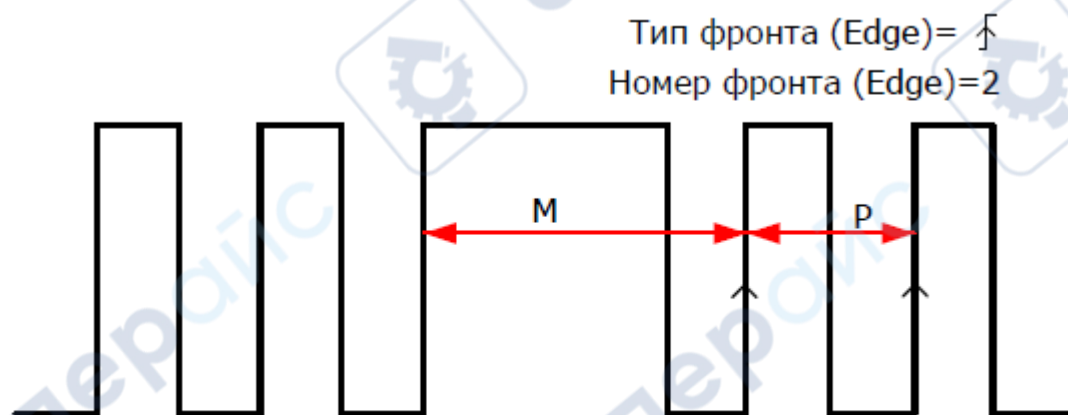
- Setup — запуск, если фактическое время установки меньше заданного **Setup**;
- Hold — если время удержания меньше заданного **Hold**;
- Setup/Hold — если время установки или удержания меньше соответствующего заданного значения.

Значения задаются через поля **Setup** и/или **Hold** цифровой клавиатурой либо назначенной ручкой.

Уровни: задайте **SCL Level** и **SDA Level**. Можно использовать цифровую клавиатуру, назначенные ручки или ручку LEVEL, которая регулирует последний измененный уровень.

7.7.12 Запуск по N-му фронту – Nth Edge

Nth Edge выполняет запуск по N-му фронту, появившемуся после заданного интервала бездействия. Например, для запуска по второму нарастающему фронту после интервала ожидания этот интервал должен лежать между P и M ($P < \text{Idle Time} < M$), где M — время между первым учитываемым нарастающим фронтом и предыдущим нарастающим фронтом, а P — максимальный интервал между фронтами, участвующими в счете.



$P < \text{время неактивного состояния} < M$

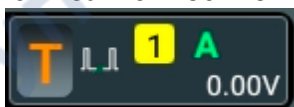
Запуск Nth Edge

В **Type** выберите Nth Edge.



Меню Nth Edge

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



Source: аналоговый или цифровой канал. Для устойчивого запуска используйте канал с поданным сигналом.

Slope: Rising или Falling.

Idle Time: задает время бездействия перед началом счета фронтов. Введите значение в поле Idle Time либо используйте назначенную многофункциональную ручку.

Edges: задает N — номер фронта, на котором должен произойти запуск. Диапазон: от 1 до 65 535.

7.7.13 Запуск по RS232

RS232 — последовательный интерфейс передачи данных между ПК либо между ПК и терминалом. В протоколе один символ передается кадром, содержащим 1 стартовый бит, 5–8 бит данных, 1 бит контроля и 1–2 стоповых бита. Осциллограф может запускаться по началу кадра, ошибочному кадру, ошибке контроля или заданным данным.



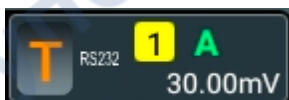
Формат кадра RS232

В **Type** выберите RS232.



Меню RS232 Trigger

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



Source: аналоговый или цифровой канал.

Polarity: Положительная  или отрицательная  в соответствии с полярностью передаваемых данных.

When:

- Start — запуск по началу кадра;
- Error — при обнаружении ошибочного кадра;
- Check Error — при ошибке проверки;
- Data — по последнему биту заданного значения данных; значение задается в поле **Data**.

Baud Rate: выберите стандартную скорость (50, 75, 110, 134, 150, 300 бод и далее из списка) либо задайте пользовательскую.

Data Bits: 5, 6, 7 или 8 бит на кадр.

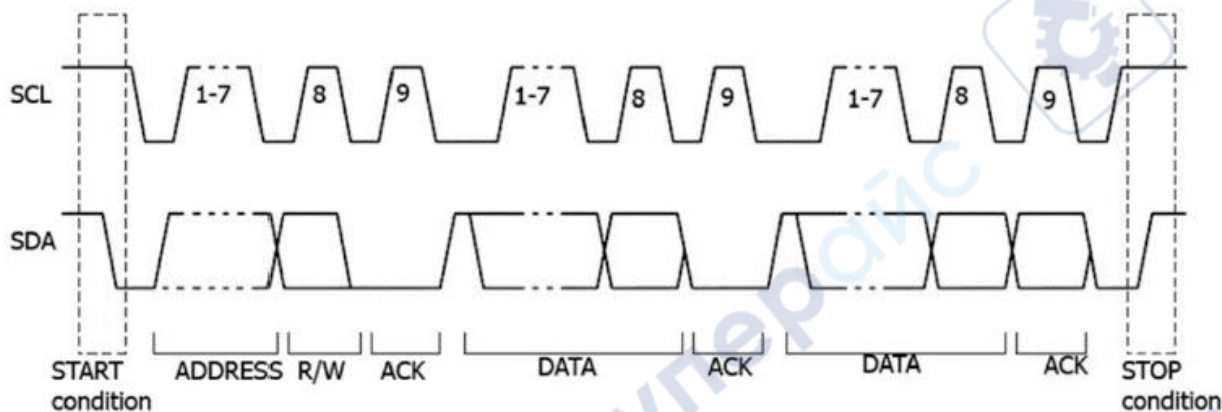
Stop Bit: 1; 1,5 или 2 стоповых бита.

Parity:

- None — бит четности отсутствует;
- Even — общее число единиц в данных и бите четности должно быть четным; например, для 0x55 (01010101) добавляется 0;
- Odd — общее число единиц должно быть нечетным; для 0x55 добавляется 1.

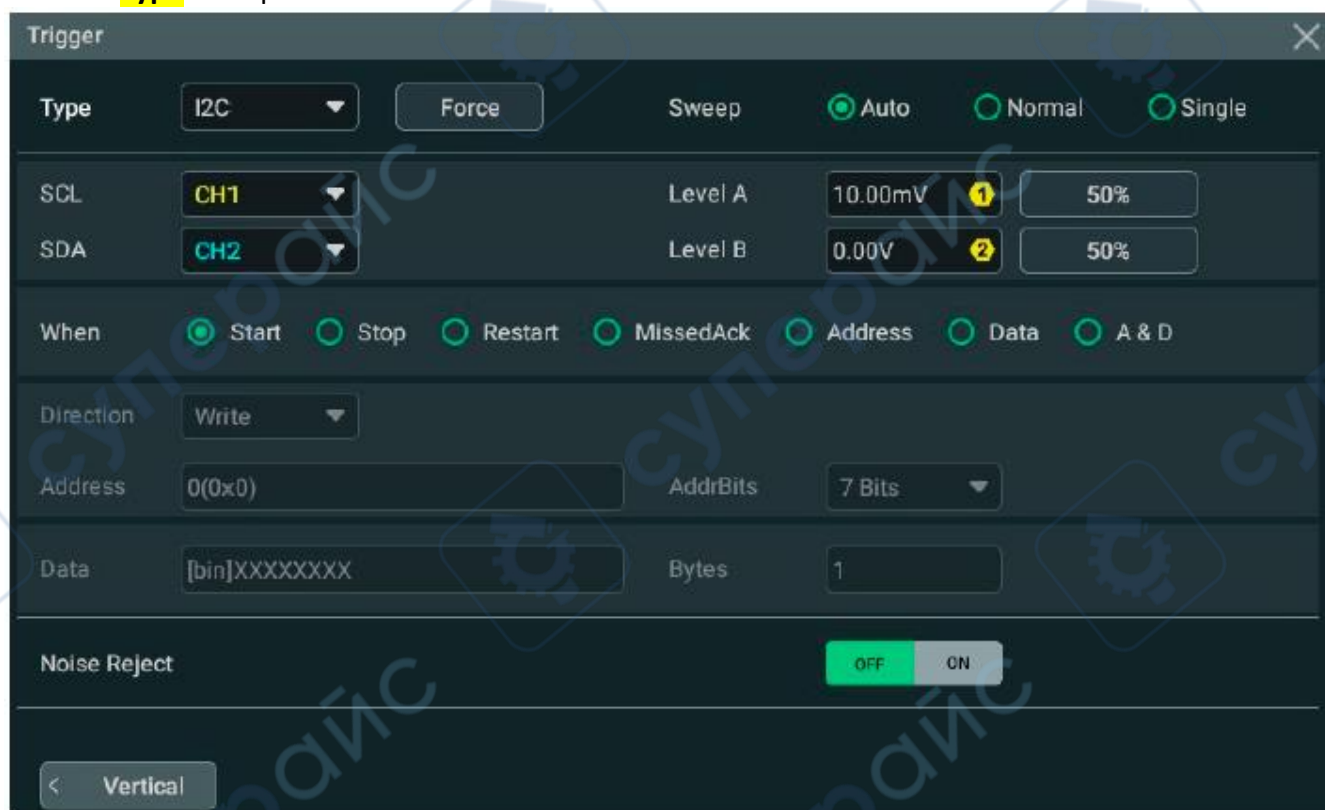
7.7.14 Запуск по I2C

I2C — двухпроводная последовательная шина для связи микроконтроллеров и периферийных устройств. Она включает линии SCL и SDA. Скорость передачи определяется SCL, данные передаются по SDA. Осциллограф может запускаться по условию Start, Restart, Stop, отсутствию подтверждения, заданному адресу устройства, значению данных либо одновременно адресу и данным.



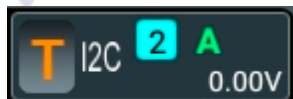
Временная диаграмма шины I2C

В **Type** выберите I2C.



Меню I2C Trigger

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



SCL/SDA: назначьте аналоговые или цифровые каналы линиям тактового сигнала и данных.

When:

- Start — SDA переходит из высокого уровня в низкий при высоком SCL;
- Stop — SDA переходит из низкого в высокий при высоком SCL;
- Restart — новое условие Start появляется до условия Stop;
- MissedAck — ACK = 1;
- Address — поиск заданного адреса; запуск выполняется на бите чтения/записи. Настройки:
 - **Direction:** Write, Read или R/W; пункт недоступен при **AddrBits** = 8 Bits;
 - **AddrBits:** 7, 8 или 10 бит;

- **Address**: требуемый адрес I2C;
- **Data** — поиск заданного значения на SDA; запуск на фронте SCL последнего бита данных.

Настройки:

- **AddrBits**: 7, 8 или 10 бит;
- **Bytes**: число байтов данных, 1...5;
- **Data**: формат Bin или Hex и требуемое значение;

Настройка данных в формате Bin

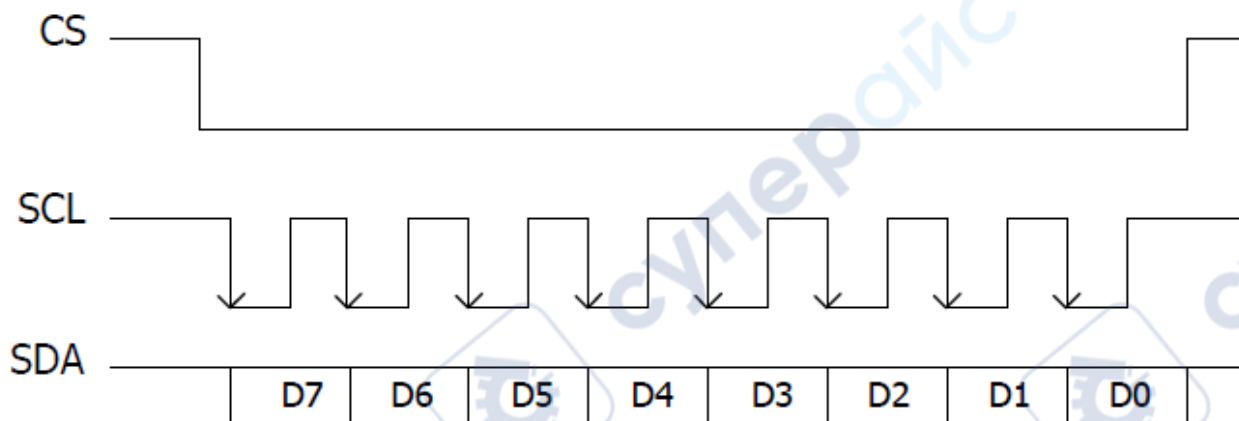
Настройка данных в формате Hex

- A&D — одновременное условие по адресу и данным; настройте **Direction**, **Bytes**, **AddrBits**, **Address** и **Data**.

Уровни: **SCL Level** и **SDA Level** задаются цифровой клавиатурой, назначенными многофункциональными ручками или ручкой LEVEL.

7.7.15 Запуск по SPI

В режиме SPI после выполнения условия по CS или тайм-ауту осциллограф запускается при обнаружении заданных данных. Необходимо назначить источник тактового сигнала CLK и источник данных MISO.



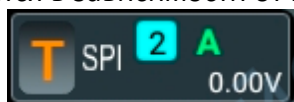
Временная диаграмма SPI

В **Type** выберите SPI.



Меню SPI Trigger

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



CLK/MISO: назначьте аналоговые или цифровые каналы.

Slope:

- Rising — данные MISO считываются по нарастающему фронту тактового сигнала;
- Falling — по спадающему.

When:

- With CS: если сигнал CS действителен, осциллограф выполнит запуск при обнаружении данных (SDA), соответствующих условиям запуска.

Щёлкните или коснитесь кнопки раскрывающегося списка **CS**, чтобы выбрать аналоговый или цифровой канал в качестве канала CS. Текущий канал CS будет отображаться в информационной метке запуска в верхней части экрана.

Щёлкните или коснитесь пункта «Positive» (действителен высокий уровень) или «Negative» (действителен низкий уровень) в разделе **CS Mode**.

- **Timeout**: поиск данных MISO начинается после нахождения CLK в неактивном состоянии в течение заданного времени. Timeout задается в диапазоне 8 нс...10 с.

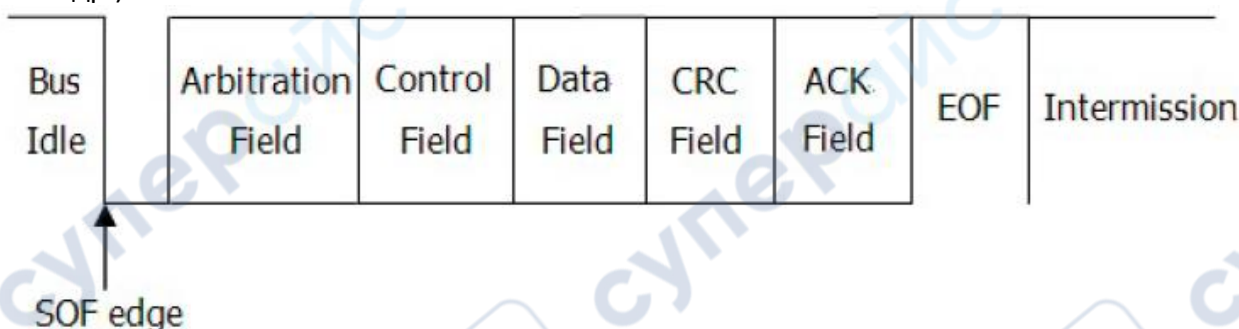
Data: задает требуемую последовательность; формат настраивается аналогично I2C.

Data Bits: число бит последовательных данных, от 4 до 32.

Уровни: CLK Level, MISO Level и CS Level задаются цифровой клавиатурой, назначенными ручками или ручкой LEVEL.

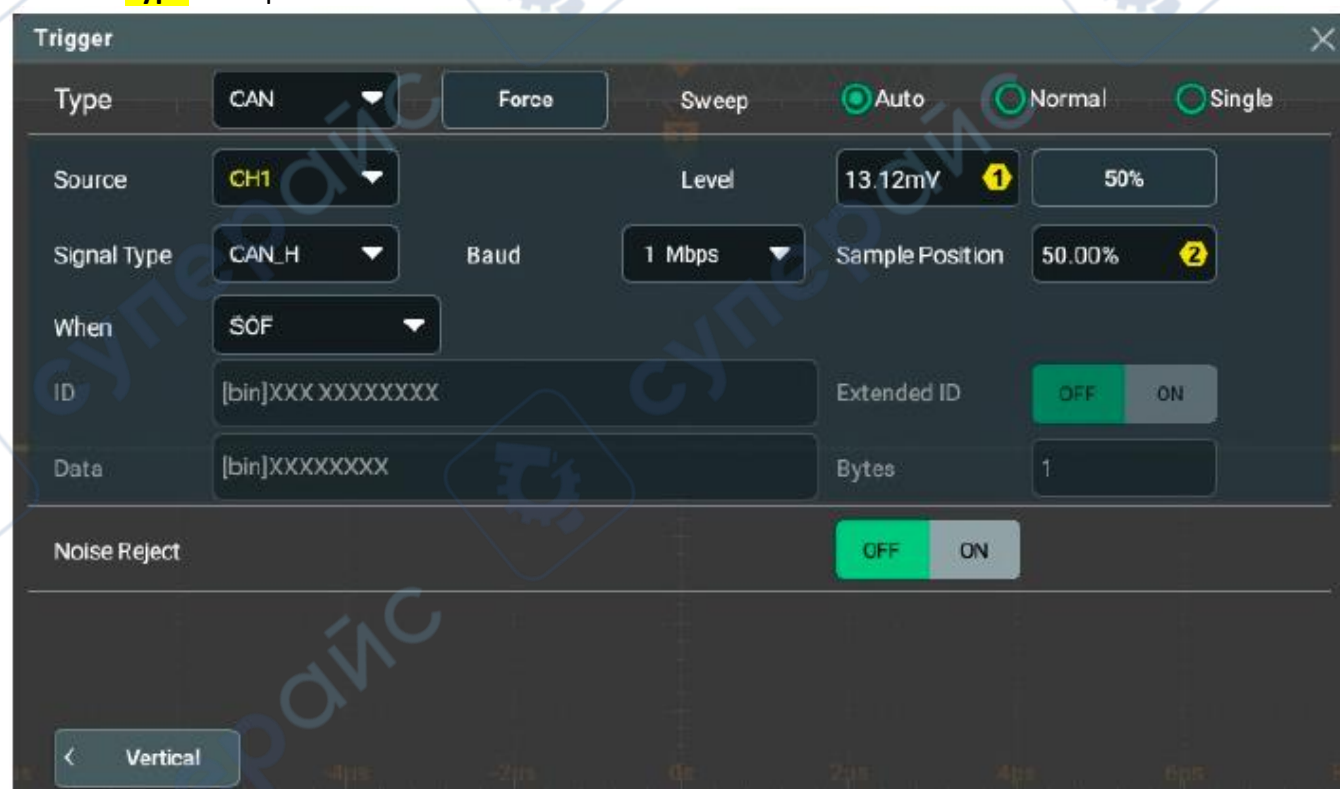
7.7.16 Запуск по CAN

Осциллограф может запускаться по началу или концу кадра, кадру указанного типа (Remote, Overload, Data и др.) либо ошибочному кадру указанного типа (Answer Error, Check Error, Format Error и др.).



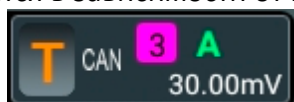
Формат кадра CAN

В **Type** выберите CAN.



Меню CAN Trigger

После выбора типа триггера информация о текущих настройках триггера (включая тип, источник и уровень) отображаются в индикаторе запуска в верхней части экрана. Информация меняется в зависимости от настроек триггера.



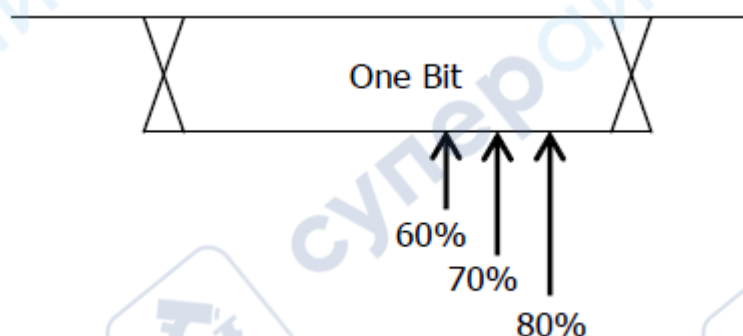
Source: аналоговый или цифровой канал.

Signal Type:

- CAN_H — фактический сигнал шины CAN_H;
- CAN_L — фактический сигнал CAN_L;
- TX/RX — сигнал передачи/приема с приемопередатчика CAN;
- DIFF — дифференциальный сигнал CAN, подаваемый на аналоговый канал через дифференциальный пробник; положительный вход подключается к CAN_H, отрицательный — к CAN_L.

Baud: выберите 10, 20, 33,3, 50, 62,5, 83,3 кбит/с и другие доступные стандартные значения либо задайте пользовательское.

Sample Position: точка внутри времени одного бита, в которой измеряется логический уровень. Положение выражается процентом от начала бита до точки выборки относительно полной длительности бита. Диапазон: 10...90 %.



Положение выборки CAN

When:

- SOF — начало кадра;
- EOF — конец кадра;
- **Remote ID** — удаленный кадр с заданным ID; можно включить **Extended ID** и задать **ID**;
- Overload — кадр перегрузки;
- **Frame ID** — кадр данных с заданным **ID**;
- **Frame Data** — кадр данных с заданными данными; **Data** задается через интерфейс формата, **Bytes** — 1...8;
- **Data & ID** — одновременное соответствие ID и данным;
- Frame Error — ошибочный кадр;
- Bit Fill — ошибка вставки битов;
- Answer Error — ошибка подтверждения;
- Check Error — ошибка проверки;
- Format Error — ошибка формата;
- Random Error — любой из поддерживаемых ошибочных кадров, включая ошибки формата и подтверждения.

7.7.17 Запуск по LIN

Осциллограф может запускаться по полю синхронизации LIN, заданному идентификатору, данным или кадру.



Формат кадра LIN

Тип: **Type** > LIN.

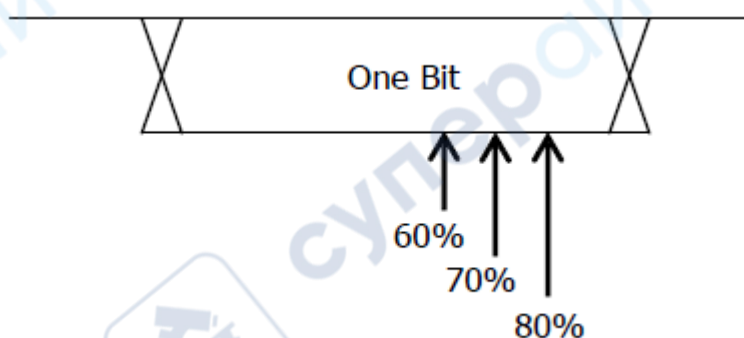
Меню LIN Trigger

Source: CH1–CH4 или D0–D15.

Version: выберите версию протокола 1.X, 2.X или Both.

Baud: предустановлены 1,2; 2,4; 4,8; 9,6; 19,2 кбит/с и другие; допускается пользовательское значение.

Sample Position: доля времени бита от его начала до точки выборки; диапазон 10–90 %.



Положение выборки

When:

- Sync: запуск по последнему биту поля синхронизации;
- ID: при обнаружении кадра с заданным ID;
- Data: при обнаружении данных, удовлетворяющих условиям; задайте Data в окне Format и Bytes = 1...8;
- Data&ID: при одновременном совпадении ID и данных; задайте Data, Bytes и ID;
- Sleep: по кадру перехода в сон;
- Wakeup: по кадру пробуждения;

- Error: по указанной ошибке; Error Type: Sync, Even Odd или Check Sum.

7.8 Выход сигнала запуска

Разъем **[AUX OUT]** на задней панели может выдавать сигнал аппаратного запуска в соответствии с текущими настройками.

Откройте  > **Utility** > **Setup** и в **AUX Out** выберите TrigOut. При каждом запуске через [AUX OUT] формируется сигнал, частота которого отражает текущую скорость захвата осциллографа. Если подать этот сигнал на измеритель частоты, результат будет равен текущей скорости захвата.

Если в **AUX Out** выбрано PassFail, через **[AUX OUT]** формируется импульс при обнаружении события Pass/Fail в соответствующем тесте.

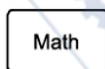
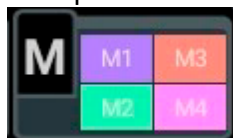
8 Математические операции

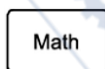
Осциллограф поддерживает математическую обработку осциллограмм разных каналов: арифметические операции, спектральный анализ, логические операции, функциональные преобразования

и цифровую фильтрацию.

Открыть меню **Math** можно следующим образом:

- открыть иконку навигации функции  и выбрать **Math**;
- нажать **Math** на панели инструментов;
- нажать **M1–M4** в метке Math внизу экрана; повторное нажатие метки **M1–M4** либо значка настройки  в правом верхнем углу окна открывает меню Math;

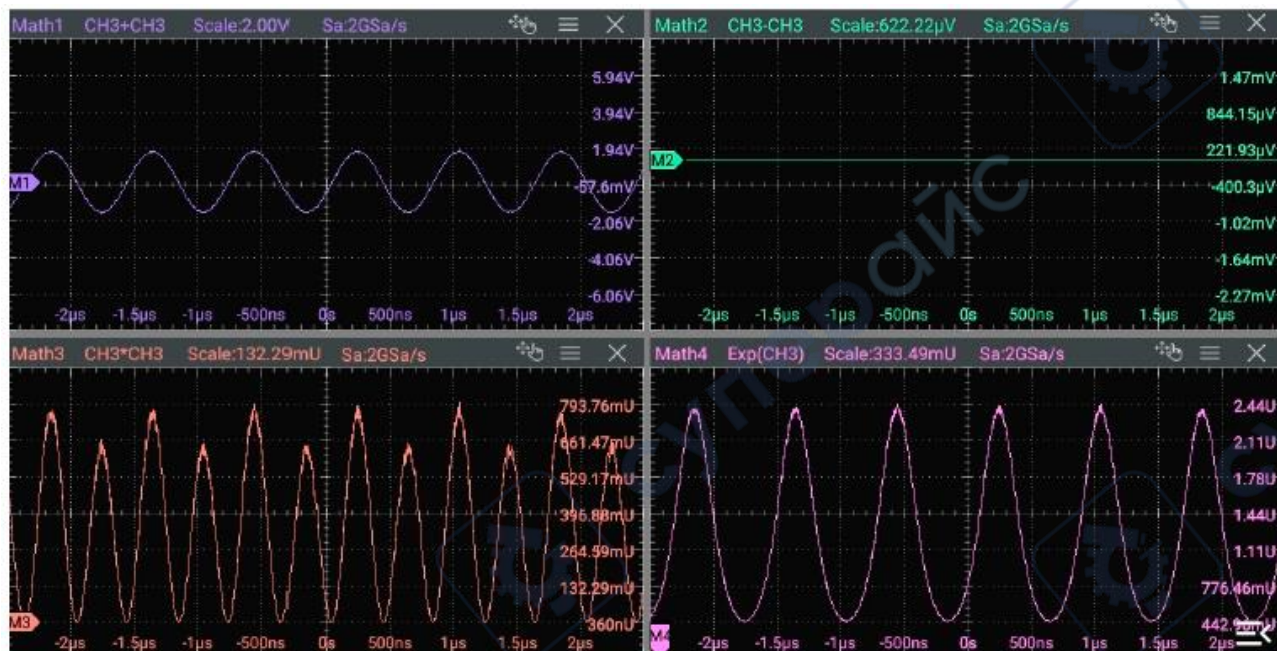


- нажать клавишу  на передней панели.



Меню Math

Доступны четыре независимые математические операции: **Math1**, **Math2**, **Math3** и **Math4**. Для перехода между ними выберите соответствующую вкладку либо выполните горизонтальное перелистывание текущей вкладки. По умолчанию математические операции отключены. При включении соответствующий результат отображается на экране. Окно результата можно перемещать перетаскиванием за строку заголовка и закрывать кнопкой  в правом верхнем углу.



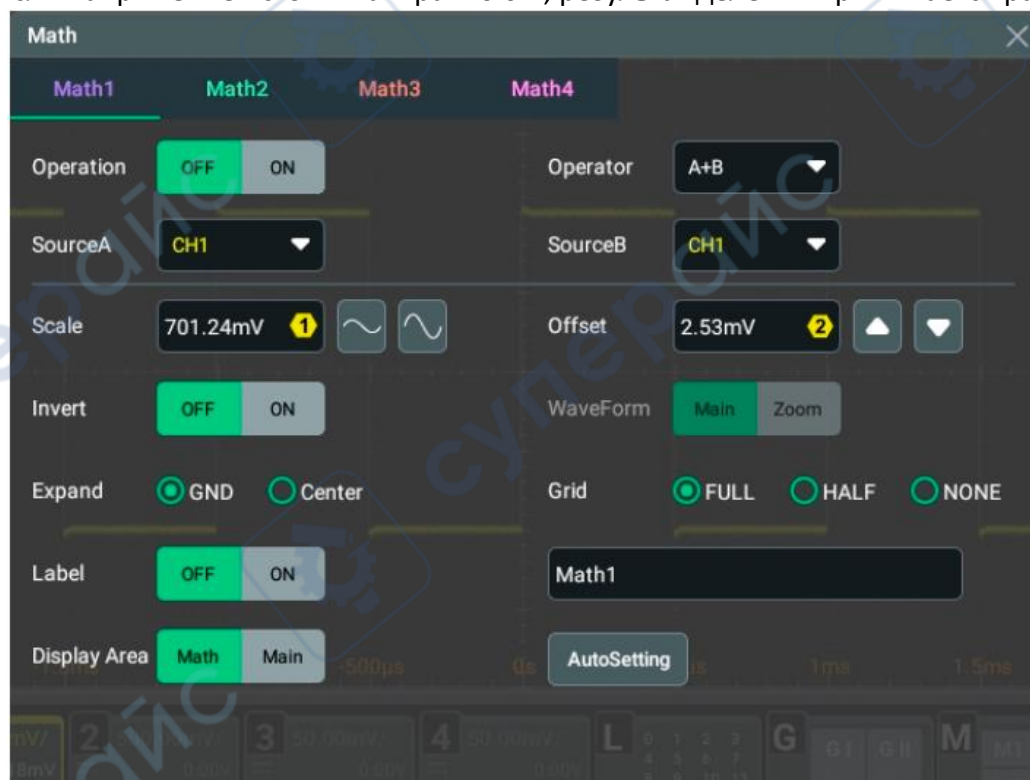
Окно результата математической операции

8.1 Арифметические операции

В меню **Math** откройте список **Operator** и выберите требуемую операцию:

- $A+B$ — поточечное сложение значений напряжения источников A и B;
- $A-B$ — поточечное вычитание значений источника B из значений источника A;
- $A \times B$ — поточечное умножение значений источников A и B;
- $A \div B$ — поточечное деление значений источника A на значения источника B; операция может использоваться для анализа кратности осциллограмм двух каналов.

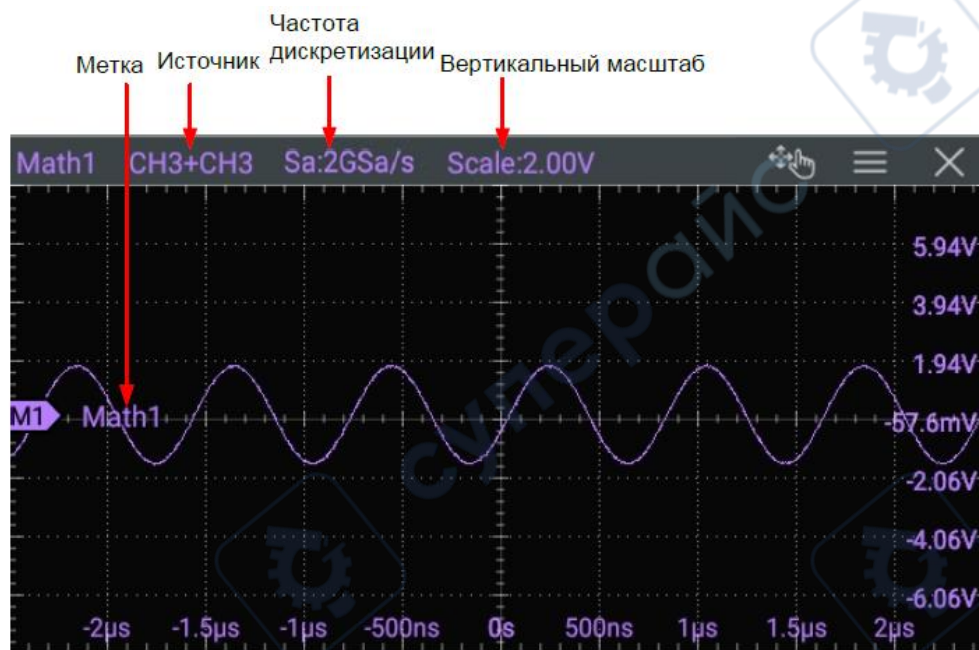
СОВЕТ. Если напряжение источника B равно 0 В, результат деления принимается равным 0



Меню арифметических операций

Окно результата

Переключателем **Operation** включите или отключите отображение окна результата. В верхней части окна отображаются источник и вертикальный масштаб.



Окно результата

Source

В **SourceA/SourceB** выберите CH1–CH4 или Ref1–Ref10. Выбранный аналоговый канал включается автоматически.

COBET. Дополнительно Math2 может использовать Math1; Math3 — Math1 или Math2; Math4 — Math1, Math2 или Math3. Выбор математического канала в качестве источника автоматически включает его окно и Operation.

Scale

Вертикальный масштаб результата задаётся:

- соответствующей многофункциональной ручкой либо кнопками рядом с **Scale**;
- прямым вводом значения;
- при закрытом меню — вертикальным жестом либо многофункциональной ручкой 1.

Offset

Вертикальное смещение задаётся:

- многофункциональной ручкой, кнопками около **Offset** или прямым вводом;
- при закрытом меню — жестом либо многофункциональной ручкой 2.

Invert

Включает инвертированное отображение результата: при ON знаки напряжений осциллограммы меняются на противоположные.

Waveform

Диапазон данных для вычисления:

- **Main** — основная временная область;
- **Zoom** — область задержанной развёртки; предварительно необходимо включить Zoom в горизонтальной системе.

Expand

Режим вертикального масштабирования:

- **GND** (по умолчанию) — растяжение/сжатие относительно уровня земли;
- **Center** — относительно центра экрана.

AutoSetting

Автоматически подбирает вертикальный масштаб и смещение результата для удобного наблюдения.

Label и Grid

Label назначает метку математическому каналу; порядок ввода соответствует настройке метки канала. **Grid** настраивается согласно разделу **Сетка экрана**.

8.2 Функциональные операции

В **Operator** доступны:

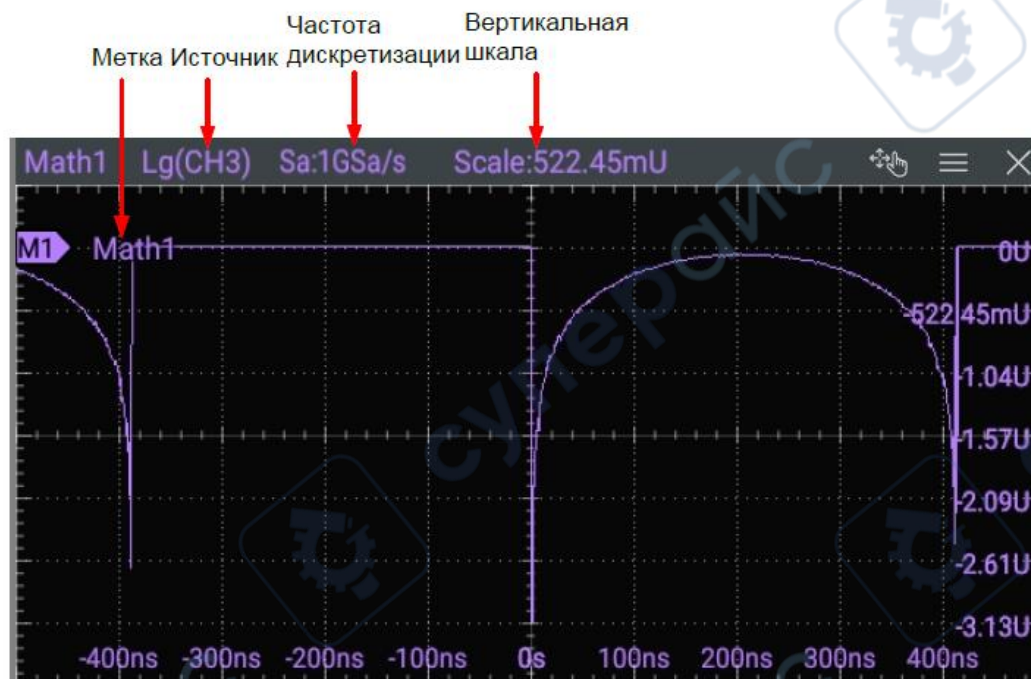
- **Intg** — интегрирование выбранного источника; например, для определения площади под осциллограммой или энергии импульса;
- **Diff** — дискретная производная по времени; например, для измерения мгновенного наклона;
- **Sqrt** — поточечный квадратный корень;
- **Lg** — десятичный логарифм/функция, обозначенная Lg в приборе;
- **Ln** — натуральный логарифм;
- **Exp** — экспоненциальная функция;
- **Abs** — абсолютное значение;
- **AX+B** — линейное преобразование источника.



Меню функциональных операций

Выберите требуемый функциональный оператор в **Operator**.

Переключателем **Operation** включите или отключите окно результата. В верхней части окна отображаются источник, вертикальный масштаб, метка и частота дискретизации.



Окно результата функциональной операции

Source

Выберите CH1–CH4 или Ref1–Ref10. Источник включается автоматически. Для Math2–Math4 допускаются предыдущие математические каналы по тем же правилам, что в 8.1.

AutoSetting, Scale, Offset, Invert, Waveform, Label, Expand, Grid

Эти параметры работают так же, как описано в разделе 8.1 Арифметические операции.

Дополнительные параметры

Для **Intg** поле **Offset** задаёт коэффициент коррекции постоянного смещения входного сигнала.

Для **Diff** поле **Smooth** задаёт число сглаживаний дифференциальной операции.

Для **AX+B** поля **A/B** задают коэффициенты линейной функции.

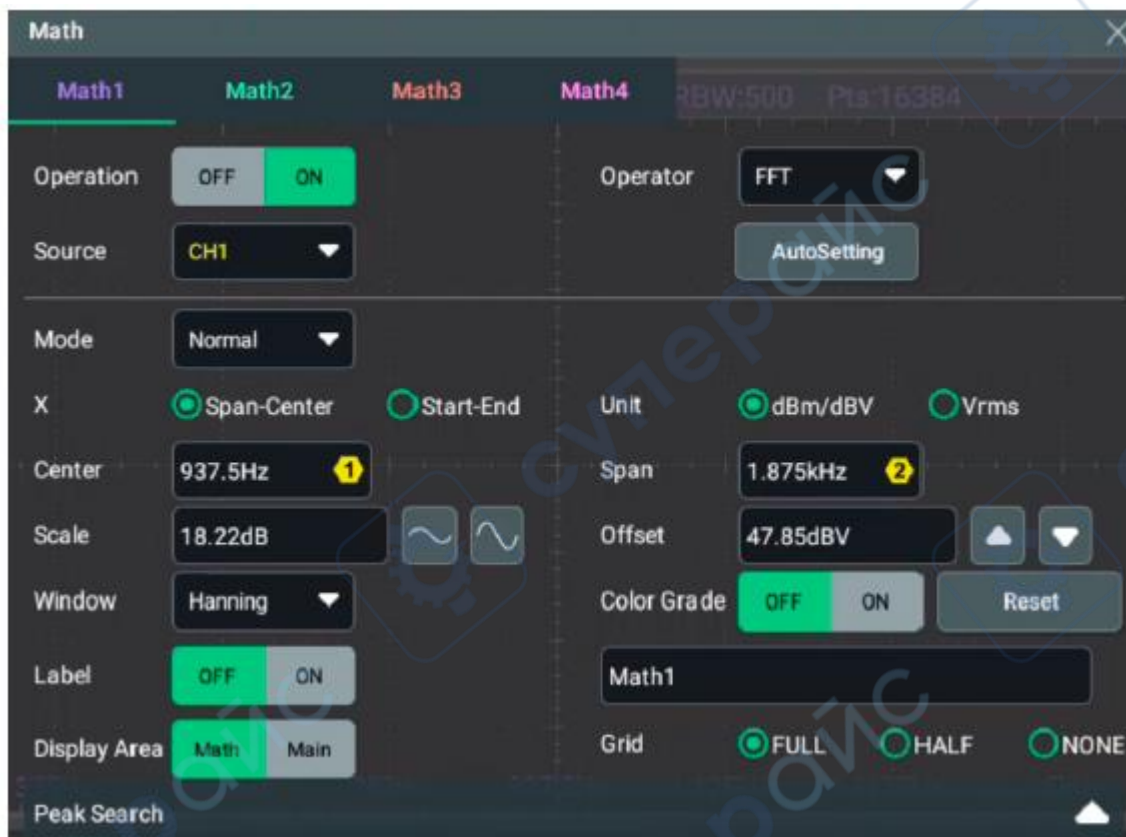
Значения вводятся цифровой клавиатурой либо соответствующей многофункциональной ручкой.

8.3 Операция FFT

FFT (Fast Fourier Transform, быстрое преобразование Фурье) преобразует сигнал во временной области в спектральные составляющие в частотной области. Функция позволяет одновременно наблюдать временную форму и спектр сигнала и применяется, в частности, для:

- измерения гармонических составляющих и искажений системы;
- отображения характеристик шума источника постоянного питания;
- анализа вибрации.

В **Operator** выберите **FFT** и настройте параметры преобразования.

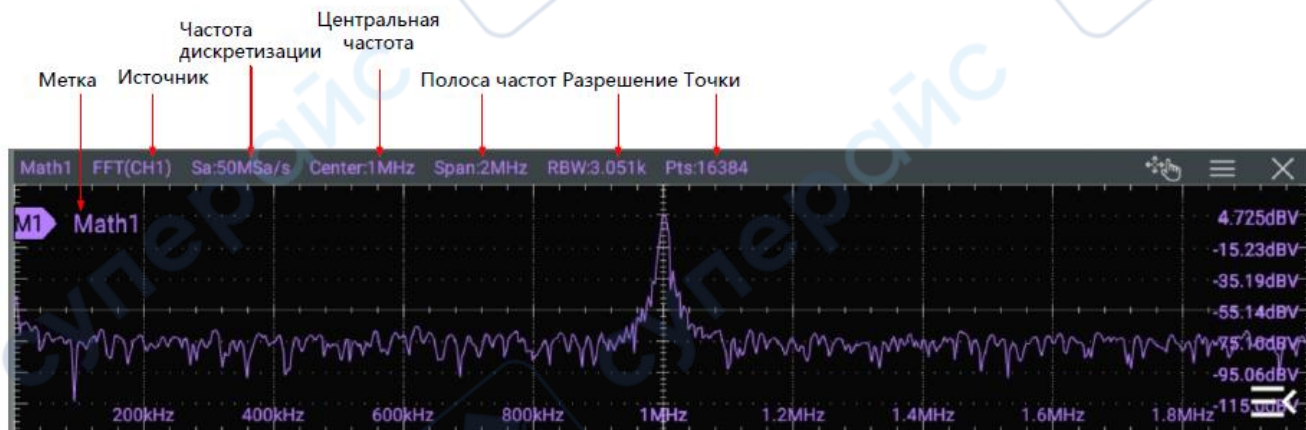


Меню FFT

Operation

Включает окно результата FFT. В верхней части отображаются центральная частота, диапазон частот, разрешение и число точек FFT. Частотное разрешение равно частоте дискретизации, делённой на число точек FFT; при фиксированном числе точек увеличение частоты дискретизации ухудшает (увеличивает численное значение) разрешение по частоте.

ПРИМЕЧАНИЕ. Максимальное число точек анализа FFT — 1 Мточка.



Окно результата FFT

Source

В **Source** выберите CH1–CH4 или Math1–Math4. Аналоговый канал включается автоматически. Для Math2–Math4 действуют ограничения использования предыдущих Math-каналов, указанные выше. FFT всегда использует данные выбранного в данный момент источника.

AutoSetting

Автоматически подбирает вертикальный масштаб и смещение спектра.

Mode

- **Normal:** каждый новый захват заменяет предыдущие данные; режим по умолчанию.

- **Average:** скользящее усреднение нескольких результатов FFT для уменьшения шума и стабилизации трассы. Число усреднений: **2...1000**, по умолчанию **10**.
- **Max Hold:** хранит и отображает максимальное значение, встречавшееся в каждой частотной точке; применяется для переходных и прерывистых сигналов.

Частотный диапазон

В параметре **X** выберите один из режимов.

Span-Center:

- **Span-Center (полоса частот — центральная частота):**

Параметр Span определяет диапазон частот, соответствующий ширине окна — от частоты в левой части окна до частоты в правой части окна. Разделите значение полосы частот (Span) на 10, чтобы получить значение частоты на одно деление шкалы.

Нажмите или коснитесь поля ввода **Center** для установки частоты частотной характеристики относительно горизонтального центра экрана. Также можно использовать назначенный многофункциональный регулятор для установки значения. Диапазон настройки: 5 Гц...(2 ГГц - 5 Гц), по умолчанию 1 МГц. Нажмите или коснитесь поля ввода **Span** для установки полосы частот с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также можно использовать назначенный многофункциональный регулятор для установки значения. Диапазон настройки: от 10 Гц до 2 ГГц, по умолчанию 1 МГц

- **Start-End (начальная частота — конечная частота):**

Параметр Start Freq определяет частоту в левой части окна. Нажмите или коснитесь поля ввода **Start**, чтобы установить начальную частоту с помощью всплывающей цифровой клавиатуры, либо используйте назначенный многофункциональный регулятор для установки значения. Диапазон настройки: 0...(конечная частота - 10 Гц), по умолчанию 1 Гц. Параметр End Freq определяет частоту в правой части окна. Нажмите или коснитесь поля ввода **End**, чтобы установить конечную частоту с помощью всплывающей цифровой клавиатуры, либо используйте назначенный многофункциональный регулятор для установки значения. Диапазон настройки: от (начальная частота + 10 Гц) до 2 ГГц. Значение по умолчанию: 10 МГц.

Вертикальный масштаб и смещение

Для **Scale** и **Offset** можно выбрать единицы **dBm/dBV** или **Vrms**. Параметры Scale и Offset настраиваются так же, как для арифметических операций.

Оконная функция

Оконные функции уменьшают спектральное растекание. Выберите требуемую функцию в **Window** в соответствии с характеристиками измеряемого сигнала.

Оконная функция	Характеристики	Рекомендуемые сигналы
Rectangular	Наилучшее частотное разрешение, наихудшее амплитудное; близко к отсутствию окна	Переходные процессы и короткие импульсы с близкими уровнями до/после окна; синусоиды одинаковой амплитуды с близкими частотами; широкополосный случайный шум с медленным изменением спектра
Blackman-Harris	Наилучшее амплитудное разрешение, наихудшее частотное	Одночастотные сигналы, поиск гармоник высокого порядка
Hanning	Частотное разрешение лучше, амплитудное хуже, чем у Rectangular	Синусоидальные, периодические и узкополосные случайные шумовые сигналы

Оконная функция	Характеристики	Рекомендуемые сигналы
Hamming	Частотное разрешение немного лучше, чем у Hanning	Переходные процессы и короткие импульсы, уровни которых до и после умножения заметно различаются
Flat Top	Обеспечивает точное измерение амплитуды	Сигналы без точного опорного значения, для которых требуется точное амплитудное измерение
Triangle	Улучшенное частотное разрешение	Узкополосные сигналы при сильной шумовой помехе

Color Grade (цветовая градация)

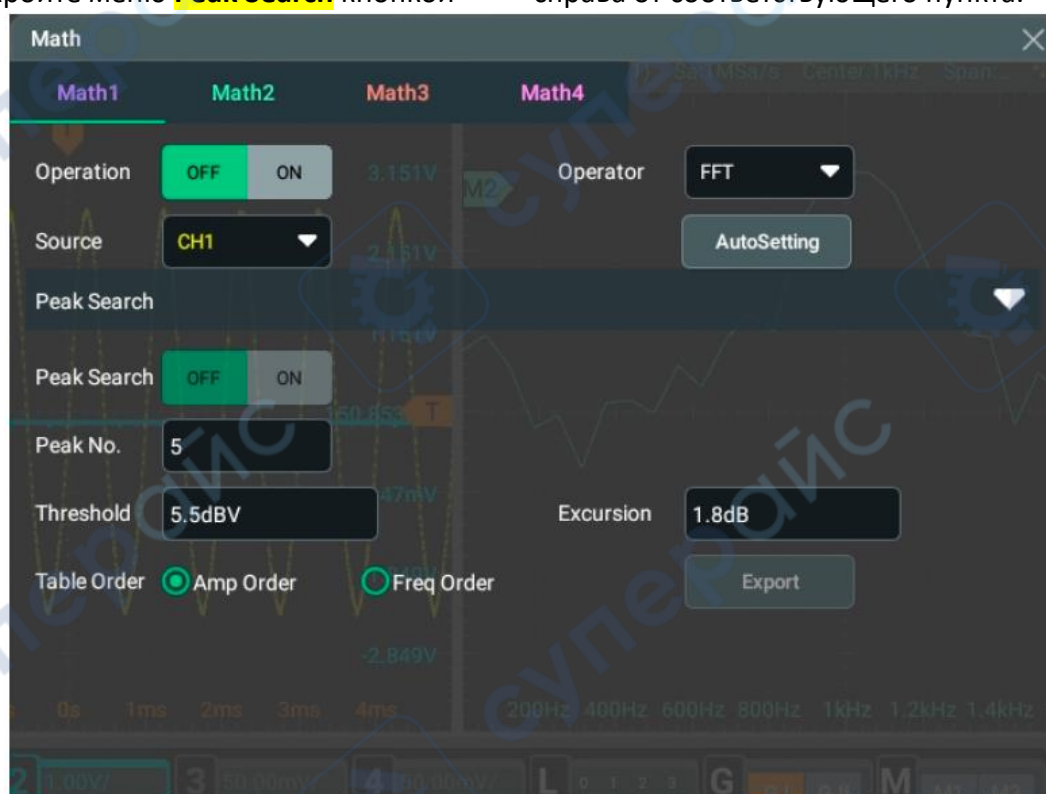
Переключателем **Color Grade** включите или отключите цветовую градацию результатов FFT. При включении цвет указывает число захватов или вероятность появления данных. **Reset** очищает накопленную цветовую градацию и начинает ее формирование заново.

Label и Grid

Настраиваются как для других Math-операций.

Peak Search (поиск пиков)

Откройте меню **Peak Search** кнопкой  справа от соответствующего пункта.



Поиск пиков

- **Peak Search** — включение/отключение окна поиска пиков; по умолчанию OFF.
- **Peak No.** — количество отображаемых пиков: 1–15; по умолчанию 5.
- **Threshold** — порог пика; допустимый диапазон зависит от текущих масштаба и смещения FFT.
- **Excursion** — минимальный перепад пика; минимальное значение 0, единица совпадает с единицей FFT.
- **Table Order** — сортировка результатов: **Amp Order** по амплитуде или **Freq Order** по частоте; по умолчанию Amp Order.

После включения поиска и задания Peak No./Threshold пики динамически отмечаются в окне FFT и выводятся в таблице.



Отображение пиков

Нажмите или коснитесь кнопки **Export**, после чего отобразится интерфейс настройки экспорта. Результаты поиска пиков можно экспортировать во внутреннюю память или на внешнее USB-устройство хранения данных в формате CSV.

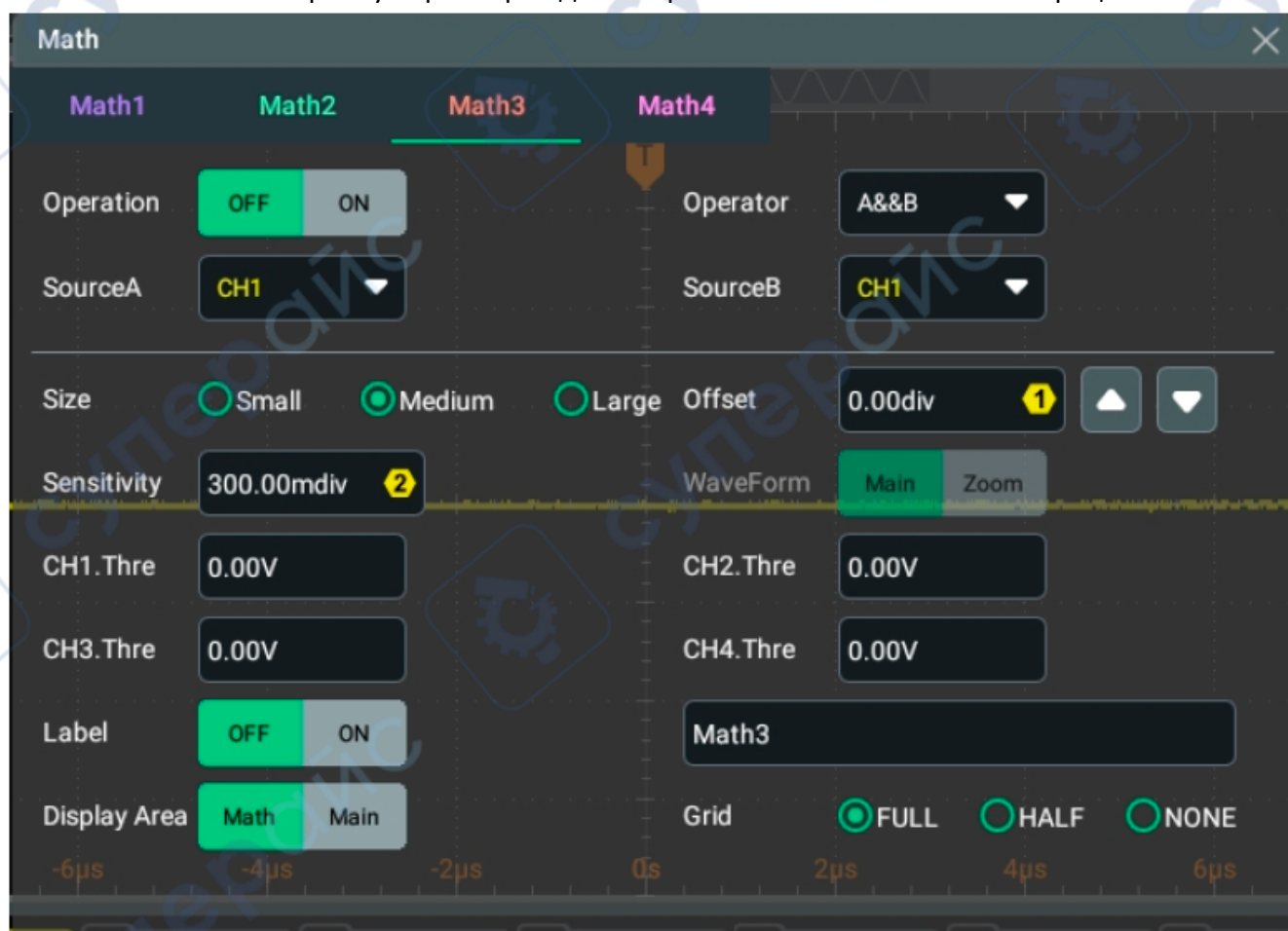
В меню нажмите или коснитесь поля ввода **File Name**, чтобы задать имя файла. Нажмите или коснитесь поля ввода **File Path**, после чего отобразится меню управления дисками (Disk Management). Выберите требуемое расположение для экспорта файла, затем нажмите или коснитесь кнопки **Export** для выполнения экспорта результатов поиска пиков.

Нажатие или касание значка  справа от пункта **Peak Search** позволяет закрыть меню поиска пиков.

8.4 Логические операции

В меню **Math** нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Operator** для выбора требуемой математической операции. Поддерживаемые данным осциллографом логические операции включают: A&B — логическое AND; A|B — логическое OR; A^B — XOR; !A — NOT.

После выбора требуемой логической операции из раскрывающегося списка **Operator** можно выполнить настройку параметров для выбранного типа логической операции.



Меню логических операций

Поддерживаются следующие описанные операции:

- **A&&B:**

Выполняет логическую операцию «И» (AND) над значениями напряжения формы сигнала указанных источников по каждой точке и отображает полученный результат. В процессе выполнения операции, если значение напряжения канала-источника превышает пороговое значение соответствующего канала, оно рассматривается как логическая «1»; в противном случае — как логический «0».

- **A||B:**

Выполняет логическую операцию «ИЛИ» (OR) над значениями напряжения формы сигнала указанных источников по каждой точке и отображает полученный результат. В процессе выполнения операции, если значение напряжения канала-источника превышает пороговое значение соответствующего канала, оно рассматривается как логическая «1»; в противном случае — как логический «0».

- **A^B:**

Выполняет логическую операцию «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ» (XOR) над значениями напряжения формы сигнала указанных источников по каждой точке и отображает полученный результат. В процессе выполнения операции, если значение напряжения канала-источника превышает пороговое значение соответствующего канала, оно рассматривается как логическая «1»; в противном случае — как логический «0».

- **!A:**

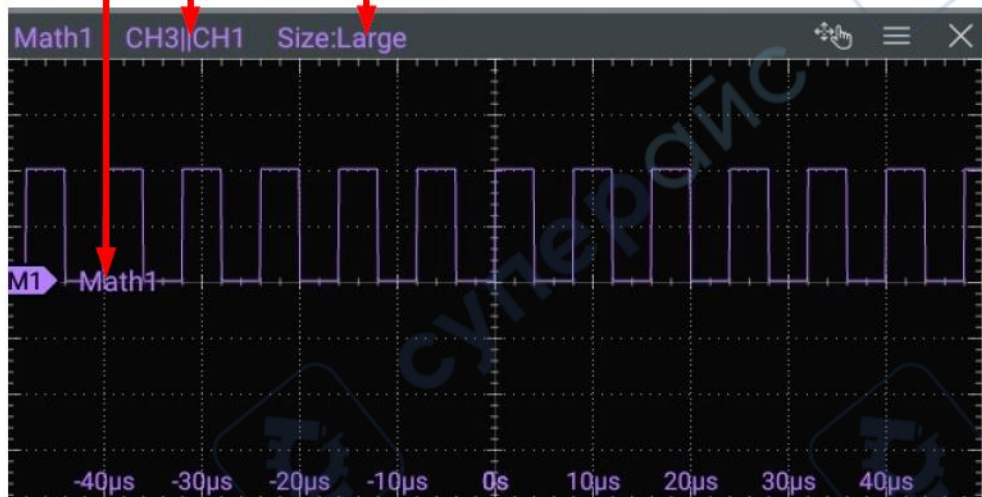
Выполняет логическую операцию «НЕ» (NOT) над значениями напряжения формы сигнала указанного источника по каждой точке и отображает полученный результат. В процессе выполнения операции, если значение напряжения канала-источника превышает пороговое значение соответствующего канала, оно рассматривается как логическая «1»; в противном случае — как логический «0».

A	B	A&&B	A B	A^B	!A
0	0	0	0	0	1
0	1	0	1	1	1
1	0	0	1	1	0
1	1	1	1	0	0

Окно результата

Переключателем **Operation** включите или отключите окно результата. В верхней части отображаются источник и размер осциллограммы.

Метка Источник Размер формы сигнала



Окно результата логической операции

Source

В **SourceA** и **SourceB** выберите поддерживаемые данной моделью аналоговые или цифровые каналы. Выбранные каналы автоматически включаются.

Waveform Size

Выберите размер отображения: Small, Medium или Large.



Offset

Вертикальное смещение задаётся многофункциональной ручкой, кнопками около **Offset**, прямым вводом либо при закрытом меню жестом/ручкой 2.

Sensitivity

В **Sensitivity** задайте чувствительность цифрового сигнала, получаемого из аналогового источника, цифровой клавиатурой или назначенной ручкой.

Waveform

- **Main** — основная временная область;
- **Zoom** — увеличенная временная область; Zoom должен быть предварительно включён.

Threshold

Для каждого источника задайте порог преобразования в логический уровень цифровой клавиатурой или назначенной ручкой.



Label и Grid

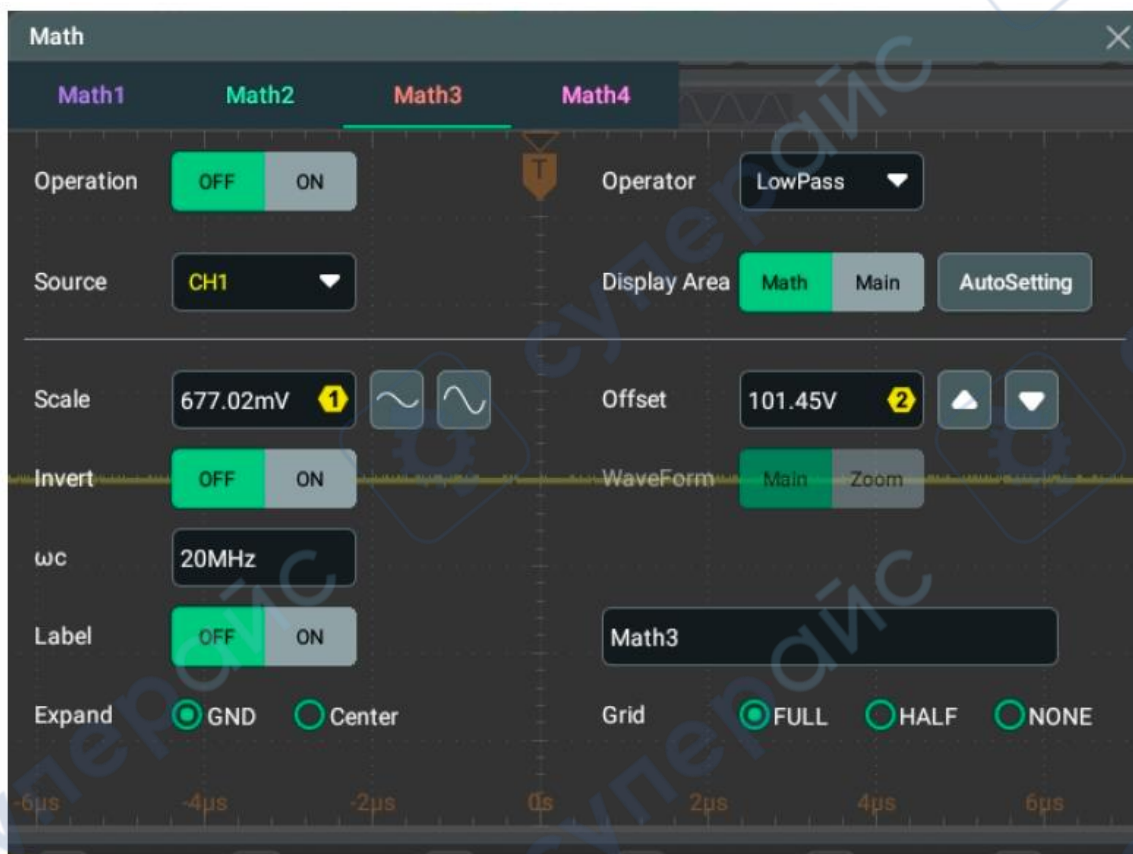
Настраиваются стандартным способом.

8.5 Цифровой фильтр

В **Operator** выберите требуемый тип цифрового фильтра:

- **LowPass** — пропускает только частоты ниже заданной верхней граничной частоты;

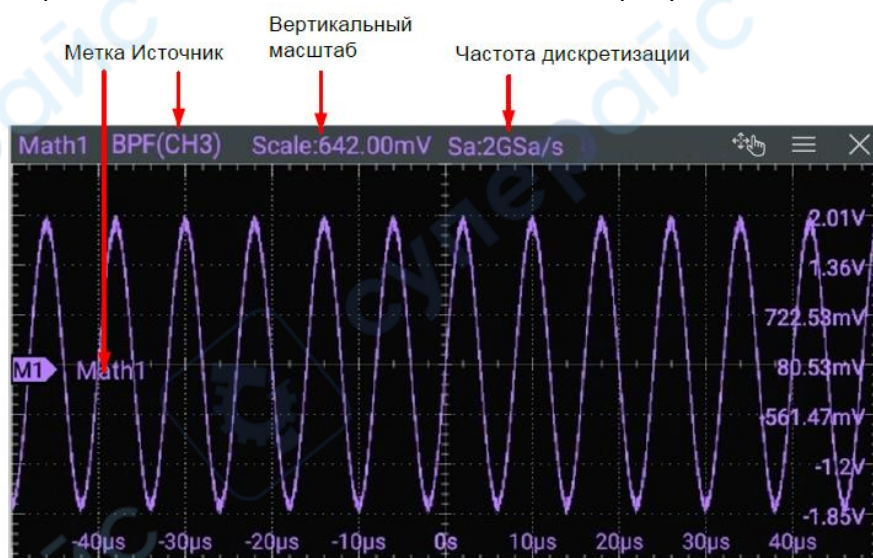
- **HighPass** — пропускает только частоты выше заданной нижней граничной частоты;
- **BandPass** — пропускает частоты между нижней и верхней граничными частотами;
- **BandStop** — пропускает частоты ниже нижней или выше верхней граничной частоты.



Меню цифрового фильтра

Окно отображения результатов операции цифрового фильтра

Нажмите или коснитесь вкладки включения/выключения в меню **Operation**, чтобы включить или отключить отображение окна результатов операции. В верхней части окна отображаются параметры Source и Vertical Scale, как показано на рисунке ниже.



Окно результата цифровой фильтрации

Source

Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Source** для выбора CH1–CH4 или Ref1–Ref10. При выборе канала-источника выбранный канал автоматически переключается в состояние ON (включено).

Примечание

Помимо CH1–CH4 и Ref1–Ref10, доступные источники для Math2 также включают Math1; источники для Math3 также включают Math1 и Math2; источники для Math4 также включают Math1, Math2 и Math3. Выбранный математический канал и состояние операции автоматически включаются.

AutoSetting, Scale, Offset, Invert, Waveform

Работают так же, как в предыдущих математических операциях.

Граничные частоты

• LowPass (ФНЧ, фильтр низких частот):

Нажмите или коснитесь поля ввода **ωс** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки верхнего предела частоты либо используйте назначенный многофункциональный регулятор для установки значения.

• HighPass (ФВЧ, фильтр высоких частот):

Нажмите или коснитесь поля ввода **ωс** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки нижнего предела частоты либо используйте назначенный многофункциональный регулятор для установки значения.

• BandPass (полосовой фильтр):

Нажмите или коснитесь поля ввода **ωс1** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки нижнего предела частоты. Нажмите или коснитесь поля ввода **ωс2** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки верхнего предела частоты. Также можно использовать назначенный многофункциональный регулятор для установки значения.

• BandStop (режекторный фильтр):

Нажмите или коснитесь поля ввода **ωс1** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки нижнего предела частоты. Нажмите или коснитесь поля ввода **ωс2** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки верхнего предела частоты. Также можно использовать назначенный многофункциональный регулятор для установки значения.

Диапазоны настройки верхнего и нижнего пределов частоты зависят от частоты дискретизации Math (отображается в нижней части экрана при включении функции Math). Частота дискретизации аналогового канала или изменение глубины памяти могут влиять на частоту дискретизации Math.

Допустимые диапазоны граничных частот зависят от частоты дискретизации математического канала, отображаемой внизу экрана при включенной функции Math. Частота дискретизации аналогового канала и глубина памяти влияют на частоту дискретизации Math.

Label, Expand, Grid

Label задаёт метку. **Expand**: **GND** (по умолчанию) — вертикальное масштабирование относительно земли; **Center** — относительно центра. **Grid** настраивает сетку.

9 Измерения

Осциллограф поддерживает быстрые измерения после выполнения Auto, автоматическое измерение 41 параметра осциллограммы и курсорные измерения.

9.1 Автоматическая настройка

После правильного подключения осциллографа и получения корректного сигнала нажмите или коснитесь значка функции навигации  в левом нижнем углу экрана. Выберите значок **Auto** для включения функции автоматической настройки формы сигнала и открытия меню автоматической настройки.

Также можно нажать соответствующую клавишу  на передней панели прибора для включения автоматической настройки формы сигнала и открытия интерфейса автоматической настройки.



- Нажмите или коснитесь первого значка, после чего на экране автоматически будет отображаться сигнал в течение двух периодов. Одновременно система выполнит измерение параметров «Период» и «Частота» для текущей отображаемой формы сигнала. Результаты измерений отображаются в правой части экрана в списке «Result».

- Нажмите или коснитесь второго значка, после чего на экране автоматически будут отображаться несколько периодов сигнала. Одновременно система выполнит измерение параметров «Период» и «Частота» для текущей отображаемой формы сигнала на протяжении нескольких периодов. Результаты измерений отображаются в правой части экрана в списке «Result».

- Нажмите или коснитесь третьего значка, после чего будет включён пункт измерения «Rise Time». Результаты измерения отображаются в правой части экрана в списке «Result». По умолчанию данный режим предназначен для сигналов с быстрым фронтом.

- Нажмите или коснитесь четвёртого значка, после чего будет включён пункт измерения «Fall Time». Результаты измерения отображаются в правой части экрана в списке «Result». По умолчанию данный режим предназначен для сигналов с быстрым фронтом.

- Нажмите или коснитесь пятого значка для отмены автоматической настройки и восстановления параметров, установленных до нажатия клавиши Auto.

- Нажмите или коснитесь шестого значка для перехода в подменю Auto Config в меню Utility.

Примечание

Для работы функции автоматической настройки формы сигнала необходимо выполнение следующих условий: частота сигнала должна быть не менее 35 Гц; амплитуда сигнала должна быть не менее 10 мВ.

Если указанные условия не выполняются, функция автоматической настройки формы сигнала может работать некорректно или быть недоступной.

9.2 Автоматические измерения

Открыть меню **Measure** можно:

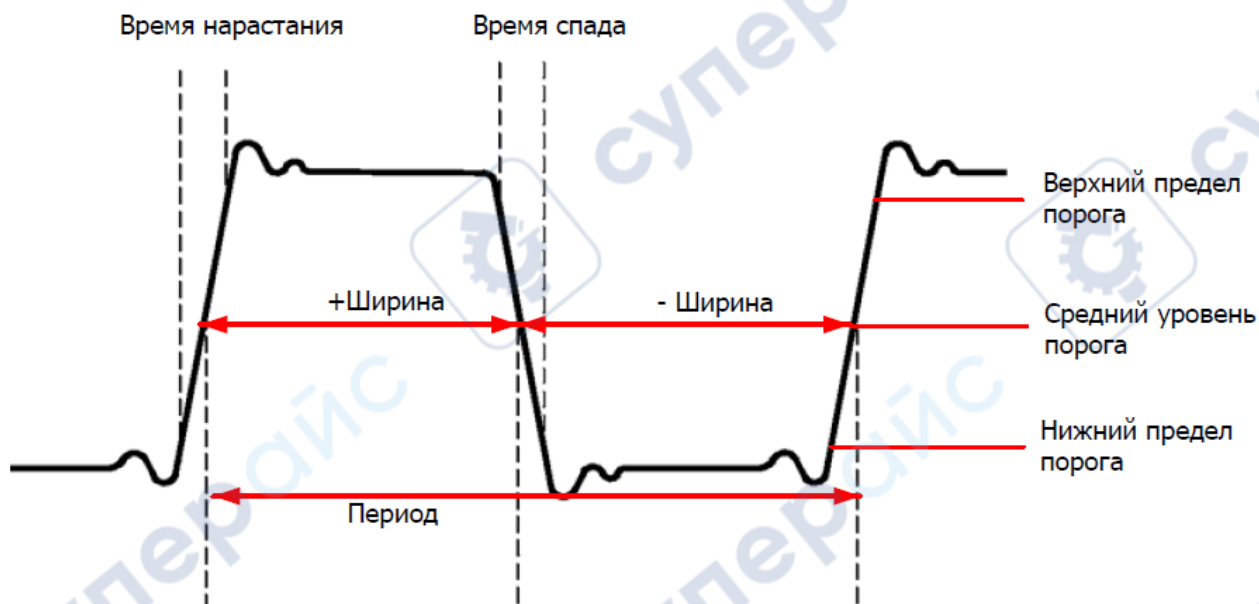
- через иконку функциональной навигации  и выбрав **Measure**;
- клавишей  на передней панели;
- кнопкой **Measure** на панели инструментов;
- кнопкой **Measure** в меню Vertical.

Измеряемые параметры

Можно задавать источник, включать/выключать режим всех измерений, статистику и другие функции. Результаты выводятся в боковой панели Result.

СОВЕТ. Если на выбранном источнике нет сигнала либо результат выходит за допустимый диапазон (слишком велик или мал), измерение считается недействительным и отображается *****. Подайте корректный сигнал либо измените его настройки.

9.2.1 Временные параметры



Временные параметры

- **Период** (Period) — время между точками среднего порога двух последовательных одноименных фронтов.
- **Частота** (Frequency) — величина, обратная периоду.
- **Время нарастания** (Rise Time) — время нарастания амплитуды от нижнего до верхнего порога.
- **Время спада** (Fall Time) — время спада амплитуды от верхнего до нижнего порога.
- **+Ширина** (+Width) — время от точки среднего порога нарастающего фронта до точки среднего порога следующего спадающего фронта.
- **-Ширина** (-Width) — время от точки среднего порога спадающего фронта до точки среднего порога следующего нарастающего фронта.
- **Положительный коэффициент заполнения** (+Duty) — отношение длительности положительного импульса к периоду.
- **Отрицательный коэффициент заполнения** (-Duty) — отношение длительности отрицательного импульса к периоду.
- **Tvmax** — время, соответствующее максимальному значению осциллограммы Vmax.
- **Tvmin** — время, соответствующее минимальному значению Vmin.

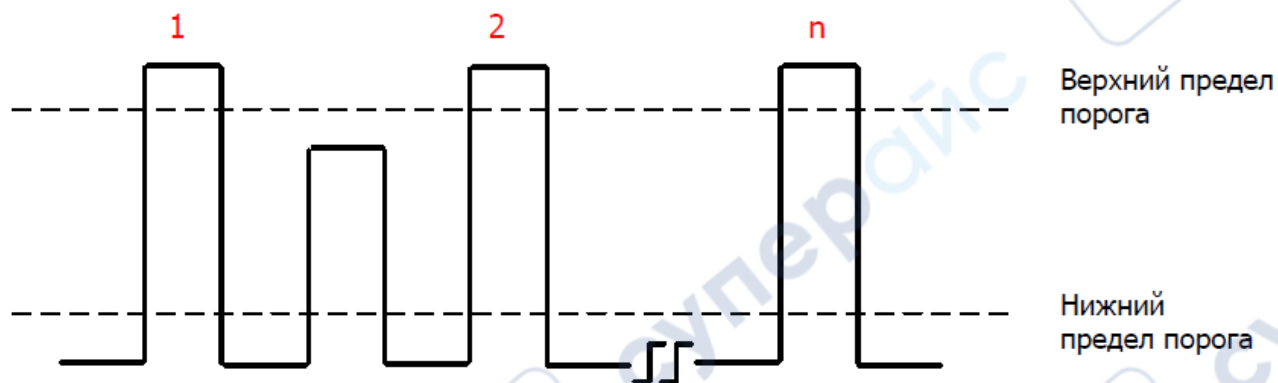
Значения верхнего, среднего и нижнего порогов по умолчанию: 90 %, 50 % и 10 % соответственно.

9.2.2 Счетчики событий

Для счетчиков верхний и нижний пороги по умолчанию равны 90 % и 10 %.

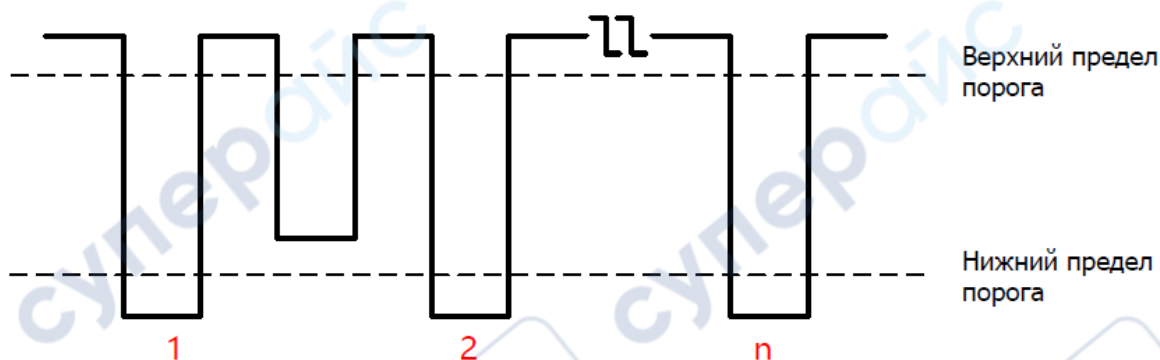
- **Positive Pulse Count** — число положительных импульсов, которые переходят от уровня ниже нижнего порога к уровню выше верхнего порога.

Количество положительных импульсов = n



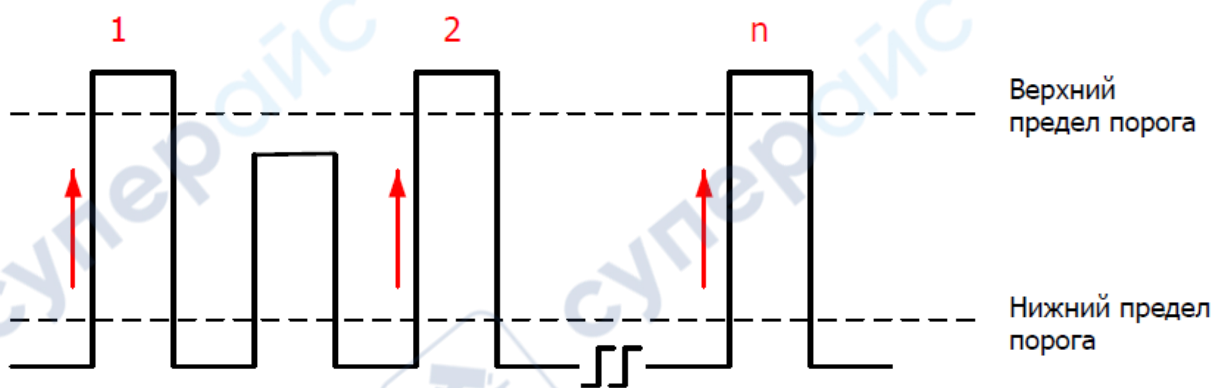
• **Negative Pulse Count** — число отрицательных импульсов, которые переходят от уровня выше верхнего порога к уровню ниже нижнего порога.

Количество отрицательных импульсов = n

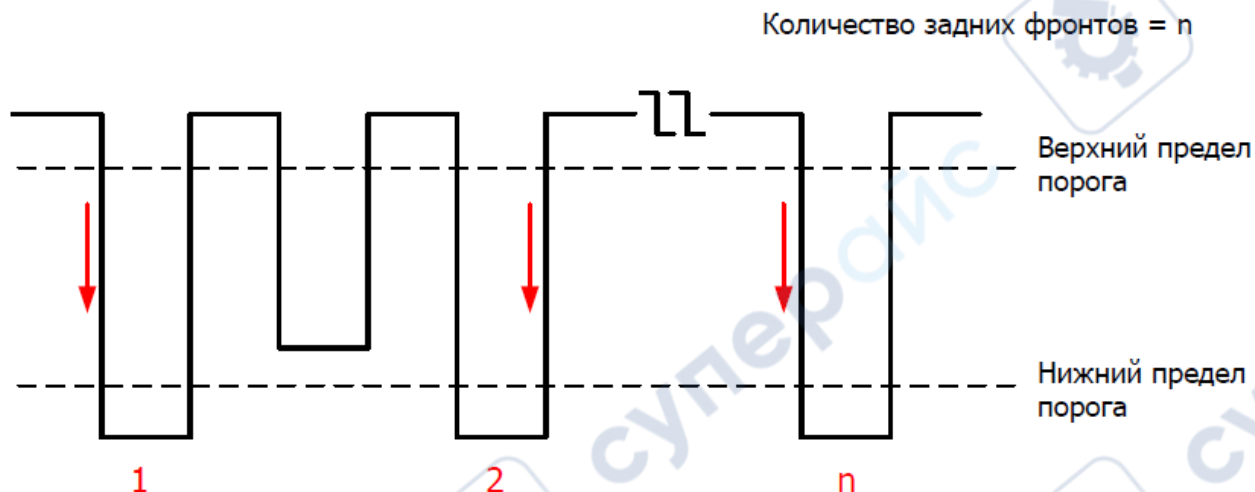


• **Rising Edge Count** — число нарастающих фронтов, проходящих от уровня ниже нижнего порога к уровню выше верхнего порога.

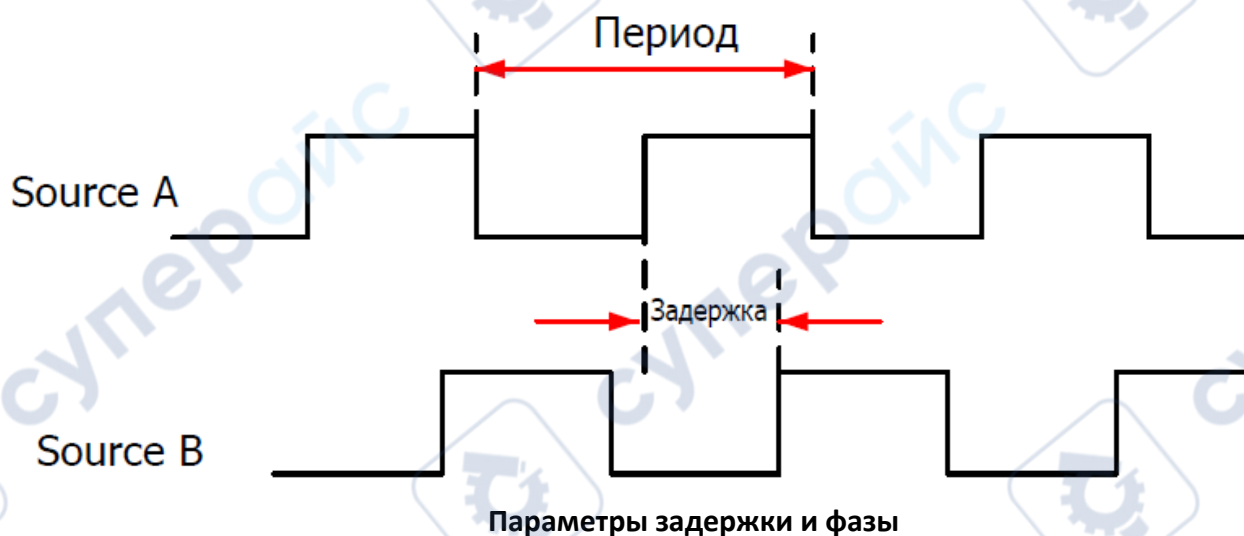
Количество передних фронтов = n



• **Falling Edge Count** — число спадающих фронтов, проходящих от уровня выше верхнего порога к уровню ниже нижнего порога.



9.2.3 Параметры задержки и фазы



Delay – задержка; **Period** – период

1. **Delay(r-r)** — разность времени между точками среднего порога нарастающих фронтов источников A и B (Source A и Source B). Отрицательное значение означает, что нарастающий фронт A произошел после фронта B.

2. **Delay(f-f)** — Определяет разницу во времени между средними пороговыми уровнями задних фронтов источника A и источника B. Отрицательное значение задержки означает, что задний фронт источника A возник после заднего фронта источника B.

3. **Delay(r-f)** — Определяет разницу во времени между средними пороговыми уровнями переднего фронта источника A и заднего фронта источника B. Отрицательное значение задержки означает, что передний фронт источника A возник после заднего фронта источника B.

4. **Delay(f-r)** — Определяет разницу во времени между средними пороговыми уровнями заднего фронта источника A и переднего фронта источника B. Отрицательное значение задержки означает, что задний фронт источника A возник после переднего фронта источника B.

5. **Phase(r-r)** — Определяет фазовое отклонение между средними пороговыми уровнями передних фронтов источника A и источника B. Формула расчёта фазы:.

$$Phase_{A_R B_R} = \frac{Delay_{A_R B_R}}{Period_{source A}} \times 360^\circ$$

где

$Phase_{A_R B_R}$ представляет $Phase(r-r)$;

$Delay_{A_R B_R}$ представляет $Delay(r-r)$;

$Period_{source A}$ представляет период источника A.

6. Phase(f-f) — Определяет фазовое отклонение между средними пороговыми уровнями задних фронтов источника А и источника В. Формула расчёта фазы:

$$PhaseA_FB_F = \frac{DelayA_FB_F}{Period_{sourceA}} \times 360^\circ$$

где:

$PhaseA_FB_F$ представляет $Phase(f-f)$;

$DelayA_FB_F$ представляет $Delay(f-f)$;

$Period_{sourceA}$ представляет период источника А.

7. Phase(r-f) — Определяет фазовое отклонение между средними пороговыми уровнями переднего фронта источника А и заднего фронта источника В. Формула расчёта фазы:

$$PhaseA_RB_F = \frac{DelayA_RB_F}{Period_{sourceA}} \times 360^\circ$$

где:

$PhaseA_RB_F$ представляет $Phase(r-f)$;

$DelayA_RB_F$ представляет $Delay(r-f)$;

$Period_{sourceA}$ представляет период источника А.

8. Phase(f-r) — Определяет фазовое отклонение между средними пороговыми уровнями заднего фронта источника А и переднего фронта источника В.

$$PhaseA_FB_R = \frac{DelayA_FB_R}{Period_{sourceA}} \times 360^\circ$$

где:

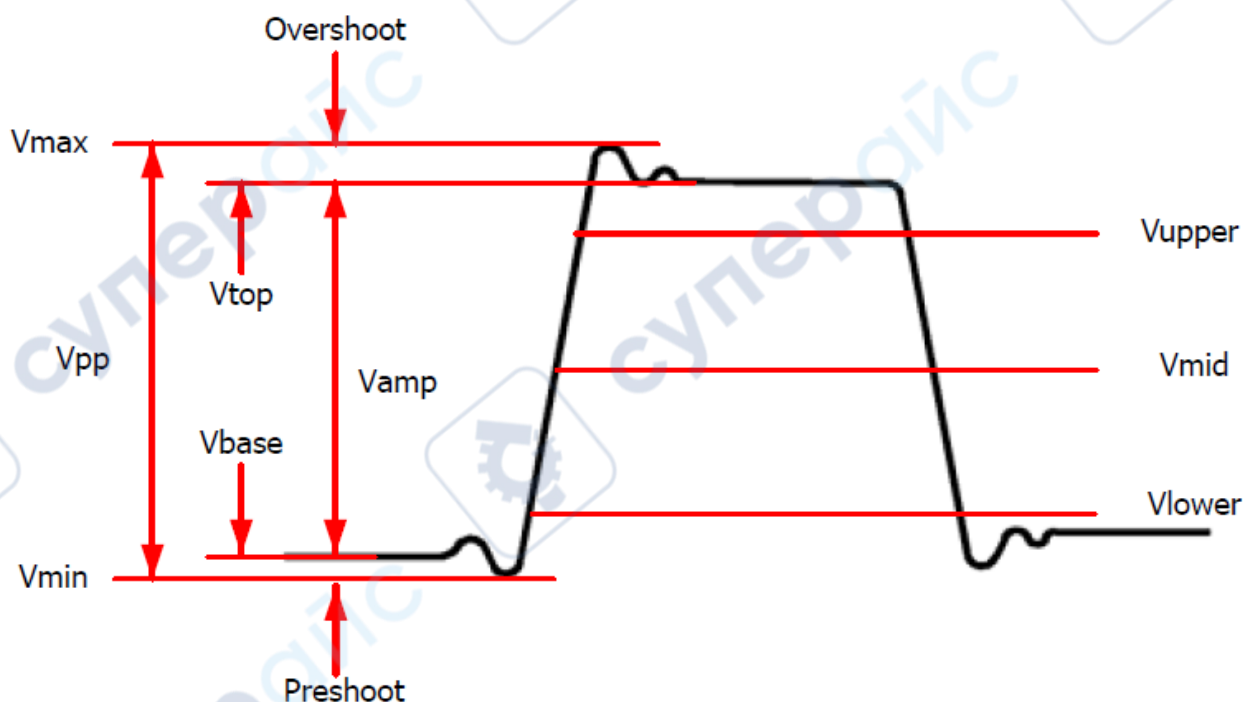
$PhaseA_FB_R$ представляет $Phase(f-r)$;

$DelayA_FB_R$ представляет $Delay(f-r)$;

$Period_{sourceA}$ представляет период источника А.

СОВЕТ. В качестве Source А и Source В могут использоваться любые аналоговые каналы, а также Math1–Math4. Значение среднего порогового уровня по умолчанию составляет 50%.

9.2.4 Параметры напряжения



Параметры напряжения

1. **Vmax** — напряжение от самой высокой точки осциллограммы до GND.

2. **Vmin** — напряжение от самой низкой точки до GND.

3. **Vpp** — разность между максимальной и минимальной точками.
4. **Vtop** — напряжение от плоской верхней части сигнала до GND.
5. **Vbase** — напряжение от плоской нижней части сигнала до GND.
6. **Vamp** — разность между верхним и нижним уровнями осциллограммы.
7. **Vupper** — фактическое напряжение, соответствующее верхнему порогу.
8. **Vmid** — фактическое напряжение среднего порога.
9. **Vlower** — фактическое напряжение нижнего порога.
10. **Vavg** — среднее арифметическое по всей осциллограмме или заданной области:

$$Average = \sum_{i=1}^n x_i$$

где:

x_i — значение i -й точки, а n — количество измеряемых точек.

11. **VRMS** — среднеквадратическое значение по всей осциллограмме или заданной области:

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}}$$

где:

x_i — результат измерения i -й точки, а n — количество измеряемых точек.

12. **Per.VRMS** — среднеквадратическое значение в пределах одного периода.
13. **Overshoot** — отношение разности между максимальным и верхним уровнем к амплитуде.
14. **Preshoot** — отношение разности между минимальным и базовым уровнем к амплитуде.
15. **AC RMS** — среднеквадратическое значение с исключенной постоянной составляющей; рассчитывается как стандартное отклонение отсчетов относительно среднего значения.

$$Std.Dev = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - Average)^2}{n}}$$

где:

x_i — амплитуда i -й точки, $Average$ — среднее значение формы сигнала, а n — количество измеряемых точек.

9.2.5 Другие параметры

- **Positive Slew Rate (Положительная скорость нарастания):**

На переднем фронте сначала вычисляется разность между высоким и низким значениями, затем полученная разность делится на соответствующее значение времени для получения положительной скорости нарастания.

- **Negative Slew Rate (Отрицательная скорость спада):**

На заднем фронте сначала вычисляется разность между низким и высоким значениями, затем полученная разность делится на соответствующее значение времени для получения отрицательной скорости спада.

- **Area (Площадь):**

Указывает площадь всей формы сигнала в пределах экрана. Единица измерения — В·с.

Площадь формы сигнала выше нулевого опорного уровня (то есть уровня вертикального смещения) является положительной, а площадь формы сигнала ниже нулевого опорного уровня — отрицательной. Измеренная площадь представляет собой алгебраическую сумму площадей всей формы сигнала в пределах экрана.

- **Period Area (Площадь периода):**

Указывает площадь первого периода формы сигнала, отображаемого на экране. Единица измерения — В·с.

Площадь формы сигнала выше нулевого опорного уровня (то есть уровня вертикального смещения) является положительной, а площадь формы сигнала ниже нулевого опорного уровня — отрицательной.

Измеренная площадь представляет собой алгебраическую сумму площади всего периода сигнала.

9.2.6 Выбор измеряемого параметра

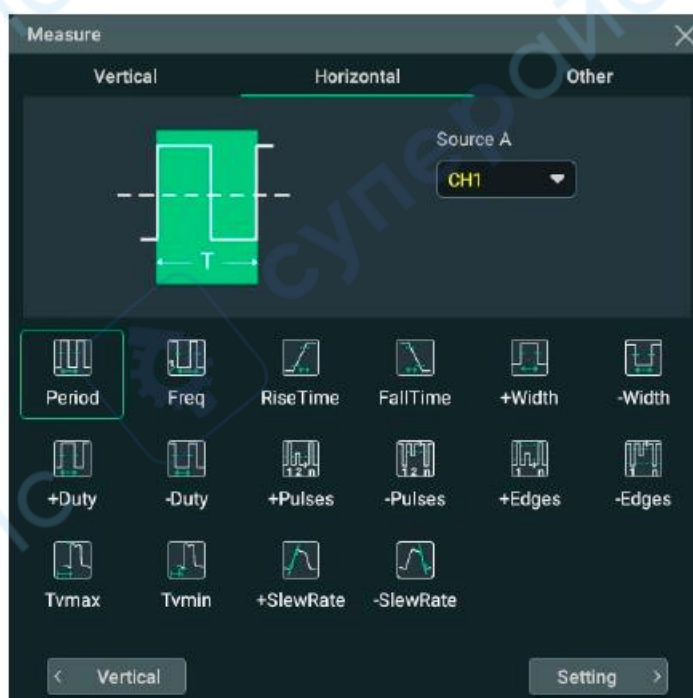
В меню **Measure** выберите вкладку **Horizontal**, **Vertical** или **Other**, затем требуемый параметр. Одновременно можно включить до 14 измерений.

Vertical: Vmax, Vmin, Vpp, Vtop, Vbase, Vamp, Vupper, Vmid, Vlower, Vavg, VRMS, Per.VRMS, Overshoot, Preshoot, Area, Per.Area, AC.RMS.



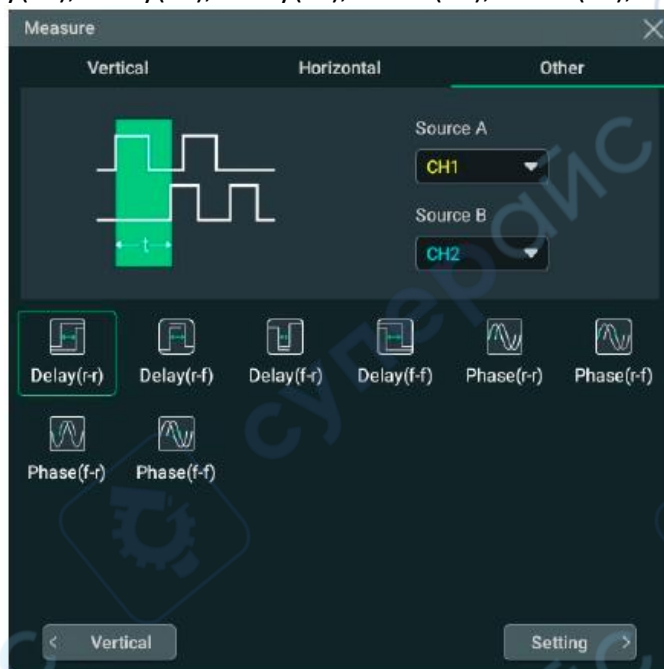
Вертикальные измерения

Horizontal: Period, Frequency, Rise Time, Fall Time, +Width, -Width, +Duty, -Duty, Positive Pulse Count, Negative Pulse Count, Rising Edge Count, Falling Edge Count, Tvmax, Tvmin, +Slew Rate, -Slew Rate.



Горизонтальные измерения

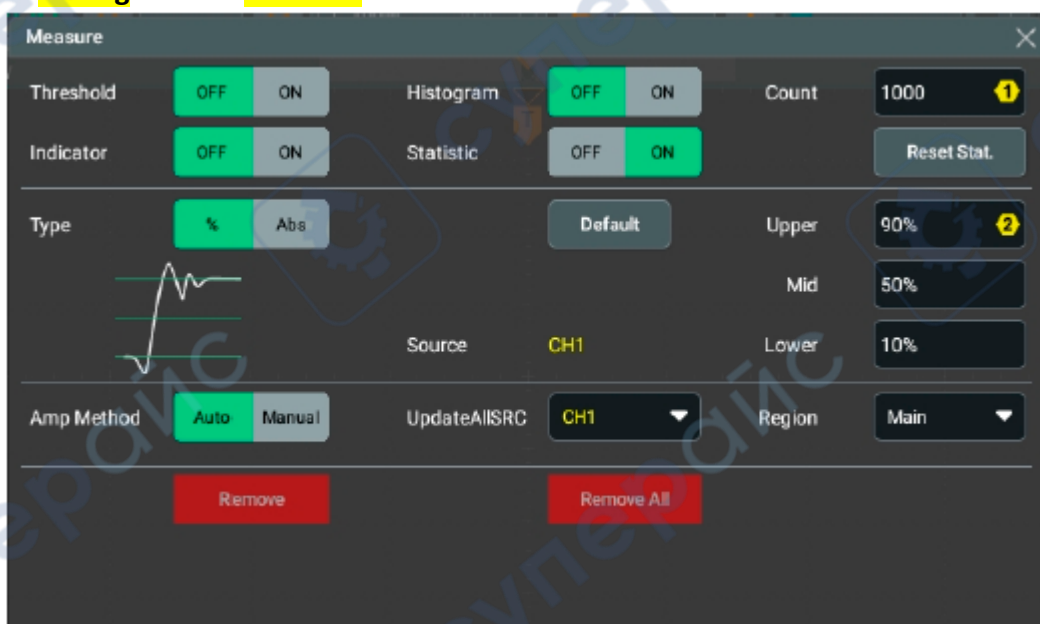
Other: Delay(r-r), Delay(r-f), Delay(f-r), Delay(f-f), Phase(r-r), Phase(r-f), Phase(f-r), Phase(f-f).



Другие измерения

9.2.7 Настройки измерений

Нажмите **Setting** в меню **Measure**.

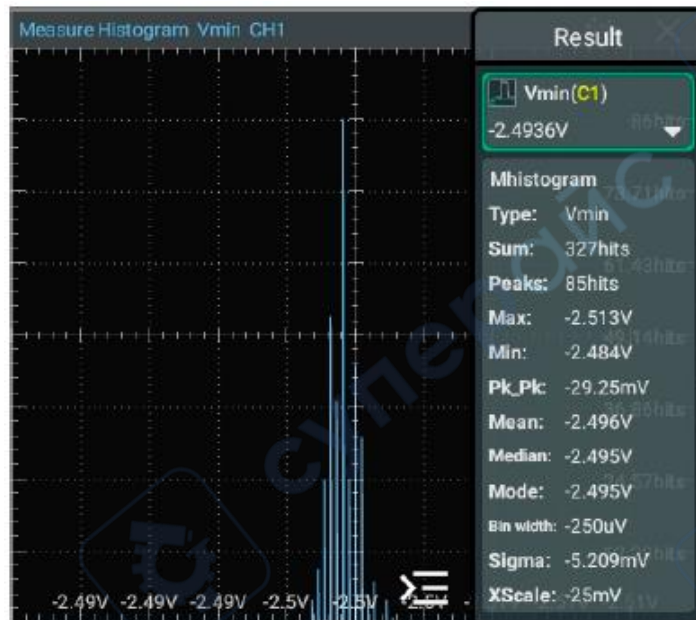


Меню настроек измерений

Histogram

Переключатель **Histogram** включает/выключает гистограмму измерения. После включения появляется окно Measure Histogram, а в **Result** — метка результатов анализа гистограммы.

ПРИМЕЧАНИЕ. До включения Measure Histogram необходимо добавить хотя бы один измеряемый параметр.



После включения гистограммы новый параметр, добавленный через выбор измерений, становится параметром гистограммы. В панели Result можно также нажать метку добавленного параметра (например Vpp/Vmin) и сменить измеряемый параметр.

Indicator

Indicator включает курсорные индикаторы мест выполнения выбранных автоматических измерений. До включения должен быть активирован хотя бы один параметр автоматического измерения.

COBET. Если параметр не выбран или источник отсутствует, индикатор недоступен. При горизонтальном масштабировании осциллограммы положение индикатора изменяется.

Measurement Threshold (Порог измерения)

- Выберите представление порогов: **%** или **Abs**.
- Нажмите или коснитесь поля ввода **Upper** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки верхнего предела измерения либо используйте соответствующий многофункциональный регулятор для установки значения.

Если верхний предел установлен меньше или равен текущему среднему значению, отображается сообщение «Set at lower limit». После этого осциллограф автоматически скорректирует верхний предел и установит его выше среднего значения. Значение по умолчанию: 90%. Абсолютное значение по умолчанию зависит от вертикальных настроек канала.

- Нажмите или коснитесь поля ввода **Mid** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки среднего значения измерения либо используйте соответствующий многофункциональный регулятор для установки значения. Среднее значение ограничивается настройками верхнего и нижнего пределов. Значение по умолчанию: 50%. Абсолютное значение по умолчанию зависит от вертикальных настроек канала.

- Нажмите или коснитесь поля ввода **Lower** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки нижнего предела измерения либо используйте соответствующий многофункциональный регулятор для установки значения.

Если нижний предел установлен больше или равен текущему среднему значению, отображается сообщение «Set at upper limit». После этого осциллограф автоматически скорректирует нижний предел и установит его ниже среднего значения. Значение по умолчанию: 10%. Абсолютное значение по умолчанию зависит от вертикальных настроек канала.

Нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для параметра **Threshold**, чтобы включить или отключить настройки порогового уровня.

COBET. Изменение порогов влияет на результаты временных измерений, задержки и фазы.

Measurement Range (Диапазон измерения)

Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Region** для выбора значения «Main» или «Zoom».

- **Main:** Указывает, что диапазон измерения находится в основной области временной базы.
- **Zoom:** Указывает, что диапазон измерения находится в увеличенной области временной базы. Для использования режима «Zoom» необходимо предварительно включить Zoom Mode (Delayed Sweep).

- **Cursor:** область между CursorA и CursorB. При выборе отображаются два курсора; их положение задаётся полями **CursorA/CursorB**. При включении **CursorAB** расстояние между курсорами фиксируется и оба перемещаются одновременно.

COBET. Для Region = Zoom предварительно включите Delayed Sweep.

Amplitude Measurement Method (Метод измерения амплитуды)

Выберите **Auto** или **Manual** для выбора метода измерения амплитуды. Выбранный метод влияет на способ измерения значений Top и Base.

Если выбран режим «Manual», выполните настройку следующих параметров:

- Нажмите или коснитесь переключателя **Top** для выбора метода измерения верхнего значения: **Histogram; Max-Min**.

- Нажмите или коснитесь переключателя **Base** для выбора метода измерения нижнего значения: **Histogram; Max-Min**.

COBET. Ручной метод может повлиять на результаты других параметров. Пункты Histogram и Max-Min здесь являются внутренними алгоритмами определения уровней и не относятся к отдельной функции Histogram Analysis.

Изменение источника всех измерений

В **UpdateAllSRC** выберите источник; все добавленные измерения будут переведены на него. Доступны CH1–CH4, D0–D15 и Math1–Math4.

Статистика результатов

Статистика может отображаться в нижней части экрана, справа либо одновременно в обеих областях.

В списке результатов в правой части экрана нажмите или коснитесь  в нижней правой области отображаемого пункта измерения, чтобы развернуть все статистические результаты выбранного пункта измерения. Нажмите или коснитесь ещё раз , чтобы свернуть отображаемые статистические результаты выбранного пункта измерения. При этом будет отображаться только текущее значение.



В меню настройки выбранного пункта измерения нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для параметра **Statistic**, чтобы в списке результатов отображались либо все статистические результаты, либо только текущее значение выбранного пункта измерения.

Set the Measurement Count (Настройка количества измерений)

В меню настройки измерений нажмите или коснитесь поля ввода **Count** и установите количество статистических измерений с помощью всплывающей виртуальной цифровой клавиатуры. Также можно повернуть указанный регулятор, назначенный для поля ввода, чтобы установить значение. Диапазон настройки: от 2 до 100 000. Значение по умолчанию: 1 000.

Reset the Statistics of the Measurement Results (Сброс статистики результатов измерений)

В списке результатов в правой части экрана нажмите или коснитесь любого пункта измерения, после чего отобразятся подменю. Нажмите или коснитесь **Reset Stat.**, чтобы удалить сохранённые статистические данные всех измеренных значений и выполнить повторный статистический анализ.

Также можно нажать или коснуться **Reset Stat.** в меню настройки измерений для сброса статистики.

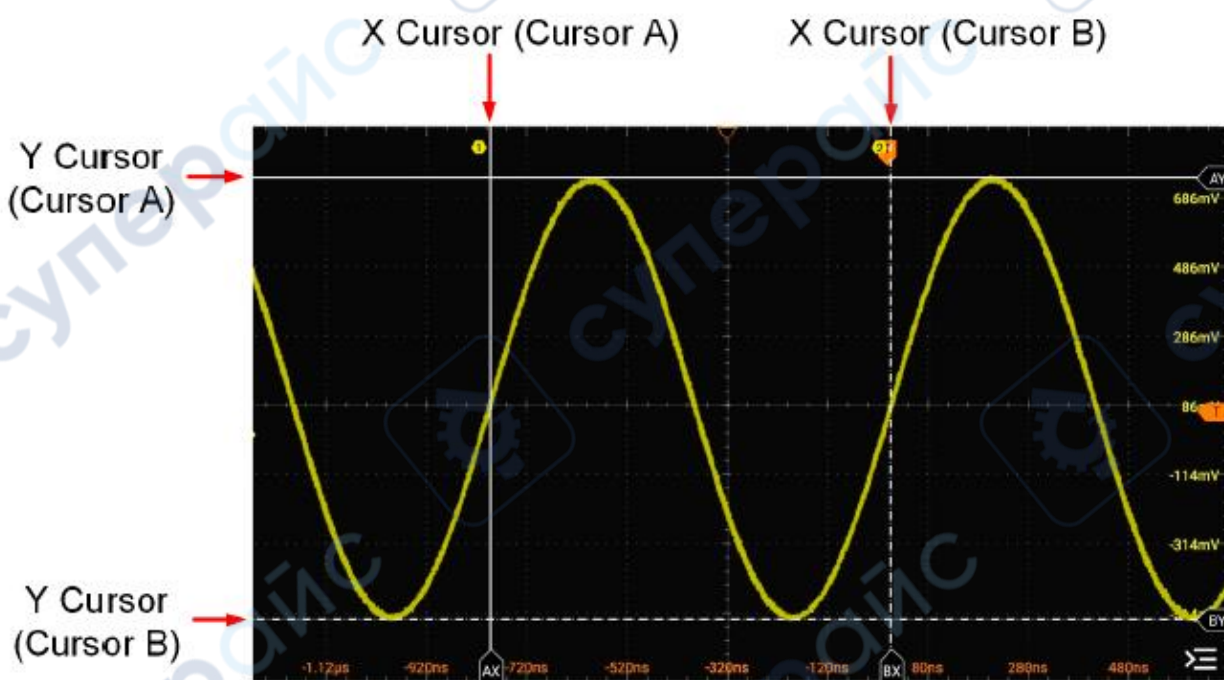
9.2.8 Удаление результатов измерений

Для отдельного параметра выберите Remove в его настройках или в контекстном меню результата либо перетащите элемент результата вправо.

Для удаления всех параметров используйте **Remove All** в меню настроек или контекстном меню любого результата.

9.3 Курсорные измерения

Курсоры позволяют измерять координаты по оси X (например, время) и Y (например, напряжение). Перед измерением обеспечьте устойчивое отображение входного сигнала.



Курсоры

X Cursor (Курсор X)

Курсор X представляет собой вертикальную сплошную/пунктирную линию, используемую для выполнения горизонтальных измерений. Он может использоваться для измерения: времени (с); частоты (Гц).

- Cursor A — вертикальная сплошная линия (AX отображается в нижней части экрана).
- Cursor B — вертикальная пунктирная линия (BX отображается в нижней части экрана).
- В режиме курсоров XY курсор X используется для измерения амплитуды формы сигнала источника X.

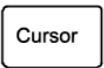
Y Cursor (Курсор Y)

Курсор Y представляет собой горизонтальную сплошную/пунктирную линию, используемую для выполнения вертикальных измерений. Он может использоваться для измерения амплитуды (единица измерения совпадает с единицей амплитуды исходного канала).

- Cursor A — горизонтальная сплошная линия (AY отображается в правой части экрана).

- Cursor B — горизонтальная пунктирная линия (BY отображается в правой части экрана).
- В режиме курсоров XY курсор Y используется для измерения амплитуды формы сигнала источника Y.

Включить курсорные измерения можно следующими способами:

- Нажмите или коснитесь значка навигации функций  → **Cursors** для включения курсорных измерений.
- Нажмите или коснитесь кнопки **Cursors** на панели инструментов для включения курсорных измерений.
- Нажмите клавишу  на передней панели прибора для включения курсорных измерений.

Результаты измерений отображаются в строке «Result» в правой части экрана.



- AX: Указывает значение X в положении курсора A.
- AY: Указывает значение Y в положении курсора A.
- BX: Указывает значение X в положении курсора B.
- BY: Указывает значение Y в положении курсора B.
- ΔX: Указывает горизонтальный интервал между курсорами A и B.
- ΔY: Указывает вертикальный интервал между курсорами A и B.
- 1/ΔX: Указывает величину, обратную горизонтальному интервалу между курсорами A и B.

Нажмите или коснитесь строки результатов, затем во всплывающем окне выберите **Remove** или **Setting**.

- Нажмите или коснитесь **Remove**. Текущие результаты курсорных измерений будут удалены.
- Нажмите или коснитесь **Setting**. Отобразится меню «Cursors». В данном меню можно выбрать режим курсоров: Manual; Track; XY.

9.3.1 Ручной режим — Manual

В режиме ручного управления курсорами можно вручную изменять положение курсора для измерения значения формы сигнала выбранного источника в текущем положении курсора. Если настройки таких параметров, как тип курсора и источник измерения, отличаются, результаты курсорных измерений также будут различаться.

В меню **Cursors** нажмите или коснитесь **Manual** в пункте **Mode** для включения ручного режима курсорных измерений. Результаты измерений отображаются в списке Result в правой части экрана. При изменении положения курсора результаты измерений изменяются соответствующим образом.

Source: None, CH1–CH4 или Math1–Math4. Выбранный канал включается автоматически.

Select:

Нажмите или коснитесь переключателя **Select** для выбора значения «X» или «Y».

- X: Представляет собой пару вертикальных линий: сплошная линия (Cursor A) и пунктирная линия (Cursor B), используемых для измерения временных параметров. Результаты измерения включают: AX; BX; ΔX ; $1/\Delta X$.

- Y: Представляет собой пару горизонтальных линий: сплошная линия (Cursor A) и пунктирная линия (Cursor B), используемых для измерения параметров напряжения. Результаты измерения включают: AY; BY; ΔY .

Настройка положения курсора

1. При выборе «X» можно настроить положение X-курсора.

- Нажмите или коснитесь поля ввода **AX** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки горизонтального положения курсора A (X-курсора). Горизонтальная ось отображает время, а единица измерения установленного значения совпадает с единицей измерения горизонтальной шкалы. Диапазон настройки ограничен областью экрана.

- Нажмите или коснитесь поля ввода **BX** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки горизонтального положения курсора B (X-курсора). Горизонтальная ось отображает время, а единица измерения установленного значения совпадает с единицей измерения горизонтальной шкалы. Диапазон настройки ограничен областью экрана.

- Нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для параметра **AX BX**, чтобы включить или отключить одновременную настройку горизонтального положения курсоров A и B (X-курсов). Горизонтальный интервал между курсорами A и B (X-курсорами) при этом остаётся неизменным.

2. При выборе «Y» можно настроить положение Y-курсора.

- Нажмите или коснитесь поля ввода **AY**, затем используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки вертикального положения курсора A (Y-курсора). Вертикальная ось отображает напряжение, а единица измерения установленного значения совпадает с единицей измерения вертикальной шкалы.

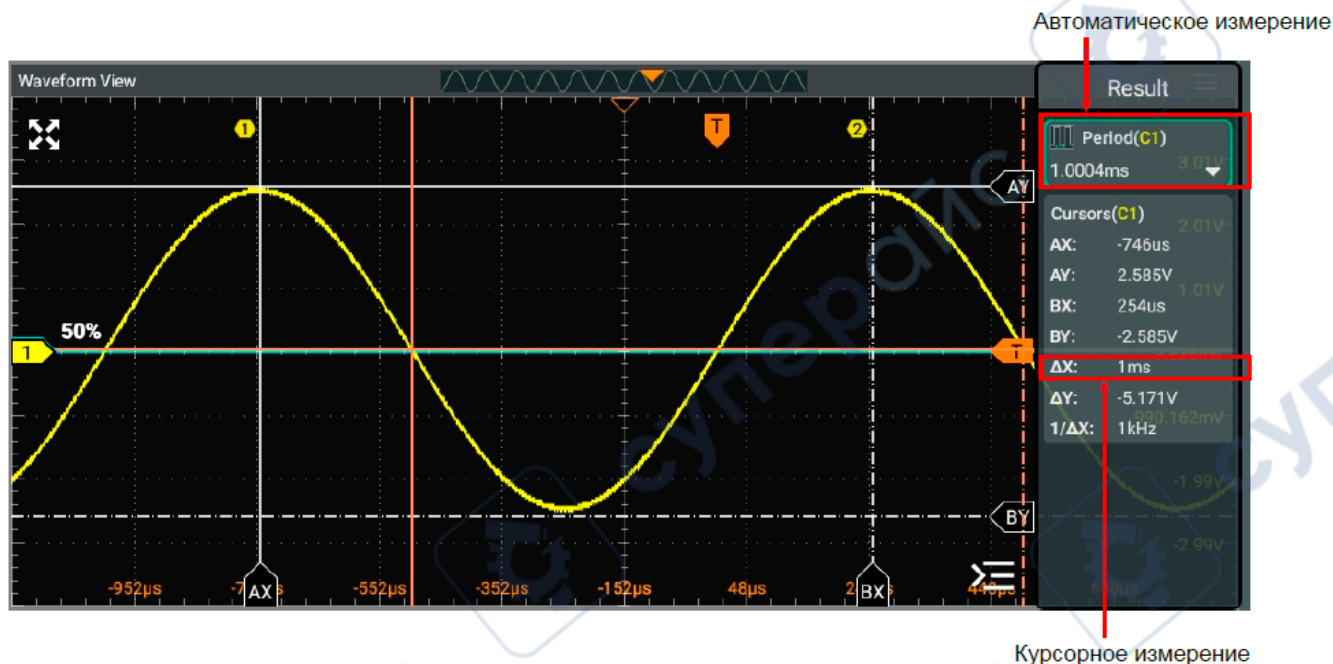
- Нажмите или коснитесь поля ввода **BY** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки вертикального положения курсора B (Y-курсора). Вертикальная ось отображает напряжение, а единица измерения установленного значения совпадает с единицей измерения вертикальной шкалы.

- Нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для параметра **AY BY**, чтобы включить или отключить одновременную настройку вертикального положения курсоров A и B (Y-курсов). Вертикальный интервал между курсорами A и B (Y-курсорами) при этом остаётся неизменным.

Также для настройки положения курсора можно использовать назначенный многофункциональный регулятор .

Пример измерения

Измерение периода синусоидального сигнала с использованием ручного курсорного измерения и автоматического измерения. Результаты обоих методов измерения составляют 1 мс.



Пример ручного курсорного измерения

9.3.2 Режим слежения — Track

В режиме Track можно настроить две пары курсоров (Cursor A и Cursor B) для измерения значений X и Y на двух различных источниках соответственно. При горизонтальном/вертикальном перемещении курсоров маркеры автоматически устанавливаются на форме сигнала. При горизонтальном/вертикальном увеличении или сжатии формы сигнала маркеры будут отслеживать точки, отмеченные при последней настройке положения курсоров.

В меню **Cursors** нажмите или коснитесь **Track** в пункте **Mode** для включения функции курсорных измерений в режиме отслеживания. Результаты измерений отображаются в списке «Result» в правой части экрана.

Выбор источника измерения

None, CH1–CH4 или Math1–Math4; выбранные каналы включаются автоматически.

Выбор режима отслеживания

Нажмите или коснитесь значения «X» или «Y» в разделе **Track** для выбора текущей оси отслеживания. Значение по умолчанию — «X».

- **X:** При настройке положения X-курсора Y-курсоры автоматически отслеживают точку пересечения между X-курсором и сигналом источника.

- **Y:** При настройке положения Y-курсора X-курсоры автоматически отслеживают точку пересечения между Y-курсором и сигналом источника.

Настройка положения курсора

- При выборе «X» можно настроить положение X-курсора:
 - Нажмите или коснитесь поля ввода **AX** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки горизонтального положения курсора A (X-курсора). Диапазон настройки ограничен областью экрана.

- Нажмите или коснитесь поля ввода **BX** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки горизонтального положения курсора B (X-курсора). Диапазон настройки ограничен областью экрана.

- Нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для параметра **AX BX**, чтобы включить или отключить одновременную настройку горизонтального положения курсоров A и B (X-курсоров). Горизонтальный интервал между курсорами A и B остаётся неизменным.

- При выборе «Y» можно настроить положение Y-курсора:
 - Нажмите или коснитесь поля ввода **AY**, затем используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки вертикального положения курсора A (Y-курсора).

- Нажмите или коснитесь поля ввода **BY** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки вертикального положения курсора В (Y-курсора).

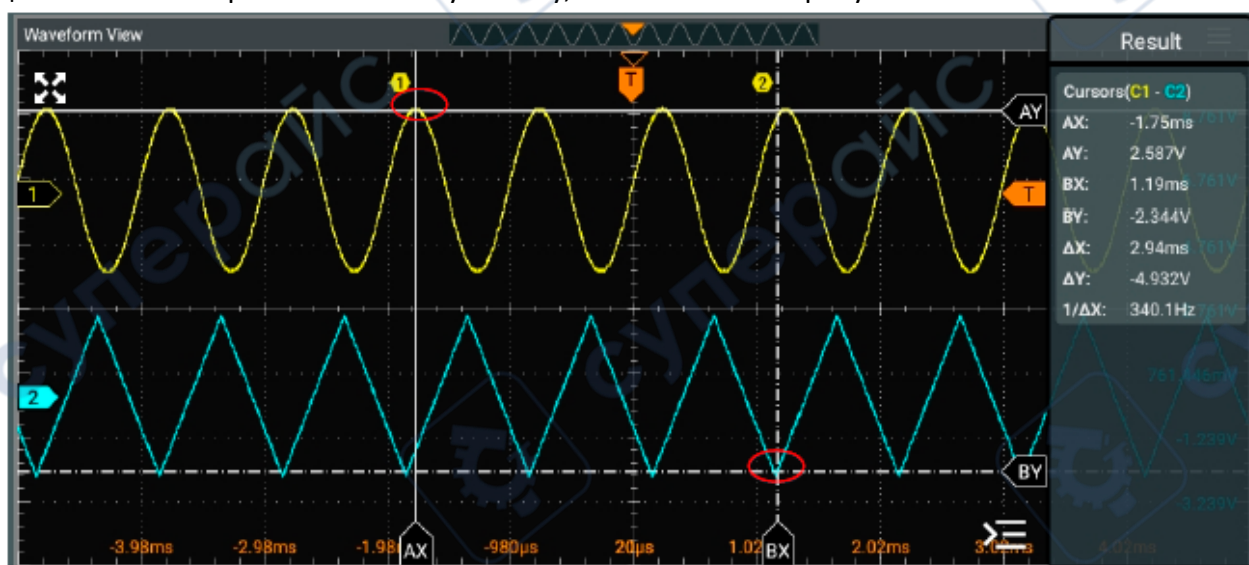
- Нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для параметра **AY BY**, чтобы включить или отключить одновременную настройку вертикального положения курсоров А и В (Y-курсоров). Вертикальный интервал между курсорами А и В остаётся неизменным.

Также для настройки положения курсора можно использовать назначенный многофункциональный регулятор .

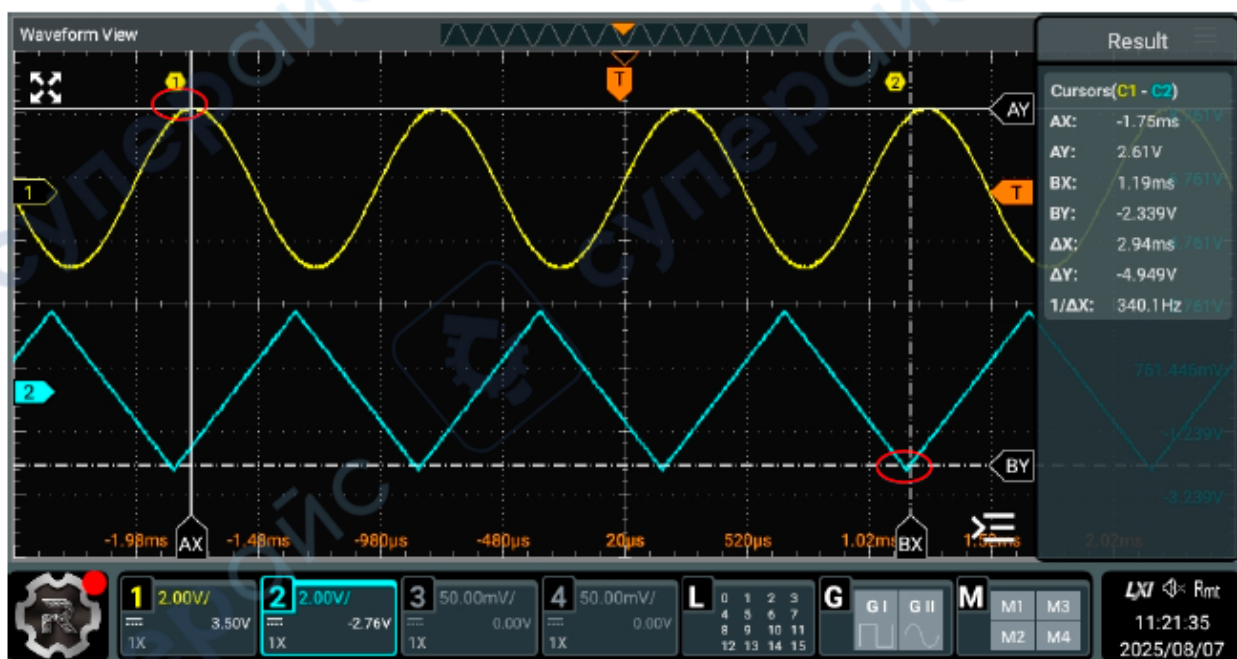
Пример измерения

Установите: **Source A** — CH1; **Source B** — CH2; **Track** — «X».

При настройке положения курсора AX курсор AY автоматически отслеживает точку пересечения между курсором AX и сигналом источника (CH1). При настройке положения курсора BX курсор BY автоматически отслеживает точку пересечения между курсором BX и сигналом источника (CH2). Результаты измерений отображаются в списке Result, как показано на рисунке. После этого выполните горизонтальное увеличение формы сигнала. Можно увидеть, что курсор будет отслеживать ранее отмеченную точку, как показано на рисунке.



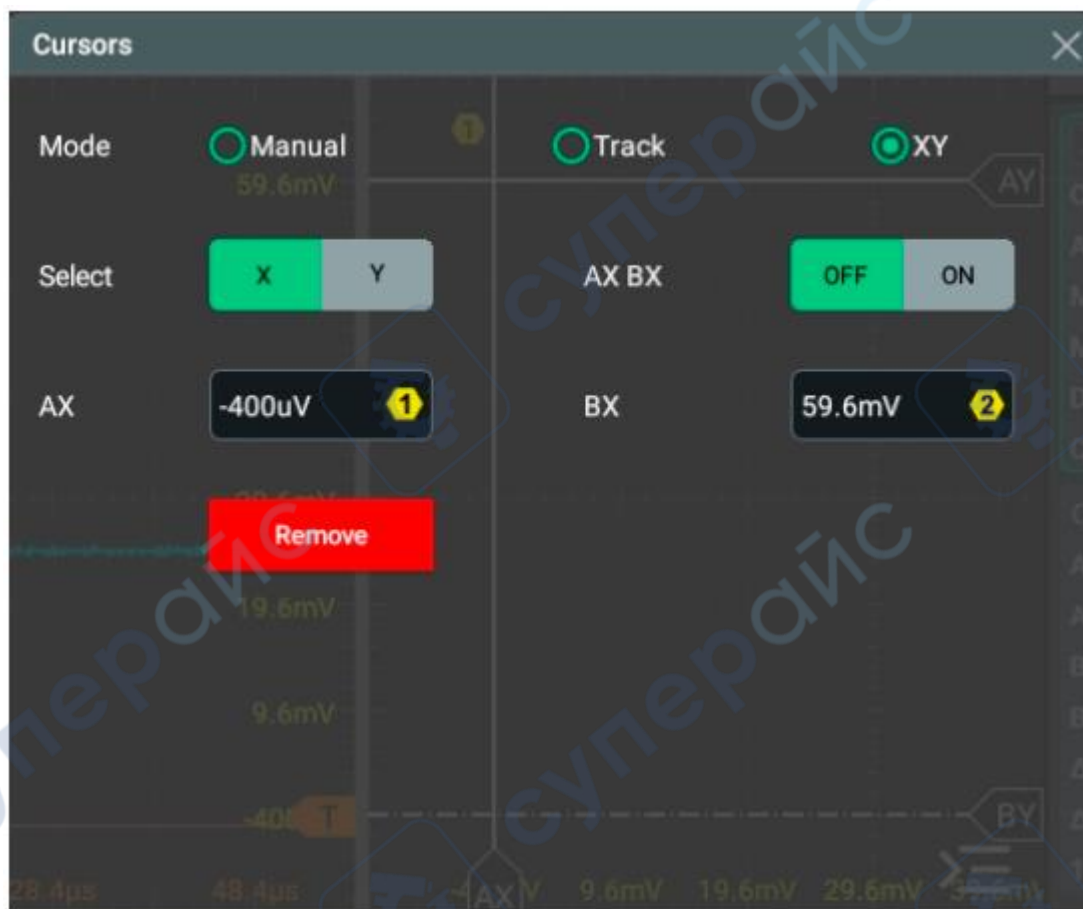
Track до горизонтального расширения



Track после горизонтального расширения

9.3.3 Режим XY

В меню **Cursors** нажмите или коснитесь **XY** в пункте **Mode** для включения курсорных измерений в режиме XY. Результаты измерений отображаются в списке Result в правой части экрана.



Меню настройки режима XY

Примечание

По умолчанию режим XY недоступен. Он становится доступным только при установке режима горизонтальной временной базы «XY».

Настройка положения курсора

- Нажмите или коснитесь вкладки «X» в пункте **Select** для выбора X-курсоров.
 - Нажмите или коснитесь поля ввода **AX** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки значения X в положении курсора A.
 - Нажмите или коснитесь поля ввода **BX** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки значения X в положении курсора B.
 - Нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для параметра **AX BX**, чтобы включить или отключить одновременную настройку значения X курсора A и значения X курсора B.
- Нажмите или коснитесь значения «Y» в пункте **Select** для выбора Y-курсоров.
 - Нажмите или коснитесь поля ввода **AY** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки значения Y в положении курсора A.
 - Нажмите или коснитесь поля ввода **BY** и используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки значения Y в положении курсора B.
 - Нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для параметра **AY BY**, чтобы включить или отключить одновременную настройку значения Y курсора A и значения Y курсора B.

Также для настройки положения курсора можно использовать назначенный многофункциональный регулятор .

Отключение курсорных измерений

- нажмите **Remove** в меню **Cursors**;
- нажмите метку Cursors в Result и выберите **Remove**;
- перетащите метку Cursors вправо;
- нажмите клавишу  на передней панели.

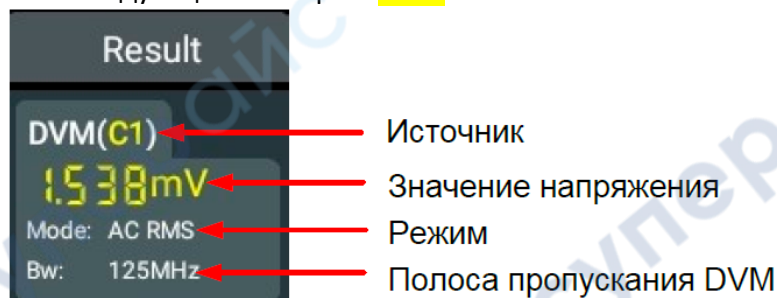
10 Цифровой вольтметр (DVM) и частотомер

Осциллограф имеет встроенные цифровой вольтметр и частотомер для более точных измерений напряжения, частоты, периода и количества событий.

10.1 Цифровой вольтметр (DVM)

Встроенный DVM выполняет 4-разрядное измерение напряжения на любом аналоговом канале. Измерения DVM выполняются асинхронно относительно системы захвата осциллографа и продолжаются постоянно.

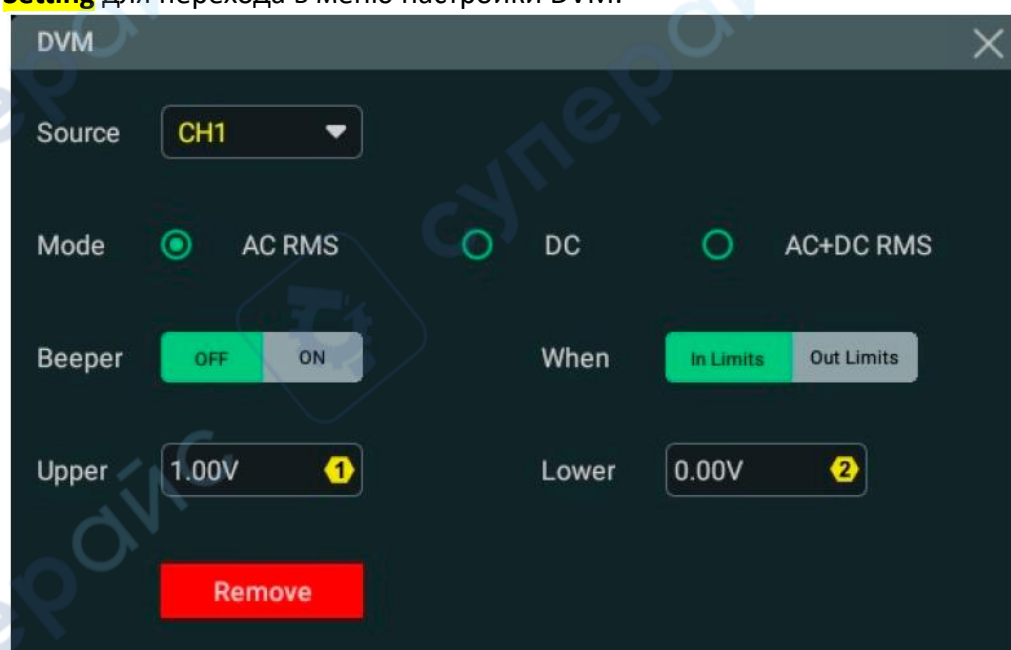
Включение:  > **DVM**, кнопка **DVM** на панели инструментов либо аппаратная клавиша  с последующим выбором **DVM**.



После включения в панели Result отображается метка DVM с текущим значением напряжения, режимом и полосой DVM. Значение также отражает экстремумы за последние 3 с. Нажмите метку и выберите **Setting** для настройки или **Remove** для выхода.

10.1.1 Настройки измерения

После включения измерения DVM список результатов DVM отображается в правой части экрана. Нажмите или коснитесь списка результатов, после чего отобразятся подменю. Нажмите или коснитесь **Setting** для перехода в меню настройки DVM.



Меню DVM

Source: выберите аналоговый канал CH1–CH4. DVM может измерять канал даже если его осциллограмма не включена.

Mode:

- AC RMS — среднеквадратическое значение с исключенной постоянной составляющей;
- DC — среднее значение захваченных данных;
- AC+DC RMS — полное среднеквадратическое значение.

Limits: переключатель **Beeper** включает звуковой сигнал по условию:

После включения функции можно настроить условие срабатывания звукового сигнала (When): In Limits; Out Limits.

- Настройка условий пределов

Нажмите или коснитесь для выбора значения «In Limits» или «Out Limits» в пункте **When**.

- In Limits: Если значение напряжения находится в пределах установленных ограничений, можно включить или отключить подачу звукового сигнала.

- Out Limits: Если значение напряжения выходит за пределы установленных ограничений, можно включить или отключить подачу звукового сигнала.

- Настройка верхнего/нижнего предела

- Нажмите или коснитесь поля ввода **Upper**, затем используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки верхнего предела напряжения либо используйте назначенный многофункциональный регулятор для установки значения.

- Нажмите или коснитесь поля ввода **Lower**, затем используйте всплывающую цифровую клавиатуру для установки нижнего предела напряжения либо используйте назначенный многофункциональный регулятор для установки значения.

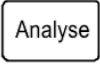
Диапазон настройки верхнего и нижнего предела: от –500 В до 500,00 мВ. Нижний предел не может быть больше верхнего.

10.1.2 Удаление измерения

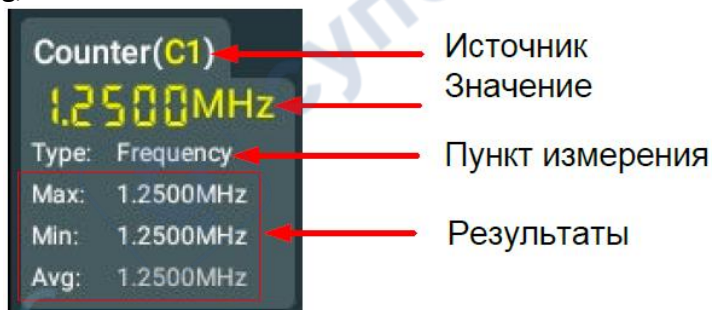
В меню метки DVM либо в меню настроек нажмите **Remove**. Результаты удаляются, функция DVM отключается.

10.2 Частотомер

Частотомер выполняет измерения частоты, периода или количества фронтов на выбранном источнике.

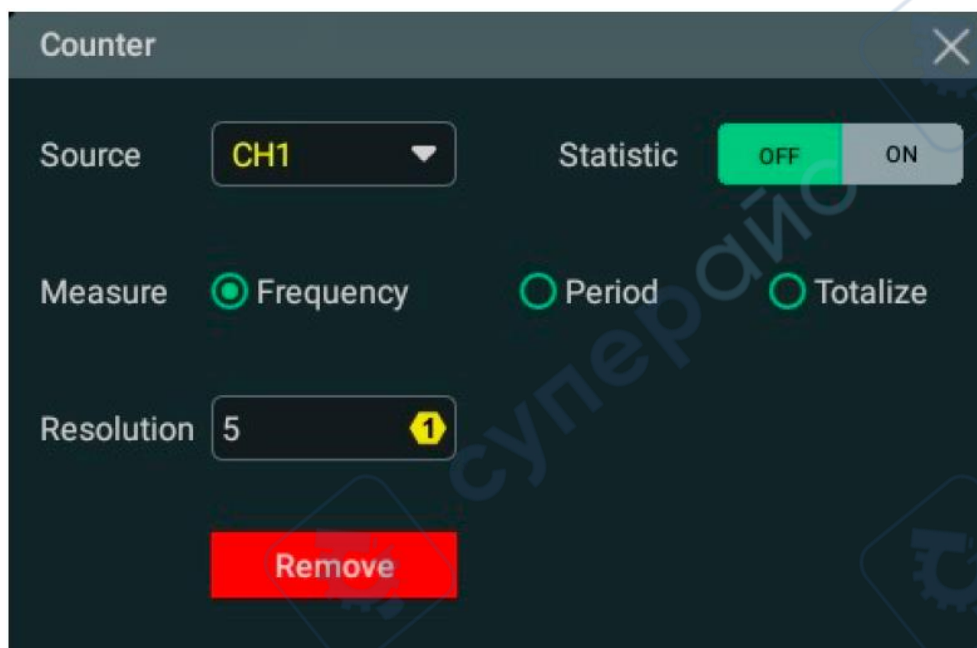
Включение:  > **Counter**, кнопка **Counter** на панели инструментов либо  > **Counter** с передней панели.

После включения в панели Result появляется метка Counter. В ее контекстном меню доступны Reset Stat, Setting, Remove.



10.2.1 Настройки измерения

После включения частотомера список результатов измерения частоты отображается в правой части экрана. Нажмите или коснитесь списка результатов, затем выберите **Setting**. После этого отобразится интерфейс настройки частотомера.



Меню частотомера

Source: аналоговый канал или цифровой канал — в зависимости от возможностей модели.

ПРИМЕЧАНИЕ. D0–D15 доступны только при подключённом пробнике цифровых каналов.

Resolution: для Frequency и Period задайте разрешение 3–6 разрядов; по умолчанию 4. Чем выше разрешение, тем больше время счета и продолжительность измерения.

Measure:

- Frequency — частота;
- Period — период;
- Totalize — количество событий фронта сигнала.

Clear Count: при Totalize сбрасывает счетчик и начинает подсчет заново.

Статистика: Для Frequency или Period переключатель

10.2.2 Сброс статистики

Statistic включает или отключает вывод статистики частотомера. **Reset Stat.** сбрасывает накопленную статистику; команда доступна как в меню Counter, так и из контекстного меню результата.

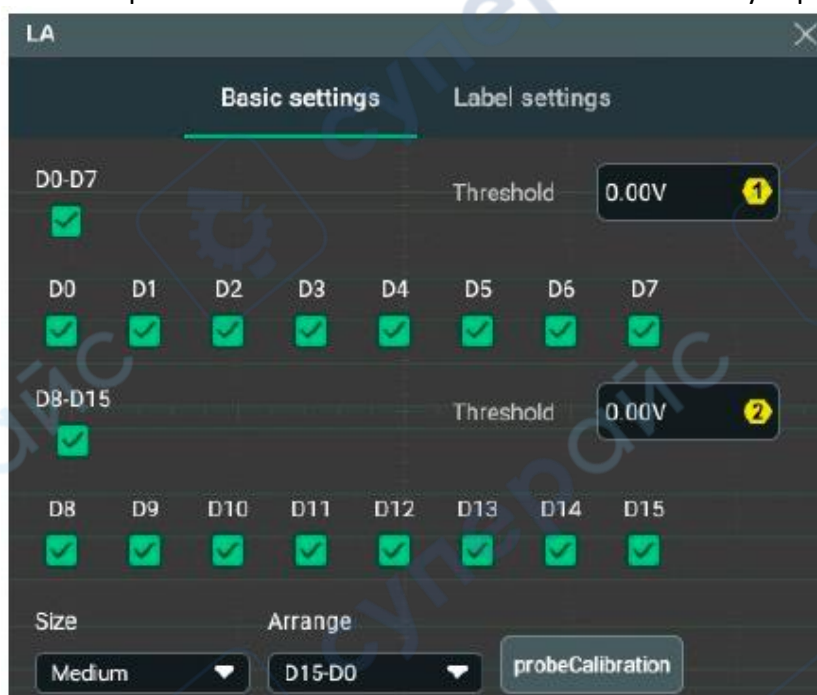
10.2.3 Удаление измерения

Нажмите Counter в Result и выберите **Remove** либо **Remove** в меню Counter. Результаты очищаются, метка Counter исчезает.

11 Цифровые каналы

Осциллограф серии МНО900 оснащён функцией логического анализатора (LA) с 16 цифровыми каналами. Стандартные обозначения каналов — D0–D15. Напряжение каждого отсчёта сравнивается с заданным логическим порогом: значение выше порога сохраняется как логическая 1, ниже порога — как логический 0. Графическое отображение логических уровней позволяет анализировать ошибки аппаратной и программной части цифровых устройств.

Открытие меню LA: аппаратная клавиша **LA** либо метка LA внизу экрана.



Перед использованием цифровых каналов подключите исследуемое устройство через опциональный активный логический пробник PLA2216. Сведения о вариантах подключения приведены в руководстве PLA2216 Active Logic Probe User Guide.

ВНИМАНИЕ. Вход цифровых каналов не поддерживает «горячее» подключение. Не подключайте и не отключайте логический пробник при включённом приборе.

11.1 Включение/отключение цифровых каналов

Клавиша **LA** на передней панели или метка LA позволяет одновременно включить/выключить цифровые каналы **D0–D15**.

В меню LA установите флажок нужного канала **D0–D15**. Флажок **D0–D7** одновременно управляет каналами D0–D7, а **D8–D15** — каналами D8–D15. После группового включения любой отдельный канал по-прежнему можно включить или выключить независимо.

11.2 Выбор цифрового канала

После включения цифровых каналов коснитесь метки или осциллограммы D0–D15. Осциллограмма выбранного канала выделяется красным.

Примечание. Выбрать можно только включенный цифровой канал.

11.3 Порог логического уровня

Пороговые уровни для групп D0–D7 и D8–D15 устанавливаются независимо. Если входное напряжение выше порога, отсчёт считается логической 1; иначе — логическим 0.

- В поле Threshold справа от D0–D7 задайте порог для D0–D7 экранной цифровой клавиатурой или соответствующей многофункциональной ручкой.
- Аналогично задайте Threshold для D8–D15.

11.4 Размер осциллограмм

Данный осциллограф позволяет задавать размер формы сигнала для цифровых каналов. Если требуется наблюдать несколько форм сигналов цифровых каналов, можно установить размер формы сигнала на один из следующих уровней: Small — малый; Medium — средний; Large — большой. Это позволяет повысить удобство наблюдения отображаемых сигналов.

Примечание

Режим Large доступен только в том случае, если количество одновременно включённых цифровых каналов меньше или равно 8.

11.5 Последовательность каналов

Можно настроить последовательность отображения форм сигналов для включённых каналов в соответствии с требуемым порядком.

- D0–D15: Формы сигналов каналов D0–D15 отображаются на экране последовательно в области отображения формы сигнала.
- D15–D0: Формы сигналов каналов D15–D0 отображаются на экране последовательно в области отображения формы сигнала.

Также можно перетащить форму сигнала указанного цифрового канала в требуемое положение для изменения последовательности отображения каналов.

11.6 Калибровка пробника

При первом подключении PLA2216 или после изменения температуры окружающей среды более чем на 5 °C рекомендуется выполнить калибровку нуля пробника. Во время калибровки на вход PLA2216 не должен подаваться сигнал.

Нажмите **ProbeCalibration**, затем Start. Прибор автоматически выполнит калибровку нуля.

11.7 Настройка меток

По умолчанию используются метки D0–D15. Для упрощения анализа каждому цифровому каналу можно назначить собственную метку.

Откройте **Label settings**.

Label Enable включает/выключает отображение метки слева от осциллограммы.

ChanSelect выбирает канал D0–D15.

Label library содержит готовые обозначения: ACK, ADO, ADDR, BIT, CAS, CLK, CS, DATA, HALT, INT, LOAD, NMI, OUT, RAS, PIN, RDY, RST, RX, TX, WR, MISO, MOSI и D0–D15.

Для пользовательской метки коснитесь поля **Edit** и введите текст экранной клавиатурой.

12 Анализ гистограмм

Функция гистограмм предоставляет статистическое представление осциллограмм или результатов измерения и помогает выявлять тенденции и аномалии. Поддерживаются горизонтальная, вертикальная и измерительная гистограммы.

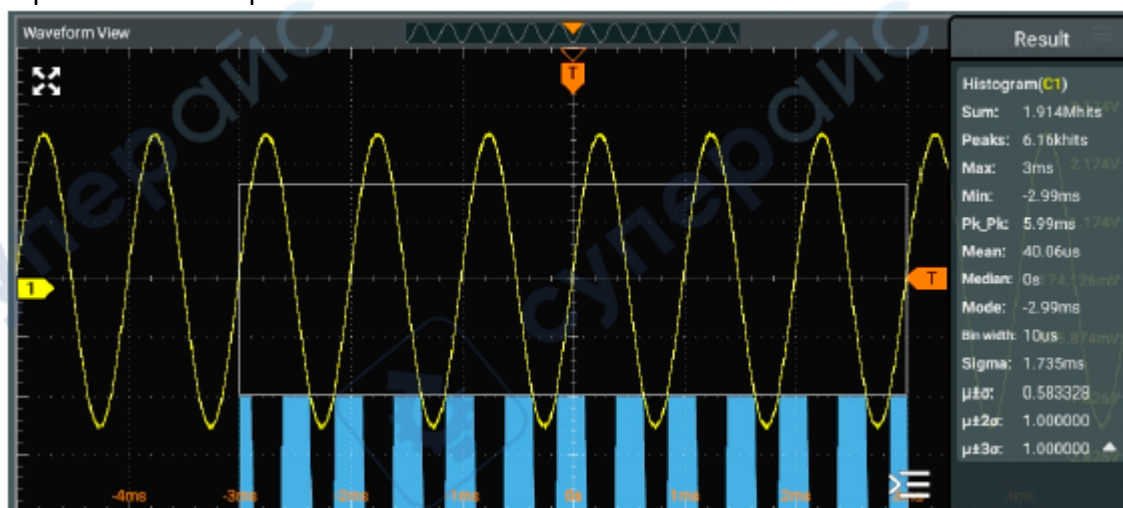
Откройте  > **Histogram**.



Меню Histogram

12.1 Включение/отключение

В меню Histogram установите **Enable** = ON/OFF. При включённой функции по мере сбора данных высота столбцов/строк гистограммы изменяется в соответствии с числом попаданий в заданный диапазон. В панели **Result** появляется метка Histogram. Через Histogram > Setting можно вновь открыть меню настройки.



Интерфейс анализа гистограммы

Для перехода к настройкам нажмите результат гистограммы и выберите **Setting**.

12.2 Тип гистограммы

В меню настройки «Histogram» нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Type** для выбора типа гистограммы из раскрывающегося списка.

- Horizontal — число попаданий отображается вертикальными столбцами внизу сетки.

- Vertical — число попаданий отображается горизонтальными строками слева от сетки.

12.3 Источник

В меню настройки «Histogram» нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Source** для выбора требуемого источника из раскрывающегося списка. В качестве источника гистограммы могут быть выбраны все аналоговые каналы.

12.4 Высота гистограммы

Высота гистограммы определяет количество делений сетки (div), занимаемых столбцами гистограммы.

В интерфейсе настройки Histogram нажмите или коснитесь поля ввода **Height** и установите высоту гистограммы с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Диапазон настройки высоты гистограммы: от 1 div до 4 div. Значение по умолчанию: 2 div.

12.5 Диапазон гистограммы

Если для типа гистограммы установлено значение Vertical или Horizontal, необходимо задать диапазон гистограммы. Установите параметры: Left Limit; Right Limit; Top Limit; Bottom Limit; для регулировки размера и положения гистограммы.

Нажмите или коснитесь поля ввода соответствующего ограничения и задайте значение предела гистограммы с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также можно использовать назначенный регулятор, указанный в поле ввода соответствующего ограничения, для установки значения. Кроме того, можно непосредственно перетаскивать левую, правую, верхнюю или нижнюю границу белого окна гистограммы для регулировки положения и размера гистограммы.

Примечание

Изменение параметров горизонтальной временной базы и вертикального масштаба не влияет на диапазон гистограммы, а только изменяет её отображение в соответствии с изменением масштаба.

12.6 Результаты анализа

После включения функции Histogram результат гистограммы отображается в списке «Result» в правой части экрана. Результаты измерения включают следующие параметры:

- Sum: Указывает сумму всех бинов (интервалов) гистограммы.
- Peaks: Указывает максимальное количество попаданий (hits) в одном отдельном бине.
- Max: Указывает значение, соответствующее максимальному бину, в котором имеются попадания.
- Min: Указывает значение, соответствующее минимальному бину, в котором имеются попадания.
- Pk_Pk: Указывает разность (Δ) между максимальным и минимальным значениями.
- Mean: Указывает среднее значение гистограммы.
- Median: Указывает медианное значение гистограммы.
- Mode: Указывает модальное значение гистограммы.
- Bin width: Указывает ширину каждого бина (интервала) гистограммы.
- Sigma: Указывает стандартное отклонение гистограммы.
- $\mu \pm \sigma$: Указывает долю количества частот или количества попаданий гистограммы, находящихся в пределах одного стандартного отклонения от среднего значения, относительно общего количества попаданий гистограммы. μ обозначает среднее значение в нормальном распределении. Это среднее арифметическое значений. σ обозначает стандартное отклонение в нормальном распределении.

- $\mu \pm 2\sigma$: Указывает долю количества частот или количества попаданий гистограммы, находящихся в пределах двух стандартных отклонений от среднего значения, относительно общего количества попаданий гистограммы. μ обозначает среднее значение в нормальном

распределении. Это среднее арифметическое значений. σ обозначает стандартное отклонение в нормальном распределении.

- $\mu \pm 3\sigma$: Указывает долю количества частот или количества попаданий гистограммы, находящихся в пределах трёх стандартных отклонений от среднего значения, относительно общего количества попаданий гистограммы. μ обозначает среднее значение в нормальном распределении. Это среднее арифметическое значений. σ обозначает стандартное отклонение в нормальном распределении.

12.7 Экспорт данных гистограммы

Убедитесь, что Histogram включён и отображает нужные данные. В **File Path** откройте Disk, выберите папку и подтвердите **OK**. В **File Name** введите имя файла, затем нажмите **Save**. Файл можно сохранить на доступный внутренний или внешний носитель для дальнейшей обработки.

12.8 Удаление измерения

- Нажмите или коснитесь списка результатов гистограммы, после чего отобразятся подменю функции Histogram. Нажмите или коснитесь **Remove**, чтобы удалить результаты измерений, закрыть список результатов гистограммы и выйти из функции Histogram.

- Нажмите или коснитесь списка результатов и перетащите его вправо, затем отпустите для удаления результатов измерений и выхода из функции Histogram.

12.9 Очистка статистики

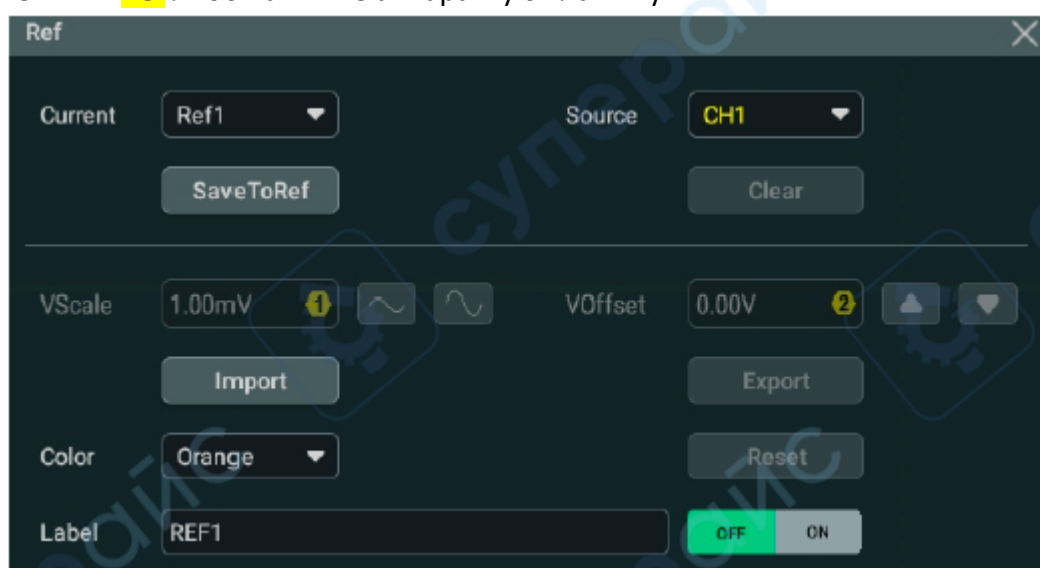
Нажмите результат гистограммы и выберите **Clear**.

13 Опорная осциллограмма

Осциллограф предоставляет 10 позиций опорных осциллограмм Ref1–Ref10. Они могут использоваться для сравнения текущего сигнала с эталонной формой и поиска неисправностей.

13.1 Включение функции Ref

Откройте  > **Ref** либо нажмите аппаратную клавишу .



Меню Reference Waveform

13.2 Настройка опорной осциллограммы

В меню **Ref** можно выбрать канал, который будет использоваться в качестве опорного канала, сохранить и удалить опорный сигнал.

Выбор опорного канала

Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Current** для выбора канала опорной формы сигнала (Ref1–Ref10). По умолчанию включён канал Ref1.

Выбор источника опорного сигнала

Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Source** для выбора требуемого источника опорной формы сигнала. Доступные источники: аналоговые каналы; цифровые каналы; Math1–Math4.

Сохранение опорной формы сигнала во внутреннюю память

Нажмите или коснитесь кнопки **SaveToRef**, чтобы сохранить отображаемую форму сигнала выбранного источника во внутреннюю память в качестве опорной формы сигнала.

⚠ ОСТОРОЖНО

Данная операция сохраняет опорную форму сигнала только в энергозависимой памяти. При выключении питания или восстановлении настроек по умолчанию форма сигнала будет удалена. Если требуется сохранить опорные формы сигналов с возможностью последующего вызова, экспортируйте форму сигнала во внутреннюю или внешнюю память.

Удаление выбранной опорной формы сигнала

Нажмите или коснитесь кнопки **Clear**, чтобы удалить выбранную опорную форму сигнала для текущего канала.

Также можно нажать или коснуться кнопки **Clear** в меню навигации функций или нажать соответствующую клавишу  на передней панели для удаления опорных форм сигналов всех опорных каналов.

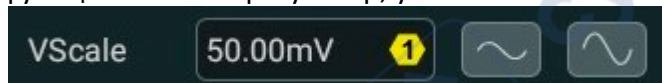
13.3 Отображение Ref

После нажатия или касания кнопки **SaveToRef** для сохранения текущего канала в качестве опорной формы сигнала можно настроить вертикальный масштаб, вертикальное смещение и горизонтальное смещение опорной формы сигнала, выбранной в параметре **Current**.

Настройка вертикального масштаба

Нажмите или коснитесь поля ввода **VScale** и задайте вертикальный масштаб опорной формы сигнала с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также можно нажать или коснуться значка  справа от поля ввода **VScale** для увеличения или уменьшения вертикального масштаба.

Кроме того, для установки значения можно использовать назначенный многофункциональный регулятор, указанный в поле ввода.



Изменение вертикального смещения

Нажмите или коснитесь поля ввода **VOffset** и задайте вертикальное смещение опорной формы сигнала с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также можно нажать или коснуться значка  справа от поля ввода **VOffset** для увеличения или уменьшения вертикального смещения. Кроме того, для установки значения можно использовать назначенный многофункциональный регулятор, указанный в поле ввода.



Восстановление опорной формы сигнала

После выполнения операции сохранения опорной формы сигнала, если требуется восстановить её положение до последней операции **SaveToRef**: Нажмите или коснитесь кнопки **Reset**.

Настройка цвета опорной формы сигнала

Данная серия осциллографов предоставляет пять цветов для обозначения опорных форм сигналов различных каналов и их различения: серый; зелёный; светло-синий; красный; оранжевый.

Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Color** для выбора цвета опорной формы сигнала соответствующего канала.

Настройка метки опорной формы сигнала

Нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для параметра **Label**, чтобы включить или отключить отображение метки указанной опорной формы сигнала.

Нажмите или коснитесь поля ввода **Label** и задайте метку указанной опорной формы сигнала с помощью всплывающей цифровой клавиатуры.

13.4 Экспорт и импорт Ref

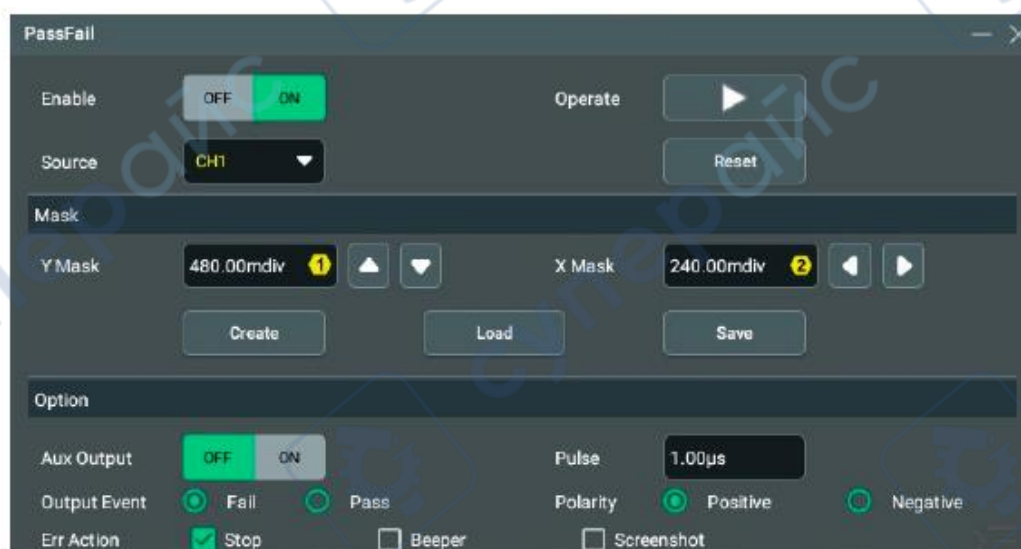
Экспорт поддерживает форматы .ref, .bin и .csv. Укажите имя и путь сохранения. Экспорт возможен только если в выбранной позиции Ref ранее сохранена осциллограмма.

Для импорта поддерживается формат .ref. Укажите путь к файлу и загрузите его в выбранную позицию Ref.

14 Тест Pass/Fail

В процессе проектирования и производства изделия обычно требуется контролировать изменения сигнала или определять соответствие изделия установленным требованиям. Функция проверки Pass/Fail в данном осциллографе позволяет эффективно выполнять такие задачи. С помощью данной функции можно задать тестовую маску на основе известных «базовых» форм сигналов, а затем сравнивать проверяемый сигнал с «базовой» формой сигнала для отображения результата проверки. При обнаружении успешного или неуспешного события можно задать действие прибора при возникновении ошибки, например: немедленную остановку; включение звукового сигнала зуммера; сохранение текущего снимка экрана.

Нажмите или коснитесь значка навигации функций  в левом нижнем углу экрана для открытия меню навигации функций. Нажмите или коснитесь пункта **Pass/Fail** для перехода в интерфейс проверки Pass/Fail. Также можно нажать соответствующую клавишу  на передней панели, затем нажать или коснуться пункта **Pass/Fail** для перехода в интерфейс проверки Pass/Fail.



Меню Pass/Fail

Щелкните или коснитесь , чтобы свернуть меню "Pass/Fail" для упрощения отображения. Свернутое меню отображается над строкой результатов в правой части экрана, как показано на рисунке ниже.



14.1 Включение/отключение

Переключатель **Enable** включает/отключает функцию. После включения можно выбрать источник, сформировать маску и настроить выдачу результатов.

14.2 Источник

В **Source** выберите CH1–CH8 в пределах возможностей модели.

СОВЕТ. Если выбран отключенный канал, он включается автоматически.

14.3 Маска теста

В меню **Pass/Fail** можно самостоятельно задать тестовую маску проверки Pass/Fail, а также сохранить и загрузить тестовую маску.

Создание маски

Нажмите или коснитесь полей ввода **X Mask** и **Y Mask** для задания соответственно диапазона допуска по горизонтали и диапазона допуска по вертикали с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также можно использовать: стрелки вверх/вниз справа от поля ввода **Y Mask** для регулировки значения Y Mask; стрелки влево/вправо справа от поля ввода **X Mask** для регулировки значения X Mask. Кроме того, для установки значений Y Mask и X Mask можно использовать назначенные регуляторы, указанные в соответствующих полях ввода. После завершения настройки нажмите или коснитесь кнопки **Create** для применения созданной маски. (На экране применяется область, не покрытая синим цветом.)

Загрузка маски

При включённой функции проверки Pass/Fail можно загружать файлы тестовых масок из внутренней памяти или внешнего USB-накопителя (при обнаружении устройства) и применять их к текущей функции проверки Pass/Fail. Нажмите или коснитесь кнопки **Load** для перехода в интерфейс загрузки файлов. Нажмите или коснитесь поля ввода **File Path** для выбора указанного файла тестовой маски (формат *.pf) и применения его к текущей функции проверки Pass/Fail.

Сохранение маски

При включённой функции проверки Pass/Fail можно сохранить текущий диапазон тестовой маски во внутреннюю память или на внешний USB-накопитель (при обнаружении устройства) в формате *.pf. Нажмите или коснитесь кнопки **Save** для перехода в интерфейс сохранения файлов. Нажмите или коснитесь полей ввода **File Name** и **File Path** для ввода имени файла и выбора требуемого пути сохранения тестовой маски во внутренней или внешней памяти.

14.4 Формирование выходных результатов

В меню Option интерфейса проверки Pass/Fail можно настроить последующие действия, которые осциллограф будет выполнять при получении результатов проверки в соответствии с требованиями пользователя.

Настройка события выхода и вспомогательного выхода

- Нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для параметра **Aux Output**, чтобы включить или отключить вспомогательный выход.

- При включении: В меню **Utility** подменю **AUX Out** в разделе **Setup** автоматически устанавливается в значение «PassFail». При обнаружении успешного или неуспешного события проверки с разъёма **[AUX OUT]** будет выдан импульсный сигнал.

- При отключении: В меню **Utility** подменю **AUX Out** в разделе **Setup** автоматически устанавливается в значение «TrigOut». Выходной сигнал с разъёма **[AUX OUT]** не связан с функцией проверки Pass/Fail.

- Нажмите или коснитесь пункта **Output Event** и выберите «Pass» или «Fail». После обнаружения выбранного события на разъём **[AUX OUT]** будет выдан импульсный сигнал.

Настройка полярности и длительности выходного импульса

Нажмите или коснитесь пункта **Polarity** и выберите: Positive — положительная полярность; Negative — отрицательная полярность.

Затем нажмите или коснитесь поля ввода **Pulse** и установите длительность импульса с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также можно использовать назначенный регулятор, указанный в поле ввода, для установки значения. Диапазон настройки длительности импульса: от 100 нс до 10 мс. Значение по умолчанию: 1 мкс.

Настройка действий при ошибке

В меню **Err Action** можно задать действия, которые осциллограф будет выполнять при обнаружении события ошибки (Fail). Доступны следующие действия:

- **Stop:** Останавливает процесс выборки при обнаружении события неуспешной проверки.
- **Beeper:** Включает звуковой сигнал зуммера при обнаружении события неуспешной проверки. (Не зависит от текущего состояния включения/отключения зуммера прибора.)
- **Screenshot:** Выполняет снимок экрана при обнаружении события неуспешной проверки. Если обнаружено внешнее устройство хранения данных, снимок экрана будет автоматически сохранён на внешнее устройство. В противном случае снимок будет сохранён на внутренний диск.

Примечание

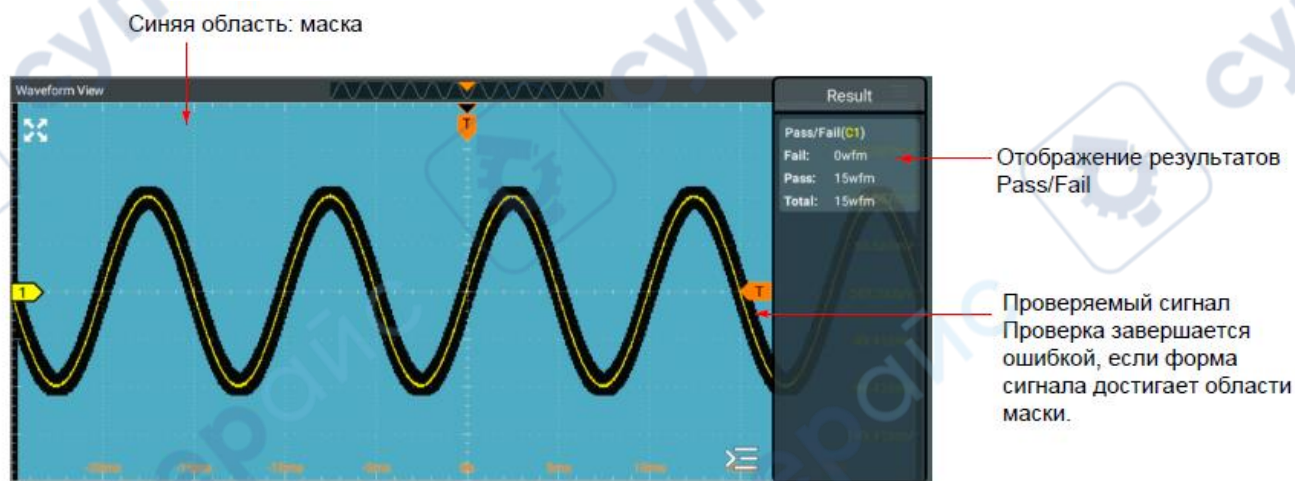
Если выбран параметр Screenshot, действие Stop выполняется принудительно. Процесс выборки автоматически останавливается. После завершения операции сохранения снимка экрана процесс выборки возобновляется.

14.5 Запуск/остановка теста

После включения функции проверки **Pass/Fail** и завершения настройки параметров в меню Pass/Fail нажмите или коснитесь  пункта Operate для запуска проверки. Во время выполнения проверки можно в любой момент нажать или коснуться кнопки  для приостановки процесса проверки.

В процессе проверки осциллограф выполняет проверку форм сигналов, отображает информацию о результатах проверки и выдаёт выходную информацию в соответствии с текущими настройками. Результаты измерения «Pass/Fail» отображаются в списке «Result».

Интерфейс проверки показан на рисунке ниже.



Интерфейс Pass/Fail

СОВЕТ. Запуск/остановка и сохранение/загрузка маски доступны только при включенной функции. После запуска теста нельзя изменять источник и маску.

14.6 Статистика результатов

После включения проверки Pass/Fail результаты проверки отображаются в списке Result в правой части экрана. Нажмите или коснитесь значка  в нижней правой части области отображения формы сигнала, чтобы свернуть список результатов.

Статистическая информация результатов проверки Pass/Fail включает: количество кадров с ошибкой (Failed Frames); количество успешно прошедших кадров (Passed Frames); общее количество кадров (Total Frames).



Кадры с ошибкой

Успешно прошедшие кадры

Общее количество кадров

Нажмите или коснитесь результатов проверки в списке Result, после чего отобразится подменю. Доступны следующие операции:

- **Reset Stat.** Сбросить результаты проверки до нулевых значений.
- **Setting** Перейти в интерфейс настройки проверки Pass/Fail.
- **Remove** Отключить функцию Pass/Fail и выйти из текущего интерфейса.

15 Декодирование протоколов

Осциллограф поддерживает параллельное декодирование и последовательное декодирование шин RS232/UART, I²C, SPI, LIN и CAN. При установке соответствующих опций также доступны CAN-FD, FlexRay, I²S и MIL-STD-1553. Декодированные данные отображаются непосредственно рядом с осциллограммой и, при необходимости, в таблице событий.

Откройте  > **Decode** либо кнопку **Decode** на панели инструментов.

15.1 Параллельное декодирование

Параллельная шина состоит из линии тактового сигнала и линий данных. Осциллограф считывает данные по нарастающему, спадающему либо обоим фронтам CLK и определяет логические уровни по установленным порогам.

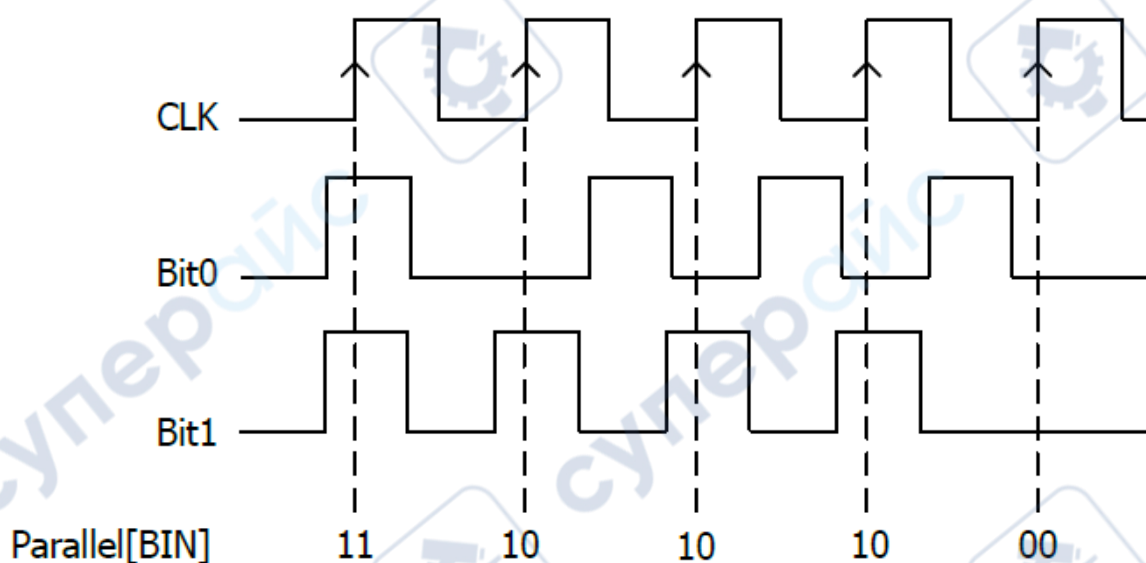
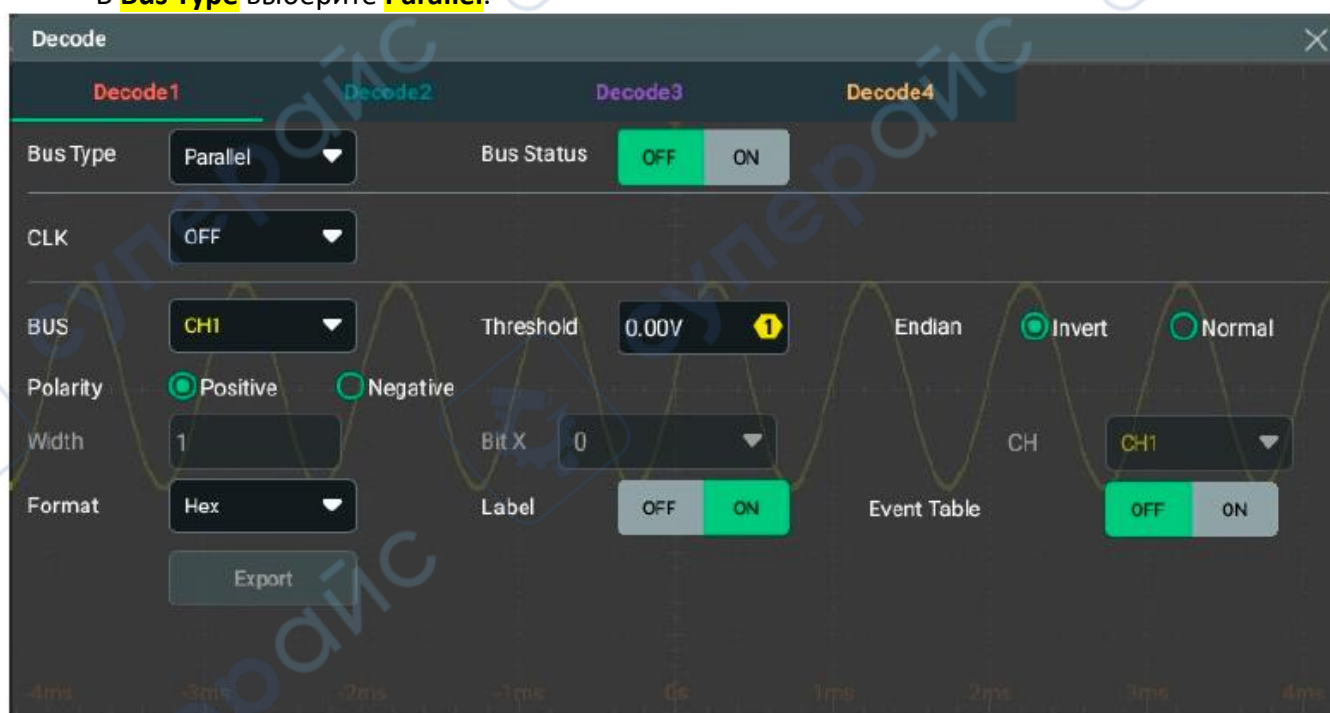


Схема параллельного декодирования

В **Bus Type** выберите **Parallel**.



Меню Parallel Decoding

Bus Status включает/отключает декодирование.

15.1.1 Настройка тактового сигнала (CLK)

CLK: выберите аналоговый или цифровой канал. Если OFF, отдельная линия тактирования не используется, а декодирование выполняет выборку при изменениях данных на линиях шины.

Пороговый уровень (Threshold): для аналогового CLK задайте порог; диапазон зависит от вертикального масштаба и смещения.

Фронт тактового сигнала (CLK):

- Rising — выборка по нарастающему фронту;
- Falling — по спадающему;
- Both — по обоим фронтам.

15.1.2 Настройка шины

В **BUS** выберите доступный аналоговый/цифровой набор либо User.

Настройка шины

Шина (Bus)	Разрядность (Width)	Бит X (Bit X)	Канал (Channel)	Примечание
CH1	1	0	CH1	Разрядность, Bit X и CH устанавливаются автоматически и не могут быть изменены.
CH2	1	0	CH2	Разрядность, Bit X и CH устанавливаются автоматически и не могут быть изменены.
CH3	1	0	CH3	Разрядность, Bit X и CH устанавливаются автоматически и не могут быть изменены.
CH4	1	0	CH4	Разрядность, Bit X и CH устанавливаются автоматически и не могут быть изменены.
D7–D0	8	0 (по умолчанию)	D0 (по умолчанию)	Биты Bit0–Bit7 соответственно назначаются каналам D7–D0. Разрядность устанавливается автоматически и не может быть изменена.
D15–D8	8	0 (по умолчанию)	D8 (по умолчанию)	Биты Bit0–Bit7 соответственно назначаются каналам D15–D8. Разрядность устанавливается автоматически и не может быть изменена.
D15–D0	16	0 (по умолчанию)	D0 (по умолчанию)	Биты Bit0–Bit15 соответственно назначаются каналам D15–D0. Разрядность устанавливается автоматически и не может быть изменена.
D0–D7	8	0 (по умолчанию)	D7 (по умолчанию)	Биты Bit0–Bit7 соответственно назначаются каналам D0–D7. Разрядность устанавливается автоматически и не может быть изменена.
D8–D15	8	0 (по умолчанию)	D15 (по умолчанию)	Биты Bit0–Bit7 соответственно назначаются каналам D8–D15. Разрядность устанавливается

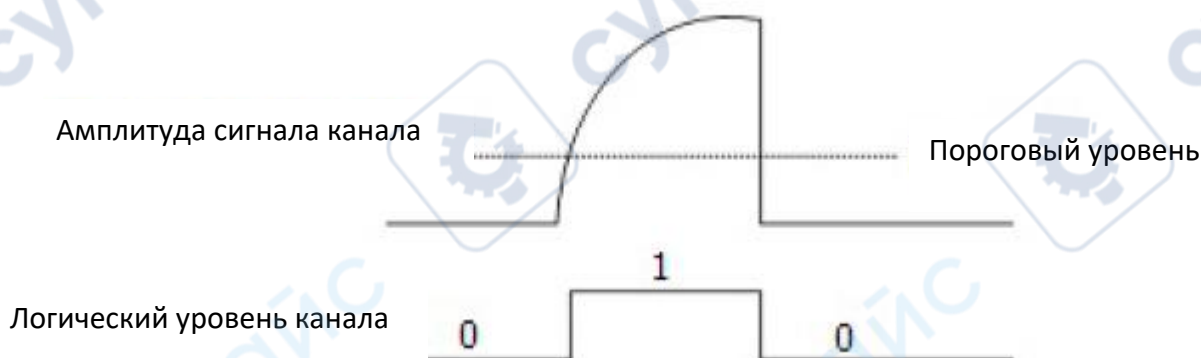
				автоматически и не может быть изменена.
D0–D15	16	0 (по умолчанию)	D15 (по умолчанию)	Биты Bit0–Bit15 соответственно назначаются каналам D0–D15. Разрядность устанавливается автоматически и не может быть изменена.
User	от 1 до 4, по умолчанию 1	0 (по умолчанию)	-	--

Width задаёт число разрядов. **Bit X** выбирает номер разряда, а **CH** — физический канал, которому соответствует этот разряд. Для Bit X допустим диапазон от 0 до Width – 1. Цифровые каналы D0–D15 доступны только с логическим пробником.

Настройка порогового уровня

Если в качестве источника шины выбран аналоговый канал, для определения логических состояний «1» и «0» шины необходимо установить пороговый уровень для каждого аналогового канала. Когда амплитуда сигнала канала превышает установленный пороговый уровень, она определяется как логическая «1»; в противном случае — как логический «0».

Нажмите или коснитесь поля ввода **Threshold** и установите значение порогового уровня с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также для установки значения можно использовать назначенный multifunctional регулятор, указанный в поле ввода. Диапазон настройки порогового уровня зависит от текущего вертикального масштаба и смещения.



Endian (Порядок байтов)

В параметре **Endian** выберите «Invert» или «Normal» в качестве порядка представления данных шины. Доступные варианты: Invert — обратный порядок; Normal — обычный порядок.

Polarity (Полярность)

В параметре Polarity выберите «Positive» или «Negative» в качестве полярности данных. Доступные варианты: Positive — положительная полярность; Negative — отрицательная полярность.

15.1.3 Настройки отображения

В меню **Decode** можно настроить следующие параметры, связанные с отображением данных.

Настройка формата отображения

Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Format** для выбора формата отображения данных шины и таблицы событий. Доступны следующие форматы: Hex — шестнадцатеричный; Dec — десятичный; Bin — двоичный; ASCII — код ASCII.

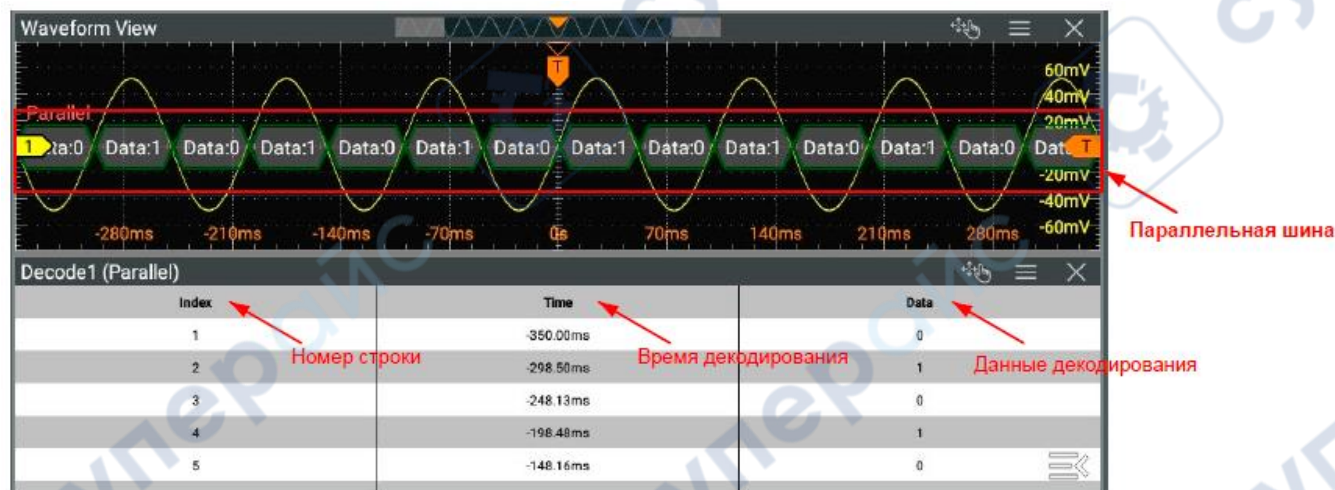
Настройка отображения метки

Нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для параметра **Label**, чтобы включить или отключить отображение метки декодируемой шины. При включении метка шины будет отображаться в верхней левой части области отображения шины (если отображение шины включено). Метка показывает текущий тип шины.

15.1.4 Таблица событий

Таблица событий отображает декодированные данные и соответствующую информацию о декодировании в порядке времени в виде таблицы. Она может использоваться для наблюдения за относительно большим объёмом декодированных данных. Информация о декодировании включает: декодированные данные; соответствующий номер строки; время и другие параметры.

Когда таблица событий включена, на экране отображается окно таблицы событий для выбранного декодирования. Информация о декодировании отображается в таблице событий.



Примечания:

При изменении горизонтальной временной развертки форма сигнала, отображаемая на экране, также изменяется, а общее количество строк с информацией о декодировании в таблице событий также изменяется.

Отображаемая информация декодированных данных шины зависит от значения горизонтальной временной развертки.

Настройка формата таблицы событий

Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Format** для выбора формата отображения таблицы событий. Доступны следующие форматы: Hex — шестнадцатеричный; Dec — десятичный; Bin — двоичный; ASCII — ASCII.

Экспорт

Когда состояние работы прибора установлено в STOP, можно экспортировать время и соответствующие данные декодирования из текущей таблицы событий.

Нажмите или коснитесь кнопки **Export** для перехода в интерфейс экспорта файлов. Можно экспортировать список данных во внутреннюю память или на внешний USB-накопитель (при обнаружении устройства) в формате *.csv.

Подробная операция экспорта аналогична операции сохранения.

15.2 Декодирование RS232

Последовательная шина RS232 состоит из линии передачи данных (TX) и линии приема данных (RX).

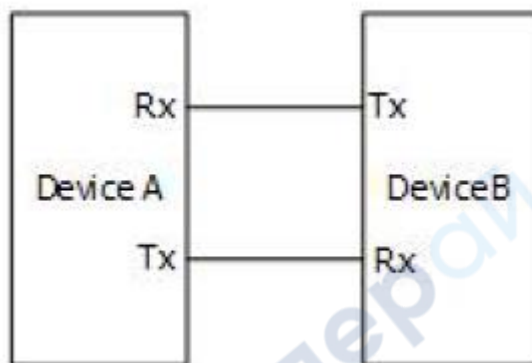
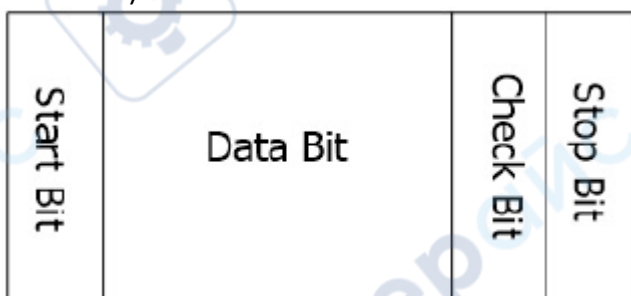


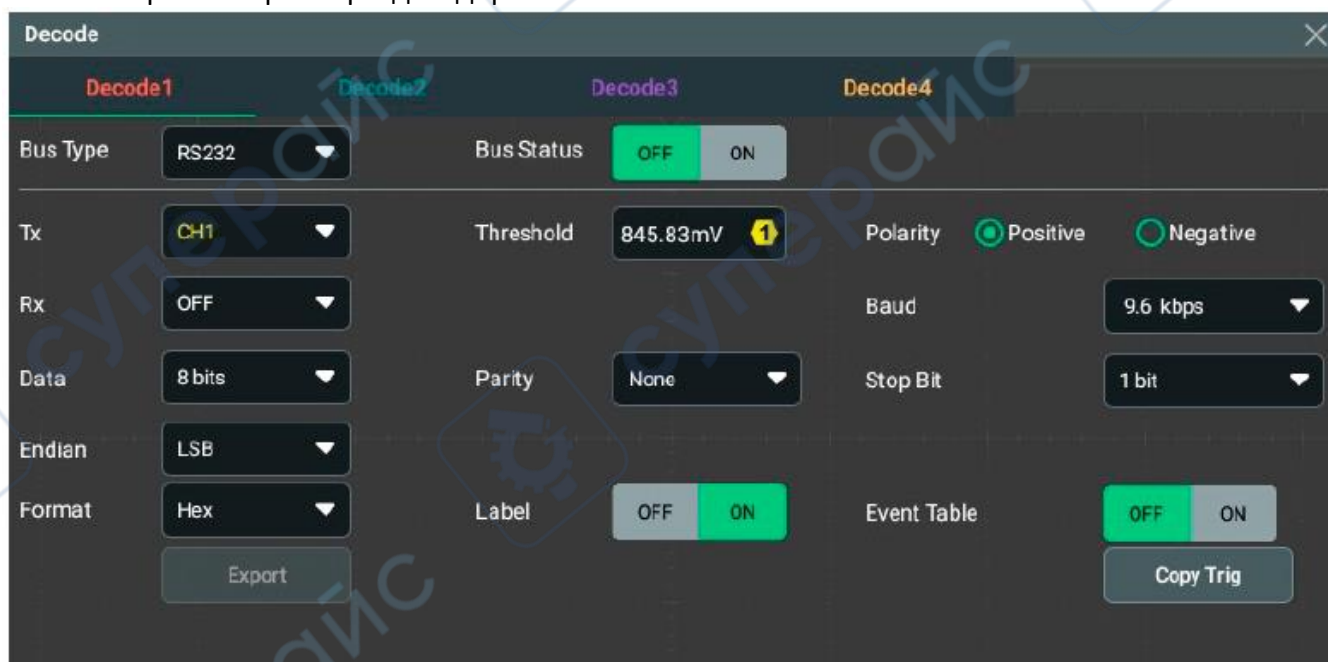
Схема последовательной шины RS232

В RS232 для обозначения скорости передачи данных (то есть количества бит в секунду) используется скорость в бодах. Для каждого кадра данных необходимо задать стартовый бит, биты данных, бит контроля (необязательно) и стоповые биты.



- **Стартовый бит:** указывает начало передачи данных.
- **Биты данных:** определяют количество бит данных, фактически содержащихся в каждом кадре.
- **Бит контроля:** используется для проверки правильности передачи данных.
- **Стоповый бит:** указывает окончание передачи данных.

В меню **Decode** нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Bus Type**, выберите **RS232**, затем настройте параметры декодирования RS232.



Меню RS232 Decoding

Bus Status включает декодирование. Copy Trig копирует текущие настройки запуска в настройки выбранного декодера.

Быстрое применение настроек запуска к декодированию

Copy Trig позволяет применить настройки запуска к указанным настройкам декодирования. Нажмите или коснитесь **Copy Trig**, чтобы применить настройки запуска к указанным настройкам декодирования.

15.2.1 Источники

Tx (передача): аналоговый канал, цифровой канал или OFF. Для аналогового источника задайте Threshold; при изменении порога на экране примерно на 2 с появляется пунктирная линия уровня.

Rx (прием): настраивается аналогично; по умолчанию OFF.

СОВЕТ. Tx и Rx нельзя одновременно установить в OFF.

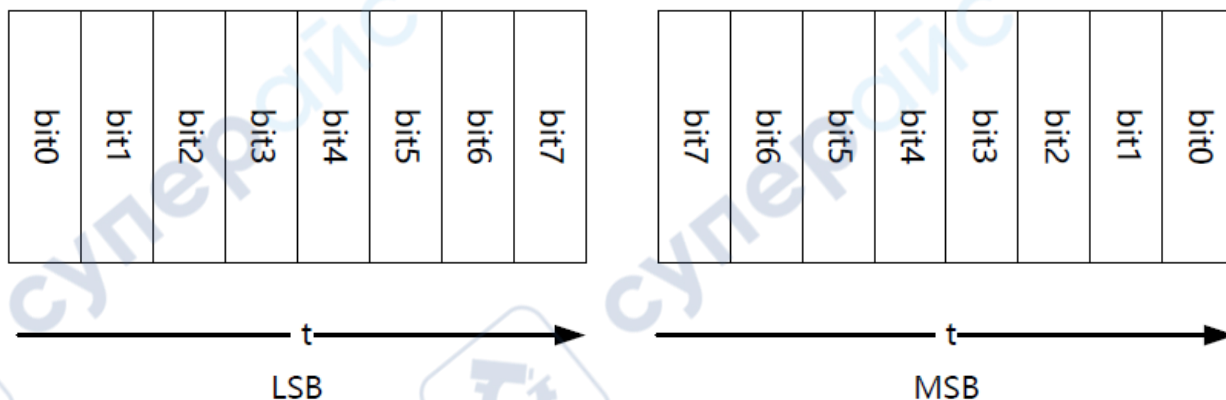
Polarity:

- Positive — высокий уровень = 1, низкий = 0;
- Negative — высокий = 0, низкий = 1.

Baud: выберите предустановленную скорость (в перечне предусмотрены, например, 50, 75, 110, 134, 150 бит/с и другие) либо User и задайте пользовательское значение.

15.2.2 Параметры кадра

- **Data:** 5, 6, 7, 8 или 9 бит.
- **Parity:**
 - None (Нет)— Указывает, что при передаче данных дополнительный проверочный бит не используется;
 - Even (Чётный)— Указывает, что общее количество единиц «1» в битах данных и проверочном бите должно быть чётным числом. Например, при передаче значения 0x55 (01010101) в проверочный бит необходимо добавить «0»;
 - Odd (Нечётный)— Указывает, что общее количество единиц «1» в битах данных и проверочном бите должно быть нечётным числом. Например, при передаче значения 0x55 (01010101) в проверочный бит необходимо добавить «1»..
- **Stop Bit:** 1, 1,5 или 2 бита.
- **Endian:**
 - LSB — младший бит передается первым;
 - MSB — старший бит первым.



15.2.3 Отображение

Format: Hex, Dec, Bin, ASCII.

Label: включение метки шины.

17.2.4 Таблица событий

Нажмите или коснитесь переключателя ON/OFF параметра Event Table, чтобы включить или отключить отображение таблицы событий. После включения таблица событий отображается, как показано на рисунке ниже.

Чтобы закрыть таблицу событий, также можно нажать или коснуться значка  в правом верхнем углу таблицы.

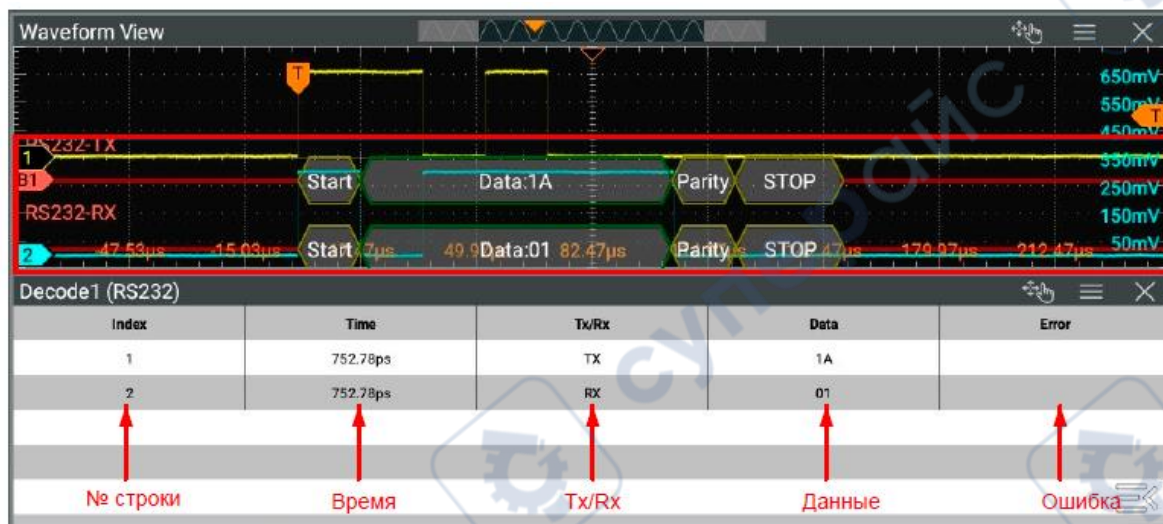


Таблица событий RS232

СОВЕТ

- При изменении горизонтальной развертки отображаемая на экране осциллограмма также изменяется, при этом изменяется и общее количество строк с информацией декодирования в таблице событий.
- Отображаемая информация о декодированных данных шины зависит от значения горизонтальной развертки. Уменьшение значения горизонтальной развертки позволяет просматривать более подробную информацию.

Экспорт

Когда осциллограф находится в состоянии **STOP**, можно экспортировать значения времени и соответствующие им декодированные данные из таблицы событий.

В меню **Decode** нажмите или коснитесь **Export**. Откроется интерфейс настройки сохранения. Данные можно экспортировать во внутреннюю память или на внешнее USB-устройство хранения данных (только при его обнаружении) в формате ***.csv**.

Подробную информацию см. в разделе **Store and Load**.

15.3 Декодирование I2C

Шина I2C состоит из тактовой линии SCL и линии данных SDA.

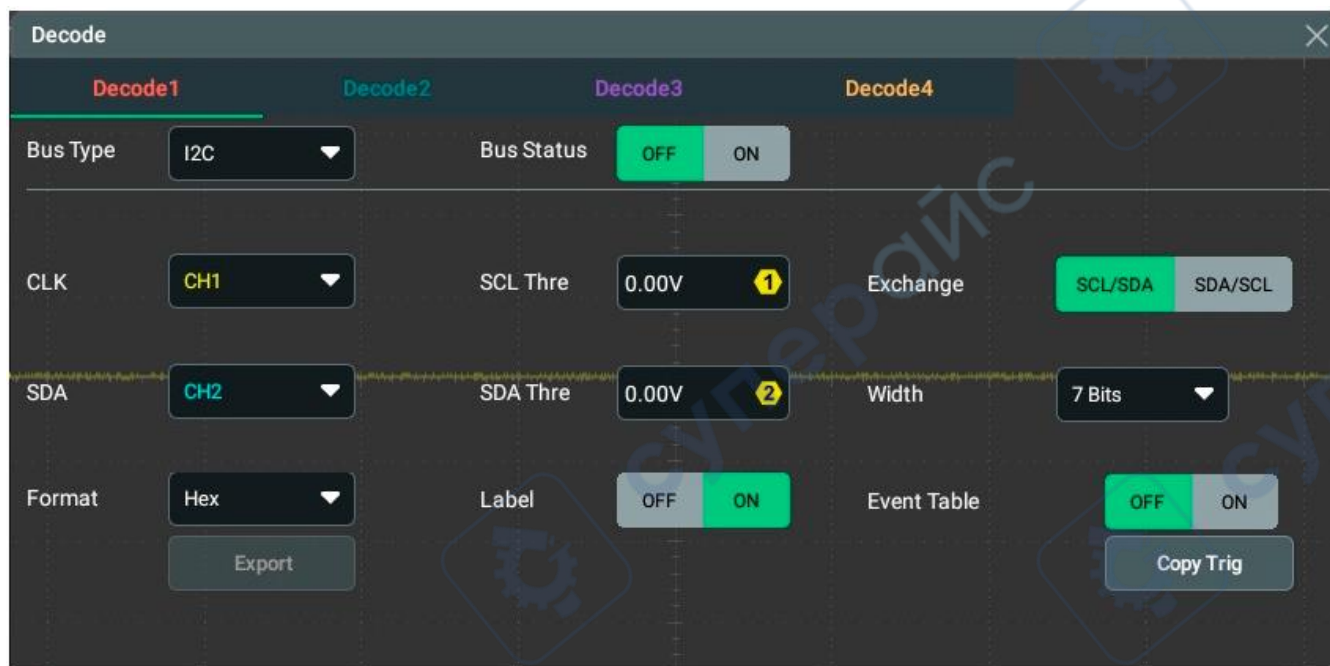
SCL: выполняет выборку данных SDA по нарастающему или спадающему фронту тактового сигнала.

SDA: представляет собой канал передачи данных.



Последовательная шина I2C

Выберите **Bus Type** = I2C.



Меню I2C Decoding

Bus Status включает декодирование; Copy Trig переносит настройки запуска в декодер.

Быстрое применение настроек запуска к декодированию

Copy Trig предназначена для применения настроек запуска к выбранным настройкам декодирования.

Нажмите или коснитесь **Copy Trig**, чтобы применить настройки запуска к выбранным настройкам декодирования.

15.3.1 Источники

SCL: аналоговый или цифровой канал. Для аналогового задайте **SCL Thre**.

SDA: аналоговый или цифровой канал. Для аналогового задайте **SDA Thre**.

При изменении порога аналогового источника его уровень кратковременно отображается пунктирной линией.

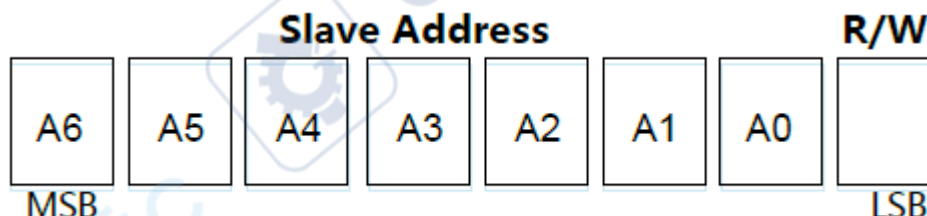
Exchange (SCL/SDA или SDA/SCL) меняет местами назначенные источники SCL и SDA.

Width:

- При 7-битной адресации после условия START передаётся адрес ведомого устройства. Передача адреса начинается с первого байта, как показано на рисунке ниже. Первые семь битов первого байта образуют адрес ведомого устройства, а восьмой бит является младшим значащим битом (LSB), который определяет направление передачи сообщения. Этот бит также называется битом направления данных (R/W).

Значение «0» указывает на передачу данных (WRITE — запись).

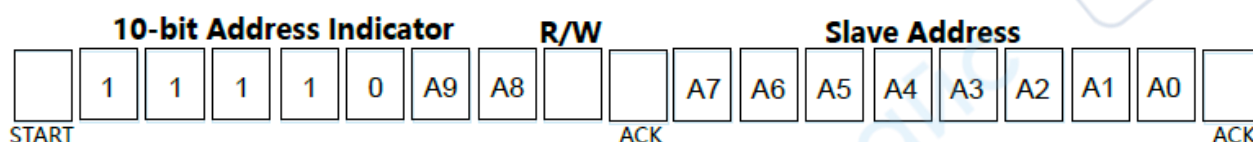
Значение «1» указывает на запрос данных (READ — чтение).;



- 8 Bits — аналогично 7-разрядной адресации, но R/W включается в 8-разрядное представление адреса;

- 10-битная адресация совместима с 7-битной адресацией.

Как показано на рисунке ниже, при использовании 10-битной адресации первый байт представляет собой специальный зарезервированный адрес — индикатор 10-битного адреса (10-bit Address Indicator), который указывает на передачу текущего 10-битного адреса.



15.3.2 Отображение

В меню **Decode** задайте следующие параметры отображения.

Настройка формата отображения

Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Format**, чтобы выбрать формат отображения данных шины и таблицы событий. Доступны следующие варианты: Hex, Dec, Bin и ASCII.

Настройка отображения метки

Нажмите или коснитесь переключателя **Label**, чтобы включить или отключить отображение метки шины декодирования.

Если отображение метки включено, она будет отображаться в верхней левой части шины (при включенном отображении шины). Метка показывает текущий тип шины.

15.3.3 Таблица событий

Включение и отключение таблицы событий

Нажмите или коснитесь переключателя **ON/OFF** параметра **Event Table**, чтобы включить или отключить отображение таблицы событий. После включения таблица событий отображается, как показано на рисунке ниже.

Чтобы закрыть таблицу событий, также можно нажать или коснуться значка  в правом верхнем углу таблицы.

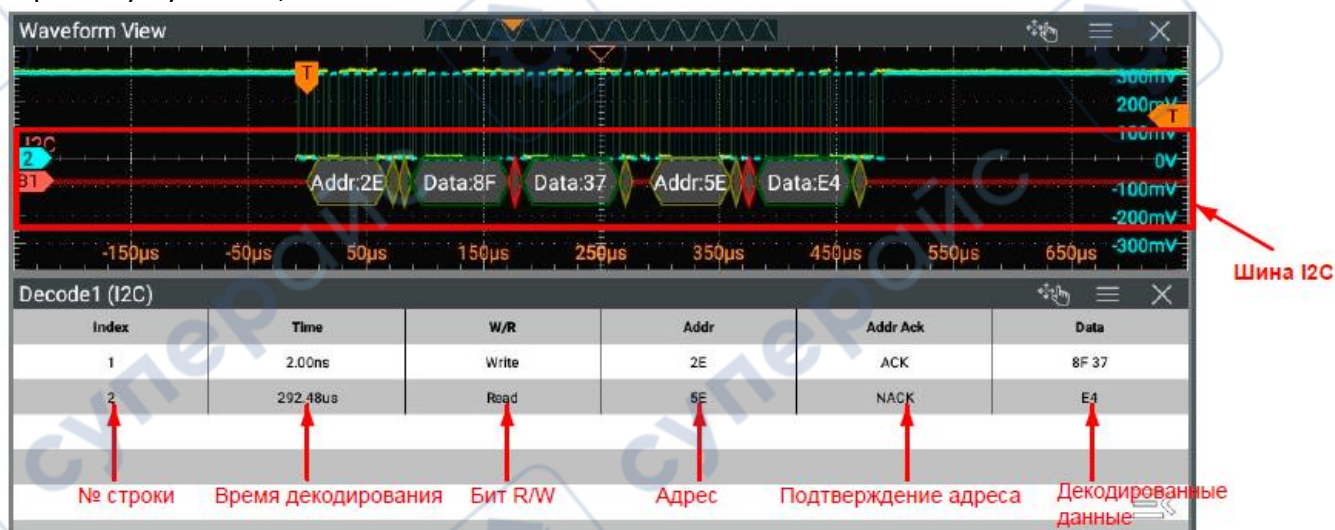


Таблица событий I2C

СОВЕТ

- При изменении горизонтальной развертки отображаемая на экране осциллограмма также изменяется, при этом изменяется и общее количество строк с информацией декодирования в таблице событий.

- Отображаемая информация о декодированных данных шины зависит от значения горизонтальной развертки. Уменьшение значения горизонтальной развертки позволяет просматривать более подробную информацию.

Экспорт

Когда осциллограф находится в состоянии **STOP**, можно экспортировать значения времени и соответствующие им декодированные данные из таблицы событий.

В меню **Decode** нажмите или коснитесь **Export**. Откроется интерфейс настройки сохранения. Данные можно экспортировать во внутреннюю память или на внешнее USB-устройство хранения данных (только при его обнаружении) в формате *.csv.

Подробную информацию см. в разделе **Store and Load**.

Адресная информация при декодировании

Для шины **I2C** каждый кадр данных начинается с адресной информации — адреса чтения или записи. Адрес отображается в формате «**Addr: xx**».

Если для параметра **Width** установлено значение **7 Bits**, после поля адреса отображается **read** или **write**, указывающее, является ли данный адрес адресом чтения или записи.

Можно выбрать, включать или не включать бит **R/W** в адресную информацию.

Отображение ошибок при декодировании

При декодировании **I2C** ответ может содержать **ACK** (подтверждение) или **NACK** (отсутствие подтверждения).

Если после операции **Write** обнаружен сигнал **NACK**, отображается сообщение об ошибке красного цвета.

15.4 Декодирование SPI

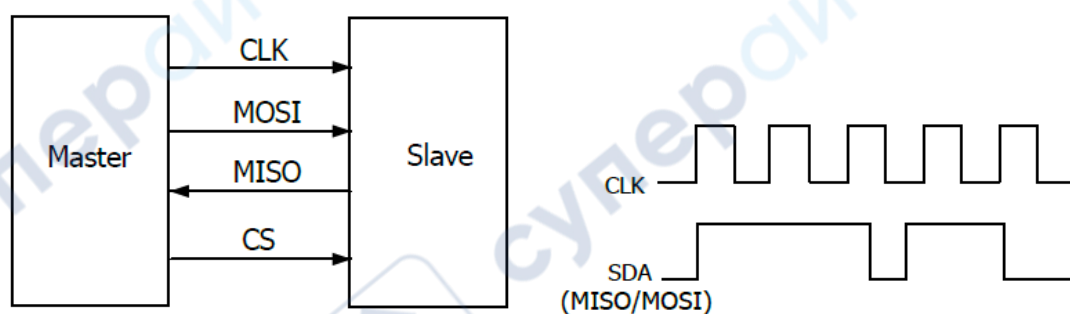
Шина SPI основана на конфигурации ведущий–ведомый (master–slave) и обычно состоит из следующих линий: линия выбора микросхемы (CS); линия тактового сигнала (CLK); линия данных (SDA).

При этом линии данных включают:

MISO (Master Input / Slave Output) — линия данных входа ведущего устройства / выхода ведомого устройства;

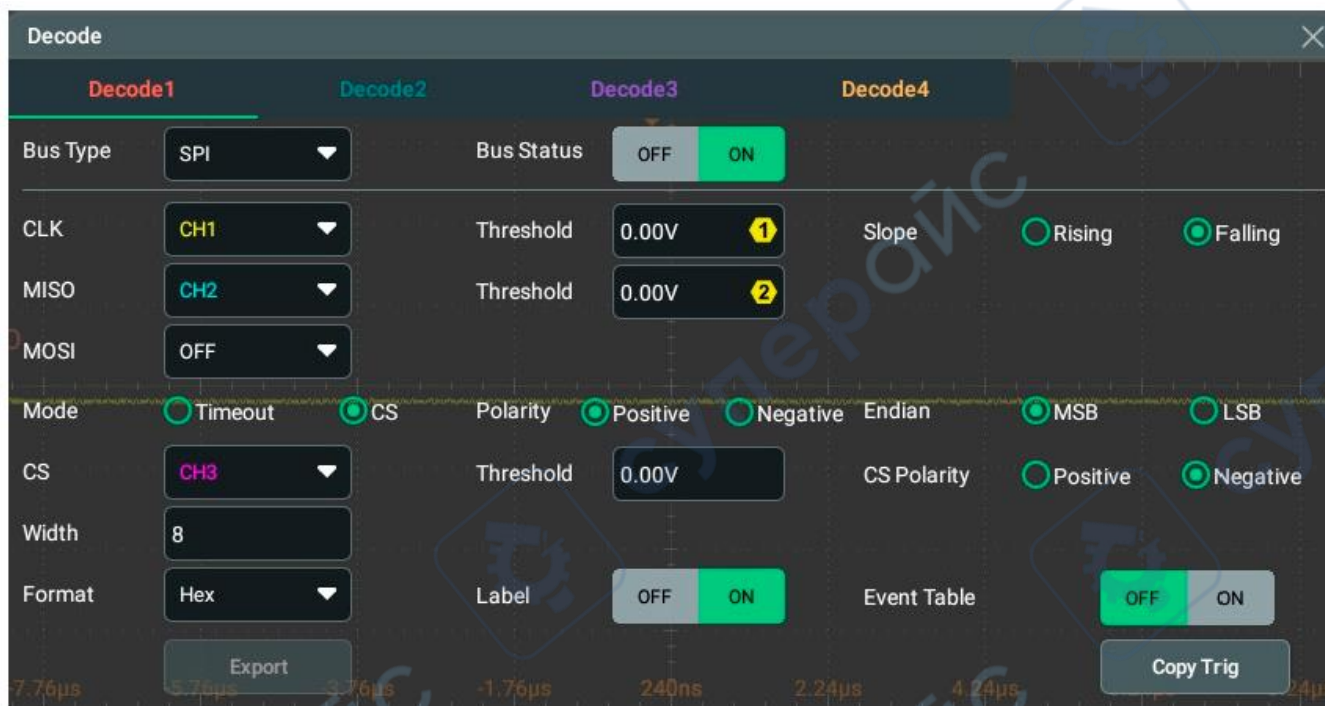
MOSI (Master Output / Slave Input) — линия данных выхода ведущего устройства / входа ведомого устройства.

Осциллограф выполняет выборку данных канала по нарастающему или спадающему фронту тактового сигнала и определяет состояние каждой точки данных (логический «1» или логический «0») в соответствии с предварительно установленным пороговым уровнем.



Последовательная шина SPI

Выберите **Bus Type** = SPI.



Меню SPI Decoding

Bus Status

Нажмите или коснитесь переключателя ON/OFF параметра Bus Status, чтобы включить или отключить декодирование шины.

Быстрое применение настроек запуска к декодированию

Copy Trig позволяет применить настройки запуска к выбранным настройкам декодирования.

Нажмите или коснитесь **Copy Trig**, чтобы применить настройки запуска к выбранным настройкам декодирования.

15.4.1 Источники

Настройка тактового сигнала

- Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **CLK**, чтобы выбрать требуемый источник тактового канала. Доступны аналоговые каналы **CH1–CH4** и цифровые каналы **D0–D15**. Каналы **D0–D15** доступны только при подключенном пробнике цифровых каналов.
- Нажмите или коснитесь поля ввода **Threshold** справа от **CLK** и с помощью появившейся цифровой клавиатуры задайте пороговый уровень тактового канала, если в качестве источника выбран аналоговый канал **CH1–CH4**. Значение также можно задать соответствующей многофункциональной ручкой.
- Нажмите или коснитесь **Rising** или **Falling** в параметре **Slope**, чтобы задать выборку сигналов **MISO** и **MOSI** по соответствующему фронту сигнала **CLK**.

Настройка MISO и MOSI

- Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **MISO**, чтобы выбрать требуемый источник. Доступны аналоговые каналы **CH1–CH4**, цифровые каналы **D0–D15** и **OFF**. Каналы **D0–D15** доступны только при подключенном пробнике цифровых каналов.
- Если в качестве источника **MISO** выбран канал **CH1–CH4**, нажмите или коснитесь поля **Threshold** справа от **MISO**, затем с помощью появившейся цифровой клавиатуры задайте пороговый уровень канала **MISO**. Значение также можно задать соответствующей многофункциональной ручкой.
- Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **MOSI**, чтобы выбрать требуемый источник. Доступны аналоговые каналы **CH1–CH4**, цифровые каналы **D0–D15** и **OFF**. Каналы **D0–D15** доступны только при подключенном пробнике цифровых каналов.

- Если в качестве источника **MOSI** выбран канал **CH1–CH4**, нажмите или коснитесь поля **Threshold** справа от **MOSI**, затем с помощью появившейся цифровой клавиатуры задайте пороговый уровень канала **MOSI**. Значение также можно задать соответствующей многофункциональной ручкой.

COBET

Источники **MISO** и **MOSI** нельзя одновременно установить в значение **OFF**.

15.4.2 Режим и данные

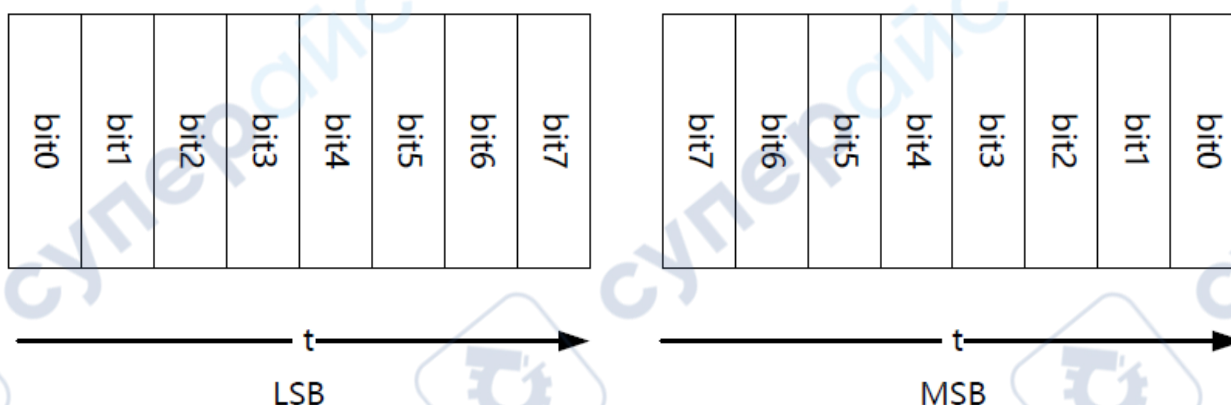
Mode:

- Timeout** — синхронизация кадров по паузе. Значение должно быть больше половины периода тактового сигнала. Диапазон Timeout: 8 нс–10 с, по умолчанию 1 мкс;
- CS** — синхронизация по линии выбора кристалла. Выберите аналоговый/цифровой источник CS, задайте порог и CS Polarity = Positive/Negative.

Endian:

LSB: указывает порядок передачи младшего значащего бита (Least Significant Bit), то есть младший бит данных передаётся первым.

MSB: указывает порядок передачи старшего значащего бита (Most Significant Bit), то есть старший бит данных передаётся первым.



Polarity: Positive или Negative.

Width: 4–32 бита на кадр, по умолчанию 8.

15.4.3 Отображение

Format: Hex, Dec, Bin, ASCII; **Label** — метка шины.

15.4.4 Таблица событий

Включение и отключение таблицы событий

Нажмите или коснитесь переключателя ON/OFF параметра **Event Table**, чтобы включить или отключить отображение таблицы событий. После включения таблица событий отображается, как показано на рисунке ниже.

Чтобы закрыть таблицу событий, также можно нажать или коснуться значка  в правом верхнем углу таблицы.

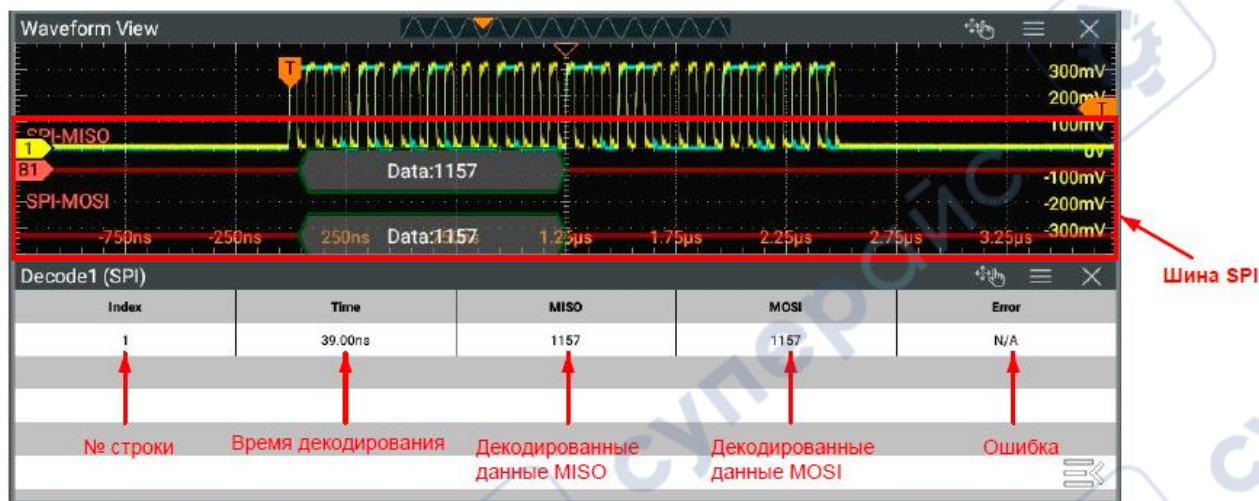


Таблица событий SPI

СОВЕТ

- При изменении горизонтальной развертки отображаемая на экране осциллограмма также изменяется, при этом изменяется и общее количество строк с информацией декодирования в таблице событий.
- Отображаемая информация о декодированных данных шины зависит от значения горизонтальной развертки. Уменьшение значения горизонтальной развертки позволяет просматривать более подробную информацию.

Экспорт

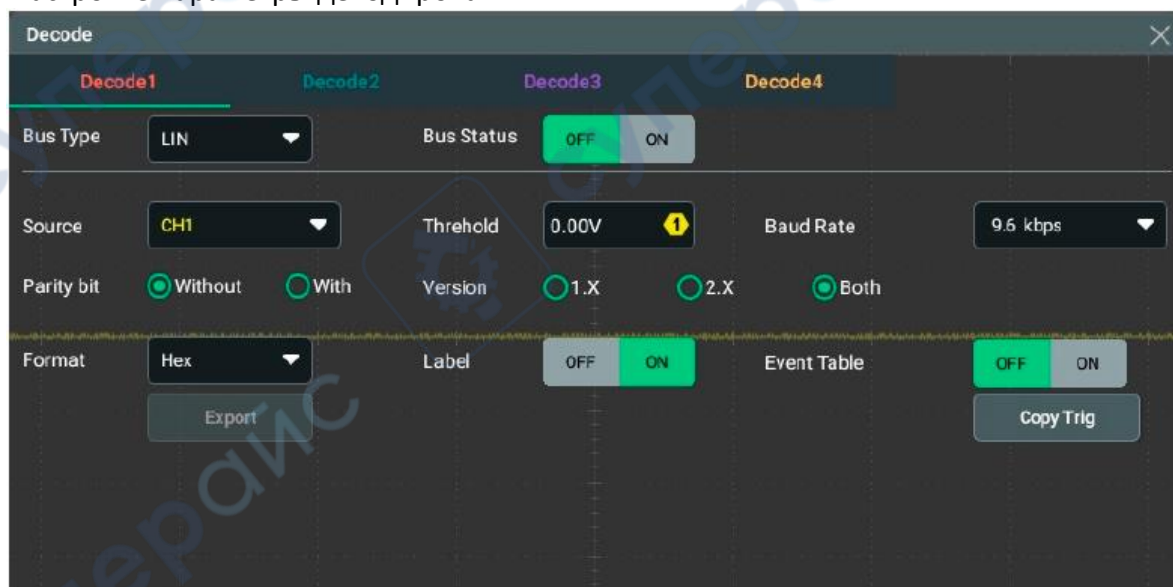
Когда осциллограф находится в состоянии **STOP**, можно экспортировать значения времени и соответствующие им декодированные данные из таблицы событий.

В меню **Decode** нажмите или коснитесь **Export**. Откроется интерфейс настройки сохранения. Данные можно экспортировать во внутреннюю память или на внешнее USB-устройство хранения данных, если оно обнаружено, в формате *.csv.

15.5 Декодирование LIN

Осциллограф выполняет выборку сигнала LIN и определяет каждую точку данных как логический «1» или логический «0» в соответствии с заданным пороговым уровнем. Для декодирования LIN необходимо указать версию протокола LIN.

В меню **Decode** нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Bus Type**, выберите **LIN**, затем настройте параметры декодирования LIN.



Меню декодирования LIN

Состояние шины

Нажмите или коснитесь переключателя **ON/OFF** параметра **Bus Status**, чтобы включить или отключить декодирование шины.

Быстрое применение настроек запуска к декодированию

Copy Trig позволяет применить настройки запуска к выбранным настройкам декодирования.

Нажмите или коснитесь **Copy Trig**, чтобы применить настройки запуска к выбранным настройкам декодирования.

15.5.1 Настройка сигнала

Настройка источника и порогового уровня

- Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Source**, чтобы выбрать требуемый источник. Доступны аналоговые каналы **CH1–CH4** и цифровые каналы **D0–D15**. Каналы **D0–D15** доступны только при подключенном пробнике цифровых каналов.

- Если в качестве источника выбран аналоговый канал, нажмите или коснитесь поля **Threshold**, затем с помощью появившейся цифровой клавиатуры задайте пороговый уровень исходного канала. Значение также можно задать соответствующей ручкой.

При изменении порогового уровня источника сигнала на экране отображается пунктирная линия, показывающая текущее значение порога. Примерно через 2 с после завершения изменения порогового уровня линия исчезает.

Настройка сигнала

- Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Baud Rate**, чтобы выбрать скорость передачи. Доступные значения включают **2,4 кбит/с, 4,8 кбит/с, 9,6 кбит/с, 10,0 кбит/с, 19,2 кбит/с** и др. Скорость передачи также можно задать вручную.

- В параметре **Parity bit** нажмите или коснитесь **With** или **Without**, чтобы выбрать наличие или отсутствие бита четности в данных.

- В параметре **Version** выберите версию протокола, соответствующую сигналу шины LIN. Доступны варианты **1.X, 2.X** и **Both**.

15.5.2 Настройки отображения

В меню **Decode** задайте следующие параметры отображения.

Настройка формата отображения

Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Format**, чтобы выбрать формат отображения данных шины и таблицы событий. Доступны варианты **Hex, Dec, Bin** и **ASCII**.

Настройка отображения метки

Нажмите или коснитесь переключателя **Label**, чтобы включить или отключить отображение метки шины декодирования.

Если отображение метки включено, она отображается в верхней левой части шины при включенном отображении шины. Метка показывает текущий тип шины.

15.5.3 Таблица событий

Включение и отключение таблицы событий

Нажмите или коснитесь переключателя **ON/OFF** параметра **Event Table**, чтобы включить или отключить отображение таблицы событий. После включения таблица событий отображается, как показано на рисунке ниже.

Чтобы закрыть таблицу событий, также можно нажать или коснуться значка  в правом верхнем углу таблицы.

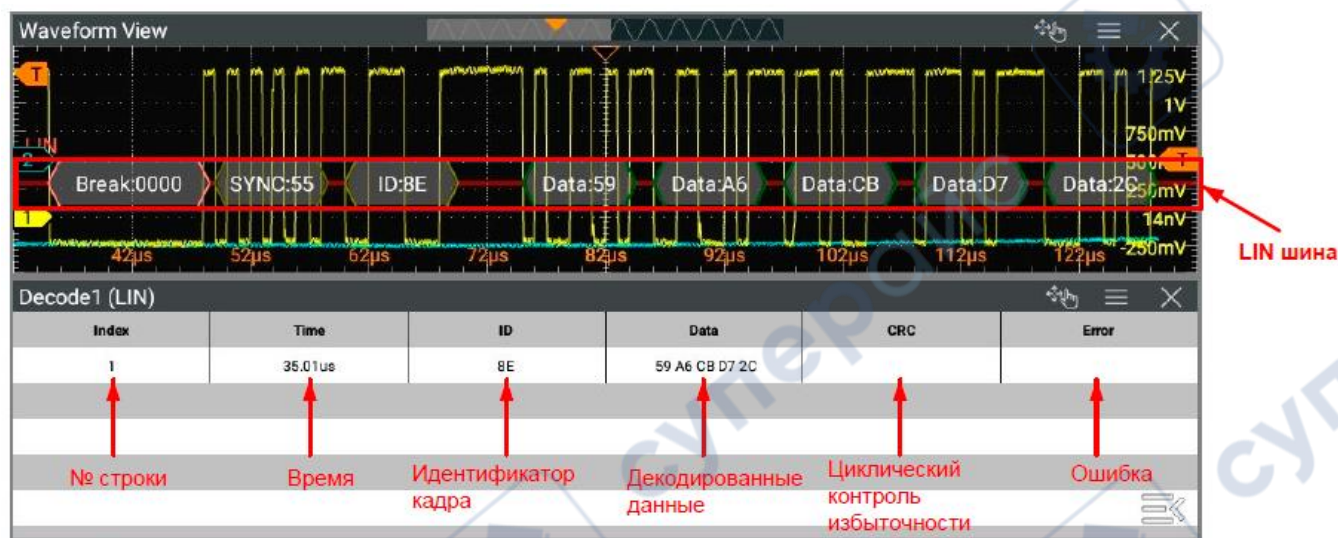


Таблица событий декодирования LIN

СОВЕТ

- При изменении горизонтальной развертки отображаемая на экране осциллограмма также изменяется, при этом изменяется и общее количество строк с информацией декодирования в таблице событий.
- Отображаемая информация о декодированных данных шины зависит от значения горизонтальной развертки. Уменьшение значения горизонтальной развертки позволяет просматривать более подробную информацию.

Экспорт

Когда осциллограф находится в состоянии **STOP**, можно экспортировать значения времени и соответствующие им декодированные данные из таблицы событий.

В меню **Decode** нажмите или коснитесь **Export**. Откроется интерфейс настройки сохранения. Данные можно экспортировать во внутреннюю память или на внешнее USB-устройство хранения данных, если оно обнаружено, в формате *.csv.

Интерпретация декодированных данных LIN

- **Break (Sync Break)**: отображается в шестнадцатеричном формате и обозначается как «Break:».
- **SYNC (Sync)**: отображается в шестнадцатеричном формате и обозначается как «SYNC:».
- **ID (Frame ID)**: отображается в шестнадцатеричном формате и обозначается как «ID:».
- **Data (Data)**: формат отображения совпадает с форматом данных шины — **Hex**, **Dec**, **Bin** или **ASCII**. Обозначается как «Data:».
- **CRC (Cyclic Redundancy Check)**: отображается в шестнадцатеричном формате и обозначается как «CRC:». При возникновении ошибки отображается красным цветом.
- **Wakeup (символ пробуждения)**: обозначается как «Wakeup:».

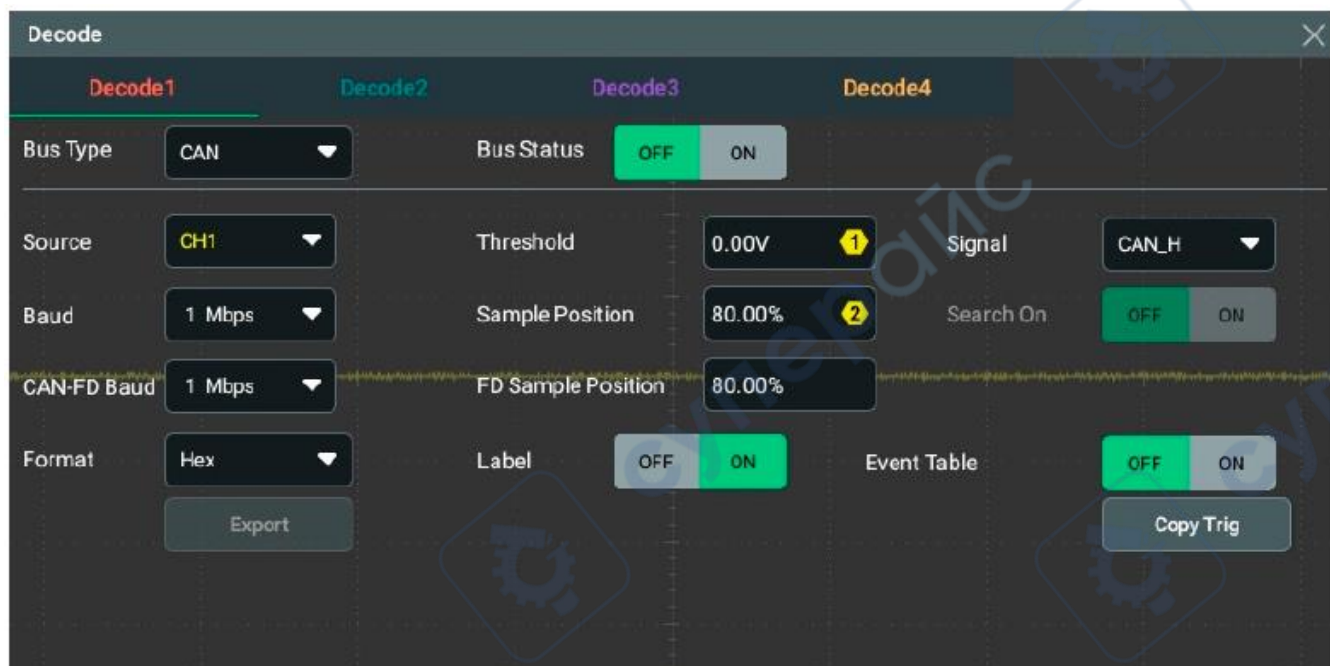
15.6 Декодирование CAN/CAN-FD

Осциллограф выполняет выборку сигнала CAN или CAN-FD (опция) в заданной точке выборки и определяет каждую точку данных как логический «1» или логический «0» в соответствии с установленным пороговым уровнем. Необходимо указать тип сигнала CAN или CAN-FD, а также положение точки выборки.

В меню **Decode** нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Bus Type**, выберите **CAN**, затем настройте параметры декодирования CAN.

Параметры **CAN-FD Baud** и **FD Sample Position** доступны только в том случае, если опция CAN-FD установлена и включена.

Параметр CAN-FD Baud задает скорость передачи данных шины CAN-FD.



Меню CAN Decoding.

Bus Status включает декодирование; Copy Trig переносит настройки запуска.

Быстрое применение настроек запуска к декодированию

Copy Trig позволяет применить настройки запуска к выбранным настройкам декодирования.

Нажмите или коснитесь **Copy Trig**, чтобы применить настройки запуска к выбранным настройкам декодирования.

15.6.1 Настройка сигнала

Выбор источника и настройка порога

Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Source** для выбора требуемого источника из списка. Доступные источники включают: аналоговые каналы; цифровые каналы; Math1–Math4.

Если в качестве источника выбран аналоговый канал или Math1–Math4, можно установить параметр **Threshold** для указанного канала с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также для установки порогового уровня можно использовать назначенный многофункциональный регулятор. При изменении порогового уровня источника сигнала на экране отображается пунктирная линия, показывающая текущий уровень порога. После прекращения изменения значения порога эта линия исчезает примерно через 2 секунды.

Выбор типа сигнала

Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Signal** для выбора типа сигнала, соответствующего сигналу шины CAN. Доступны следующие типы сигналов: CAN_H; CAN_L; Rx; Tx; Diff.

Описание типов сигналов:

- CAN_H: фактический сигнал шины CAN_H.
- CAN_L: фактический сигнал шины CAN_L.
- Rx: сигнал приёма (Receive) от CAN-трансивера.
- Tx: сигнал передачи (Transmit) от CAN-трансивера.
- Diff: дифференциальный сигнал шины CAN, подключённый к источнику канала с помощью дифференциального пробника.

Подключение пробника:

положительный вывод пробника подключается к сигналу CAN_H;

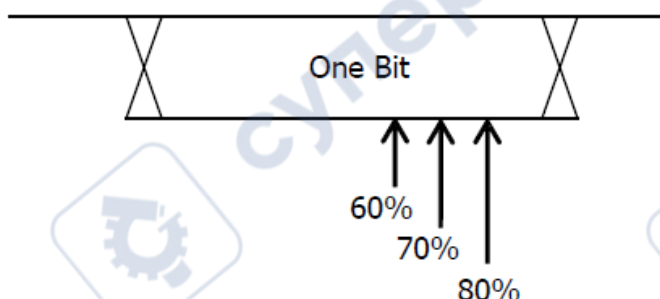
отрицательный вывод пробника подключается к сигналу CAN_L.

Настройка стандартной скорости передачи данных

Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **Baud** для выбора предустановленной скорости передачи данных. Доступные значения скорости включают: 10,0 кбит/с; 19,2 кбит/с; 20,0 кбит/с; 33,3 кбит/с; и другие. Также можно выбрать **User** для задания пользовательской скорости передачи данных.

Положение выборки (Sample Position)

Sample Position — это точка внутри временного интервала одного бита, в которой осциллограф выполняет выборку уровня бита. Положение выборки определяется как отношение: время от начала бита до точки выборки / длительность бита (см. рисунок ниже).



Положение выборки (декодирование CAN)

Настройка скорости CAN-FD

Параметр CAN-FD Baud используется только для декодирования CAN-FD. Он доступен только при установленной опции CAN-FD. Нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки **CAN-FD Baud** для выбора переменной скорости передачи данных из списка. Доступные значения включают: 1 Мбит/с; 2 Мбит/с; 3 Мбит/с; 4 Мбит/с; и другие. Также можно выбрать **User** для задания пользовательской скорости.

Положение выборки FD (FD Sample Position)

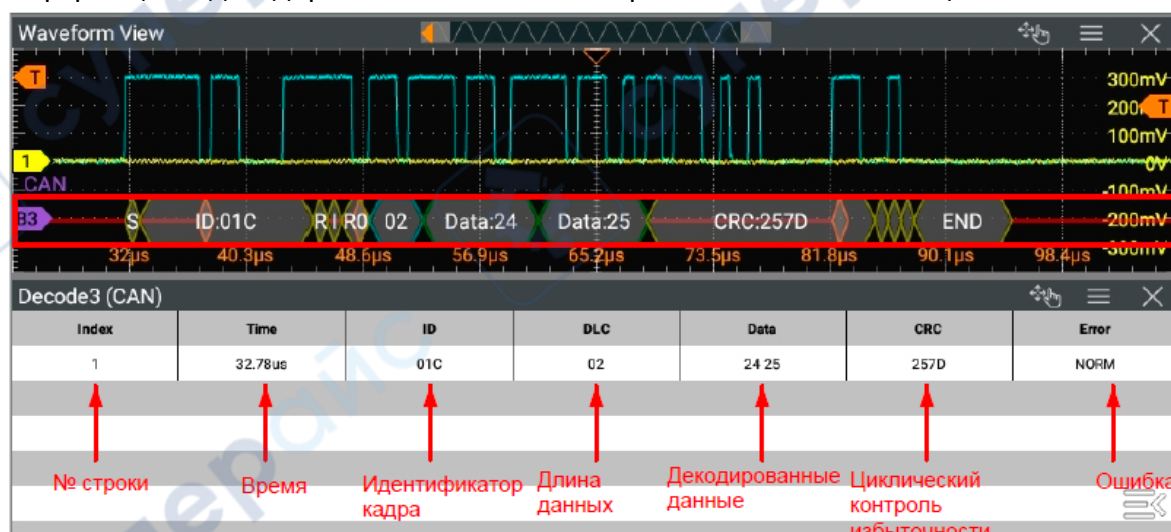
FD Sample Position — специальный параметр для декодирования CAN-FD. Он доступен только при установленной опции CAN-FD. Нажмите или коснитесь поля ввода FD Sample Position и задайте положение выборки CAN-FD с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также для установки значения можно использовать назначенный регулятор. Диапазон настройки: от 10% до 90%.

15.6.2 Отображение

Format: Hex, Dec, Bin, ASCII; **Label** — метка шины.

15.6.3 Таблица событий

При включении Event Table на экране отображается таблица событий декодирования. Информация о декодированном сигнале отображается в окне таблицы событий.



Шина CAN

Таблица событий CAN

СОВЕТ

- При изменении горизонтальной развертки отображаемая на экране осциллограмма также изменяется, при этом изменяется и общее количество строк с информацией декодирования в таблице событий.

- Отображаемая информация о декодированных данных шины зависит от значения горизонтальной развертки. Уменьшение значения горизонтальной развертки позволяет просматривать более подробную информацию.

Поиск по ID

Если таблица событий включена, а осциллограф находится в состоянии STOP (сбор данных остановлен), можно выполнить поиск события с указанным идентификатором в текущей таблице событий.

После включения параметра Search On и ввода требуемого значения Search ID в таблице событий будут отображаться только события с указанным идентификатором.

Экспорт

Когда осциллограф находится в состоянии STOP, можно экспортировать значения времени и соответствующие им декодированные данные из таблицы событий.

В меню Decode нажмите или коснитесь **Export**. Откроется интерфейс настройки сохранения. Данные можно экспортировать во внутреннюю память или на внешнее USB-устройство хранения данных, если оно обнаружено, в формате *.csv.

Интерпретация структуры кадра CAN

- Frame ID: отображается в шестнадцатеричном формате и обозначается как «ID:».
- DLC (Payload Length): отображается в шестнадцатеричном формате и обозначается как «DLC:».
- Data: формат отображения совпадает с форматом данных шины — Hex, Dec, Bin или ASCII. Обозначается как «Data:».
- CRC (Cyclic Redundancy Check): отображается в шестнадцатеричном формате и обозначается как «CRC:».
- ACK (Acknowledgement): обозначается как «ACK». При возникновении ошибки, когда ACK определяется как 1, соответствующий фрагмент отображается красным цветом.
- R (remote frame): обозначается как «R:».
- Stuff (Bit filling error): обозначается как «Stuff» и указывает на ошибку заполнения битами.

16 Многооконный режим

Осциллограф поддерживает одновременное отображение нескольких окон диаграмм и окон результатов.

Откройте  > **Windows** либо нажмите значок **Windows** на панели инструментов.



Меню Add Window

Добавление окна диаграммы

1. Сначала выберите **XY** или **Math** в разделе **Diagram**. После выбора диаграммы в верхней части меню **Add Window** отображаются ее предварительный просмотр и параметры настройки.
2. При необходимости настройте соответствующие параметры. Подробную информацию см. в описаниях соответствующих разделов.
3. Нажмите или коснитесь **Add**, после чего выбранная диаграмма будет отображена на экране.

СОВЕТ

Если окно просмотра осциллограмм закрыто, в меню **Diagram** появляется пункт **Waveform View**. С его помощью можно снова открыть окно просмотра осциллограмм.

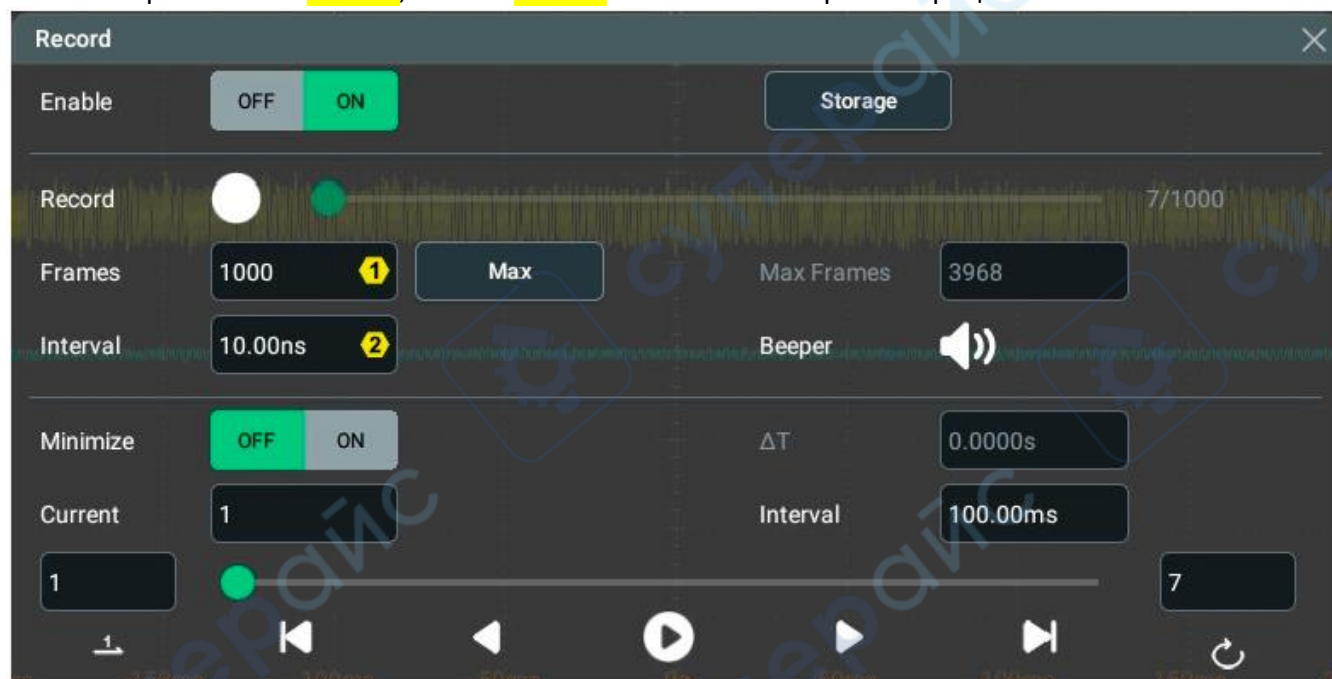
Добавление окна таблицы результатов

Нажмите или коснитесь **Measure**, **All Measure** или **Decode** в разделе **Result Table**, затем нажмите или коснитесь **Add**. На экране будут отображены соответствующие результаты измерений.

17 Запись и воспроизведение осциллограмм

Функция записывает последовательность осциллограмм и воспроизводит сохраненные кадры для последующего анализа.

Откройте  > **Record**, значок **Record** на панели быстрых операций либо кнопкой .



Интерфейс записи осциллограмм

17.1 Общие настройки

Операции записи (Recording Operation)

Нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для пункта **Enable** в интерфейсе Record & Play, чтобы включить или отключить функцию записи и воспроизведения формы сигнала.

- Нажмите или коснитесь значка **Record** , чтобы начать запись формы сигнала. После этого значок записи изменится с  на .

- Индикатор справа от шкалы прогресса записи отображает количество текущих записанных кадров и общее количество кадров, доступных для записи: Количество текущих записанных кадров / Общее количество кадров, доступных для записи

Во время записи информация о текущем процессе записи обновляется в режиме реального времени на экране, а количество текущих записанных кадров постоянно изменяется.

- После завершения записи значок  автоматически изменяется на , и запись останавливается.

- Во время записи также можно нажать или коснуться значка , чтобы вручную приостановить запись.



Количество текущих записанных кадров Общее количество кадров

Воспроизведение (Play Operation)

Нажмите или коснитесь значка воспроизведения  в меню **Play**, чтобы начать воспроизведение записанных форм сигналов. Значок воспроизведения изменится с  на значок паузы . Во время воспроизведения формы сигнала значение параметра Current изменяется динамически. Во время воспроизведения также можно повторно нажать или коснуться значка ,

чтобы вручную приостановить воспроизведение. ΔT обозначает временной интервал между текущим воспроизводимым кадром и первым кадром.

Свернуть

Нажмите или коснитесь переключателя **Minimize**, чтобы выбрать, следует ли сворачивать меню.

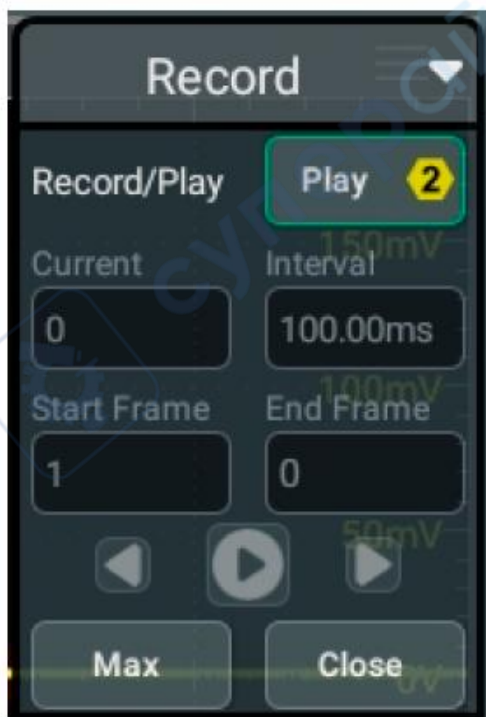
Если выбрано значение **ON**, окно сворачивается, благодаря чему отображение становится более компактным и удобным для наблюдения и управления.

По умолчанию в свернутом виде отображается окно записи. Нажмите или коснитесь **Record**, чтобы переключиться на свернутое окно воспроизведения.

Свернутое окно записи/воспроизведения отображается в правой части экрана, как показано на следующих рисунках.



Свернутое окно интерфейса записи



Свернутое окно интерфейса воспроизведения.

Хранение (Storage)

Нажмите или коснитесь пункта **Storage**, после чего будет выполнен переход к интерфейсу хранения.

17.2 Параметры записи

Во время записи формы сигнала осциллограф записывает формы сигналов текущих включённых каналов с заданным интервалом до тех пор, пока пользователь вручную не остановит операцию записи или количество записанных кадров не достигнет установленного значения.

Перед началом записи формы сигнала необходимо настроить следующие параметры.

1. Interval (Интервал)

Определяет временной интервал между кадрами в процессе записи.

Нажмите или коснитесь поля ввода **Interval**, чтобы установить интервал между кадрами с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также можно повернуть соответствующую многофункциональную ручку, указанную в поле ввода, для настройки значения. Диапазон доступных значений: от 10 нс до 1 с.

2. Frames (Кадры)

Определяет фактическое количество кадров, которые могут быть записаны. После запуска операции записи осциллограф автоматически остановит запись, когда количество записанных кадров достигнет установленного значения.

Нажмите или коснитесь пункта **Frames**, чтобы установить количество кадров для записи с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также можно повернуть соответствующую многофункциональную ручку, указанную в поле ввода, для настройки значения. Диапазон доступных значений: от 1 до максимального количества кадров, доступных для текущей записи.

3. Max Frames (Максимальное количество кадров)

Отображает максимальное количество кадров, которые могут быть записаны. Нажмите или коснитесь пункта **Max**, расположенного справа от поля ввода **Frames**. После этого максимальное количество кадров формы сигнала автоматически будет введено в поле **Frames**.

Так как объём памяти формы сигнала является фиксированным, увеличение количества точек в каждом кадре формы сигнала приводит к уменьшению количества кадров формы сигнала, которые могут быть записаны. Таким образом, максимальное количество записываемых кадров зависит от текущего выбранного значения «Глубина памяти» (Memory Depth). Количество точек в одном кадре формы сигнала соответствует текущей глубине памяти.

$$\text{Memory Depth} \geq \text{Sample Rate} \times \text{Horizontal Time Base} \times \text{Number of Grids in the Horizontal Direction on the Screen}$$

Следовательно, значение Max Frames при записи формы сигнала также зависит от параметров Sample Rate и Horizontal Time Base.

4. Beeper (Звуковой сигнал)

Настройка включения или отключения звукового сигнала после завершения процесса записи.



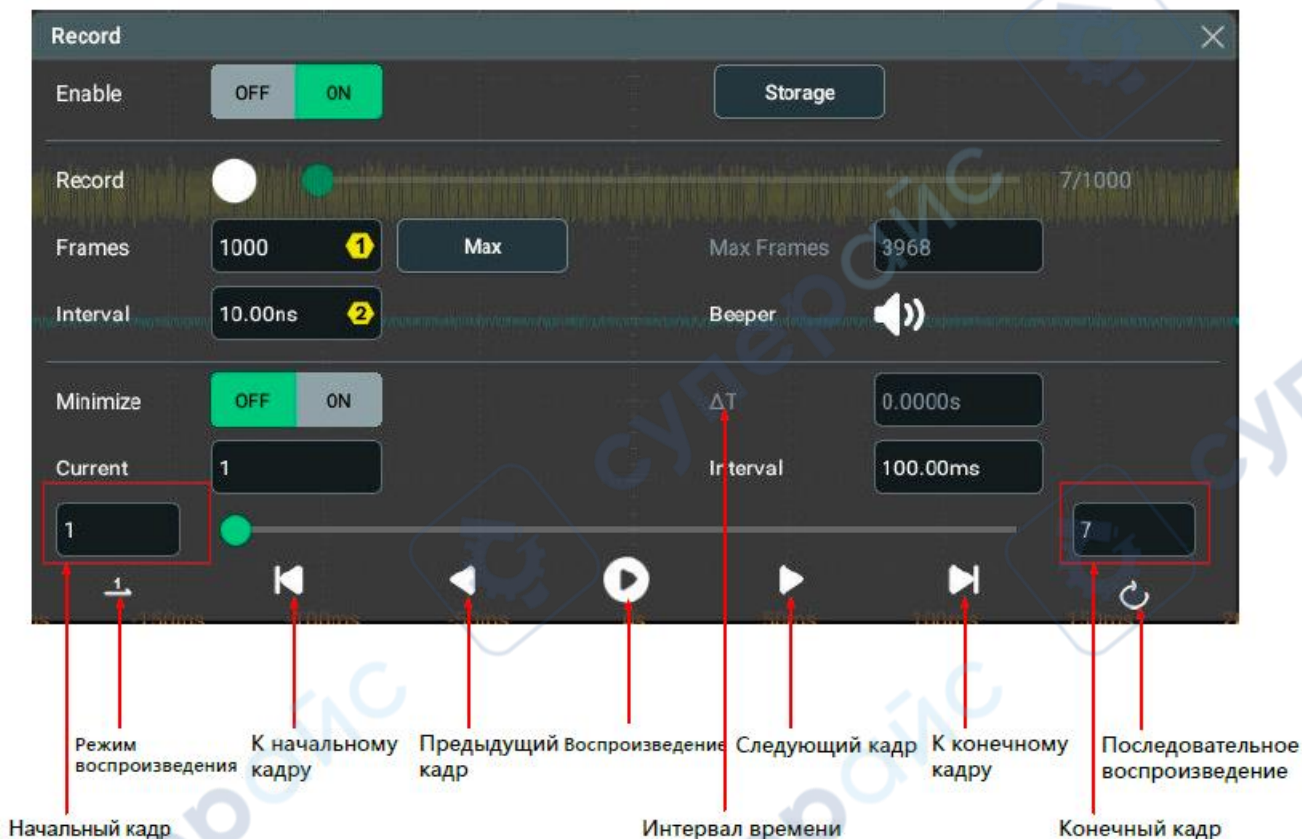
: после завершения записи подаётся звуковой сигнал.



: после завершения записи звуковой сигнал не подаётся.

17.3 Параметры воспроизведения

Выполняется воспроизведение текущих записанных форм сигналов. В разделе **Play** нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для пункта **Minimize**, чтобы выбрать, следует ли свернуть окно операции воспроизведения. При выборе значения **ON** окно операции воспроизведения будет свернуто, что делает интерфейс простым, понятным и удобным для использования, как показано на рисунке ниже.



Перед воспроизведением формы сигнала необходимо настроить следующие параметры.

1. Play Mode (Режим воспроизведения)

Воспроизведение формы сигнала выполняется в одиночном режиме (1) или циклическом режиме (↺). Нажмите или коснитесь первого значка в нижней части меню параметров Play, чтобы переключить режим воспроизведения.

- 1: воспроизведение выполняется от начального кадра до конечного кадра, после чего автоматически останавливается.

- ↺: воспроизведение выполняется от начального кадра до конечного кадра, после чего повторяется циклически до тех пор, пока пользователь не остановит его вручную.

2. Playback Sequence (Последовательность воспроизведения)

Определяет направление воспроизведения формы сигнала: по часовой стрелке (↻); против часовой стрелки (↺). Нажмите или коснитесь последнего значка в нижней части меню параметров Play, чтобы переключить последовательность воспроизведения.

- ↻: воспроизведение выполняется от начального кадра до конечного кадра.

- ↺: воспроизведение выполняется от конечного кадра к начальному кадру.

3. Interval (Интервал)

Определяет временной интервал между кадрами во время воспроизведения. Нажмите или коснитесь поля ввода **Interval**, чтобы установить интервал между кадрами с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также можно повернуть соответствующую многофункциональную ручку, указанную в поле ввода, для настройки значения. Диапазон доступных значений: от 1 мс до 1 с.

4. Start Frame (Начальный кадр)

Нажмите или коснитесь поля ввода Start Frame, чтобы установить начальный кадр для воспроизведения с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также можно повернуть соответствующую многофункциональную ручку, указанную в поле ввода, для настройки значения.

Значение по умолчанию: 1. Максимальное значение: максимальное количество записанных кадров формы сигнала.

5. End Frame (Конечный кадр)

Нажмите или коснитесь поля ввода **End Frame**, чтобы установить конечный кадр для воспроизведения с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также можно повернуть соответствующую многофункциональную ручку, указанную в поле ввода, для настройки значения. Значение по умолчанию: количество записанных кадров формы сигнала.

6. Current Frame (Текущий кадр)

После остановки воспроизведения нажмите или коснитесь поля ввода **Current**, чтобы установить отображаемый текущий кадр с помощью всплывающей цифровой клавиатуры. Также можно повернуть соответствующую многофункциональную ручку, указанную в поле ввода, для настройки значения. Максимальное значение текущего кадра: максимальное количество записанных кадров.

18 Поиск и навигация

Функция поиска находит интересующие события, отмечает их и позволяет быстро переходить между ними. Тип поиска — Edge или Pulse. Навигация выполняется по времени либо по найденным событиям.

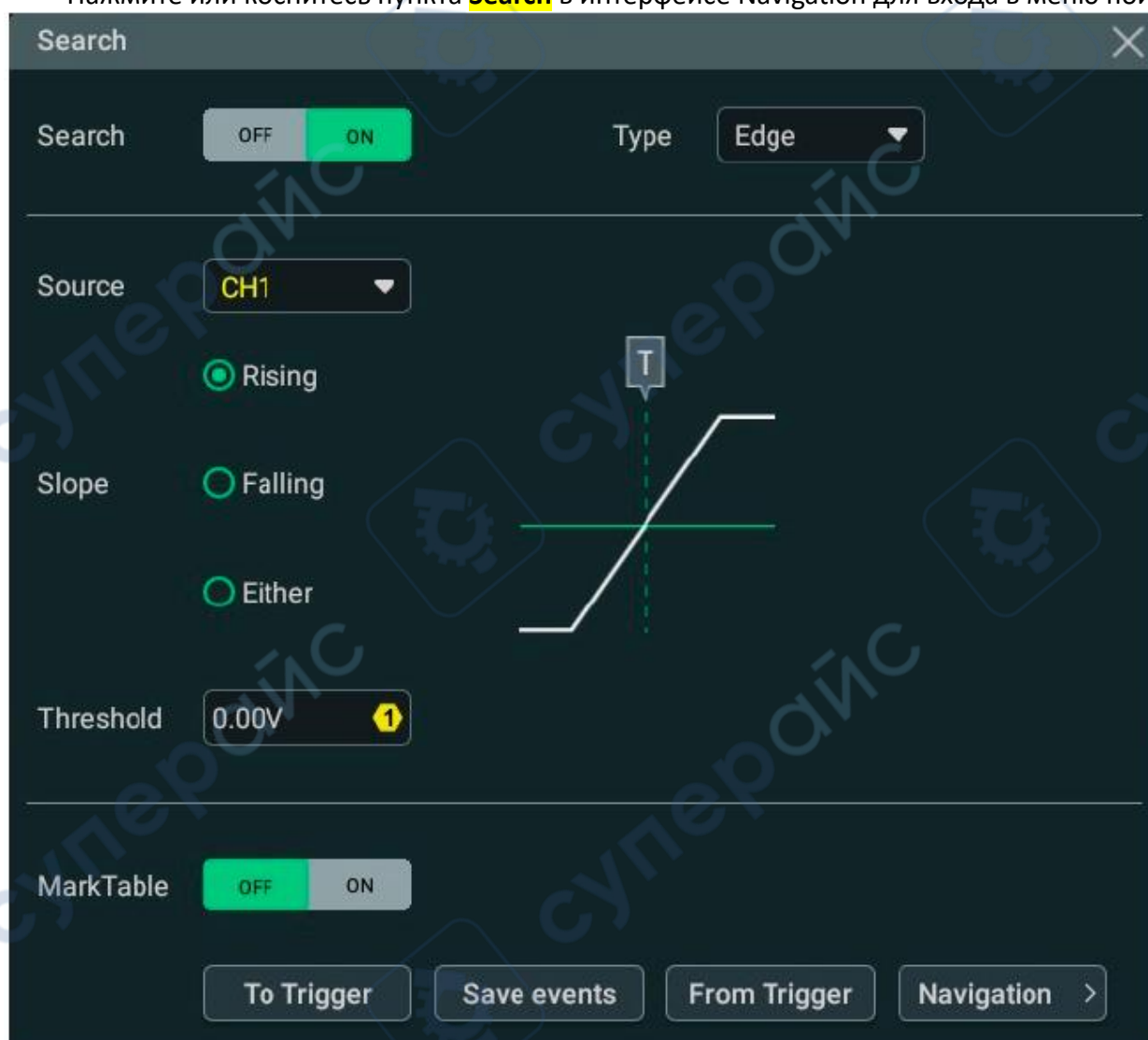
18.1 Функция поиска

Функция поиска позволяет выполнять поиск заданного события Edge (фронт) или Pulse (импульс), после чего найденное событие отмечается значком перевёрнутого треугольника (▼).

Для входа в меню Search выполните одно из следующих действий:

- Нажмите или коснитесь значка навигации по функциям  в левом нижнем углу экрана для входа в меню навигации функций. Нажмите или коснитесь пункта **Search** для входа в меню поиска.

- Нажмите или коснитесь пункта **Search** в интерфейсе Navigation для входа в меню поиска.



Меню Search

Включение или отключение функции поиска

Нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для пункта **Search**, чтобы включить или отключить функцию поиска.

Примечание

При включении функции поиска автоматически включается режим масштабирования Zoom Mode (Delayed Sweep).

Выбор типа поиска

Выберите тип поиска: Edge — поиск по фронту; Pulse — поиск по импульсу.

- **Поиск по фронту (Edge Search)**

После выбора типа поиска Edge необходимо настроить: тип фронта; пороговый уровень.

- **Поиск по импульсу (Pulse Search)**

После выбора типа поиска Pulse необходимо настроить: полярность импульса; условие поиска; пороговый уровень.

Настройка источника

Выберите аналоговый канал в качестве источника функции поиска.

Копирование настроек запуска

- **To Trigger (В запуск)**

Нажмите или коснитесь пункта **To Trigger**, чтобы скопировать настройки выбранного типа поиска в соответствующий тип запуска.

Пример: Если текущий тип поиска — Edge, нажатие **To Trigger** скопирует настройки поиска по фронту в настройки Edge Trigger.

- **From Trigger (Из запуска)**

Нажмите или коснитесь пункта **From Trigger**, чтобы скопировать настройки запуска в настройки выбранного типа поиска.

Пример: Если текущий тип запуска — Edge Trigger, нажатие **From Trigger** скопирует настройки запуска по фронту в настройки поиска Edge.

Примечание

При выборе **From Trigger** необходимо сначала установить тип поиска, а затем скопировать настройки типа запуска из меню запуска.

Включение или отключение таблицы маркеров

При включении таблицы маркеров отображается таблица маркеров, как показано на рисунке ниже. Таблица маркеров содержит события, отмеченные маркерами, для форм сигналов, отображаемых в текущем окне просмотра формы сигнала. При изменении масштаба или перемещении формы сигнала содержимое таблицы маркеров изменяется. С таблицей маркеров можно выполнять следующие операции:

- Когда прибор находится в состоянии STOP (ОСТАНОВ), нажмите или коснитесь любой строки таблицы маркеров для выбора соответствующего события. Значок перевернутого треугольника, обозначающий выбранное событие, изменяется на красный (■).

- Нажмите или коснитесь значка  в правом верхнем углу таблицы маркеров для открытия меню Search.

- Нажмите на строку заголовка таблицы маркеров, выделенную серым цветом, и удерживайте кнопку мыши для перемещения таблицы и изменения её положения на экране.

- Нажмите или коснитесь значка  в правом верхнем углу таблицы для закрытия таблицы маркеров.

Search			
Index	Time	EventCount	Info
1	-50us	1	Rising edge
2	-49.59us	1	Rising edge
3	-48.79us	1	Rising edge
4	-47.99us	1	Rising edge
5	-47.19us	1	Rising edge
6	-46.39us	1	Rising edge
7	-45.59us	1	Rising edge
8	-44.79us	1	Rising edge
9	-43.99us	1	Rising edge
10	-43.19us	1	Rising edge

Таблица маркеров

Навигация

Нажмите или коснитесь пункта **Navigation** для перехода в интерфейс навигации. Также можно использовать функцию Navigation Function для навигации по событиям поиска.

Сохранение события поиска

Данные маркеров событий можно сохранить во внутреннюю память или на внешнее USB-устройство хранения данных в формате "*.csv".

Нажмите или коснитесь пункта **Save Events** для перехода в интерфейс сохранения событий.

Для сохранения данных маркеров событий во внутреннюю или внешнюю память обратитесь к описанию раздела To Save a File.

Примечание

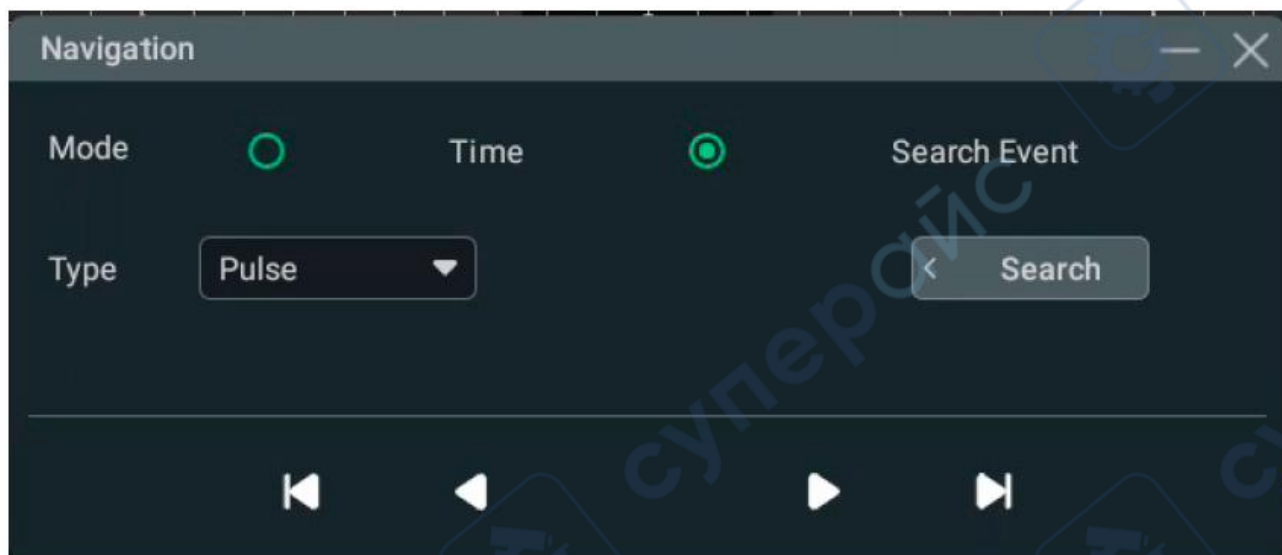
Данная серия осциллографов поддерживает только USB-устройства флэш-памяти с файловой системой FAT32.

18.2 Функция навигации

Функция навигации включает: навигацию по времени (Time Navigation); навигацию по событиям поиска (Search Event Navigation).

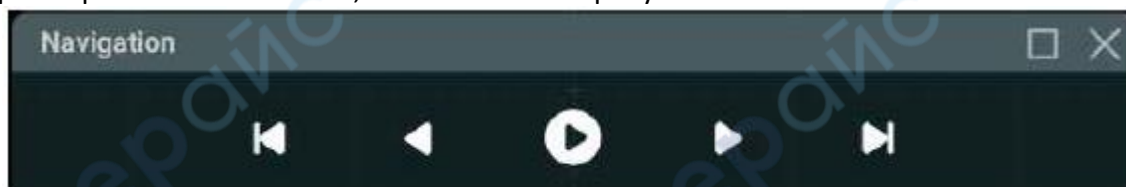
Для входа в интерфейс **Navigation** выполните одно из следующих действий:

- Нажмите кнопку  на передней панели прибора для входа в меню Navigation.
- Нажмите или коснитесь значка **Navigate** на панели инструментов в верхней правой части экрана для входа в меню Navigation.
- В интерфейсе Search нажмите или коснитесь кнопки **Navigation** для входа в меню настройки навигации.



Меню навигации)

Нажмите или коснитесь значка (), чтобы свернуть окно Navigation, что делает интерфейс простым и понятным, как показано на рисунке ниже.



Свернутое окно навигации (Time Navigation)

Примечание

Функция навигации доступна только при нахождении осциллографа в состоянии работы STOP (ОСТАНОВ).

Навигация по времени

После остановки сбора данных используйте кнопки управления навигацией в интерфейсе Navigation для прямого и обратного воспроизведения захваченных форм сигналов. Также можно использовать комбинацию клавиш навигации (  ) в области горизонтального управления на передней панели прибора для управления формами сигналов.

- После выбора режима Time Navigation нажмите или коснитесь значка (), чтобы начать воспроизведение формы сигнала.

- Во время воспроизведения нажмите или коснитесь значка () для воспроизведения назад. Воспроизведение автоматически остановится после достижения начального положения.

Нажмите или коснитесь значка () для воспроизведения вперёд. Воспроизведение автоматически остановится после достижения конечного положения.

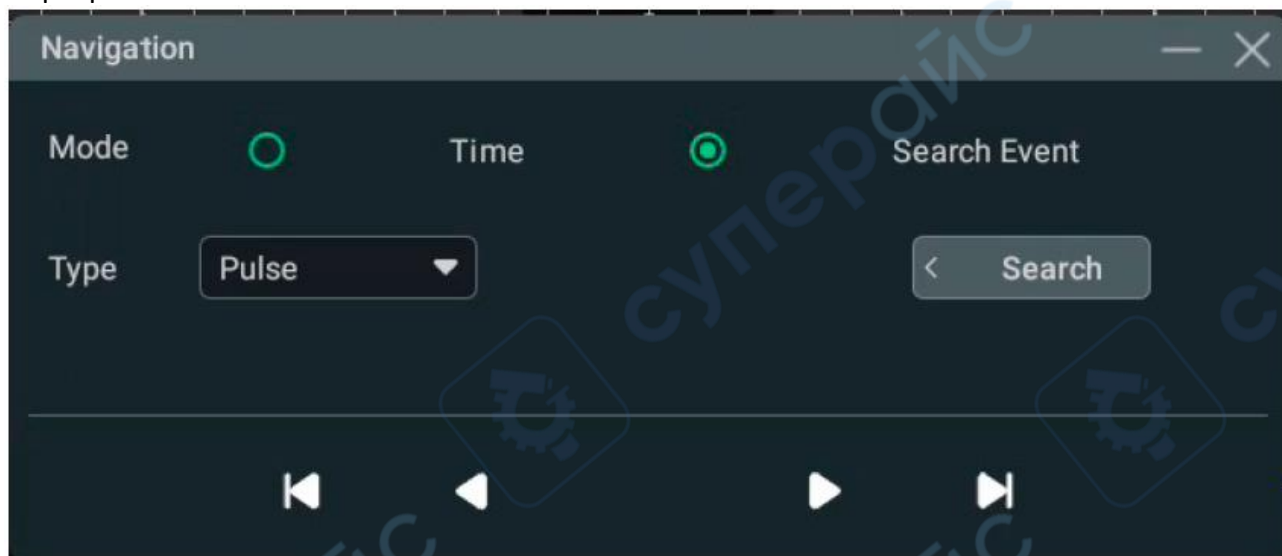
- Когда воспроизведение остановлено, нажмите или коснитесь значков () или (), чтобы перемещать форму сигнала назад или вперёд.

- Нажмите или коснитесь значка (), чтобы перейти к начальному сегменту воспроизводимой формы сигнала. Нажмите или коснитесь значка (), чтобы перейти к последнему сегменту воспроизводимой формы сигнала.

Нажмите или коснитесь раскрывающей кнопки параметра **Speed** (Скорость), чтобы выбрать скорость воспроизведения формы сигнала.

Навигация по событиям поиска

После включения функции навигации и завершения поиска события можно использовать комбинацию клавиш навигации для быстрого перехода к определённому событию в таблице маркеров событий.



Интерфейс навигации по событиям поиска

После выбора режима навигации Search Event нажмите или коснитесь пункта **Search**, чтобы задать условия поиска.

Тип события поиска может быть установлен как: Edge (Фронт); Pulse (Импульс). Выбранный тип должен соответствовать типу поиска, заданному в меню Search.

Нажмите или коснитесь значка (◀), чтобы перейти к предыдущему событию (серийный номер в таблице маркеров уменьшается). Нажмите или коснитесь значка (▶), чтобы перейти к следующему событию (серийный номер в таблице маркеров увеличивается).

Нажмите или коснитесь значка (◀◀), чтобы перейти к первому событию. Нажмите или коснитесь значка (▶▶), чтобы перейти к последнему событию.

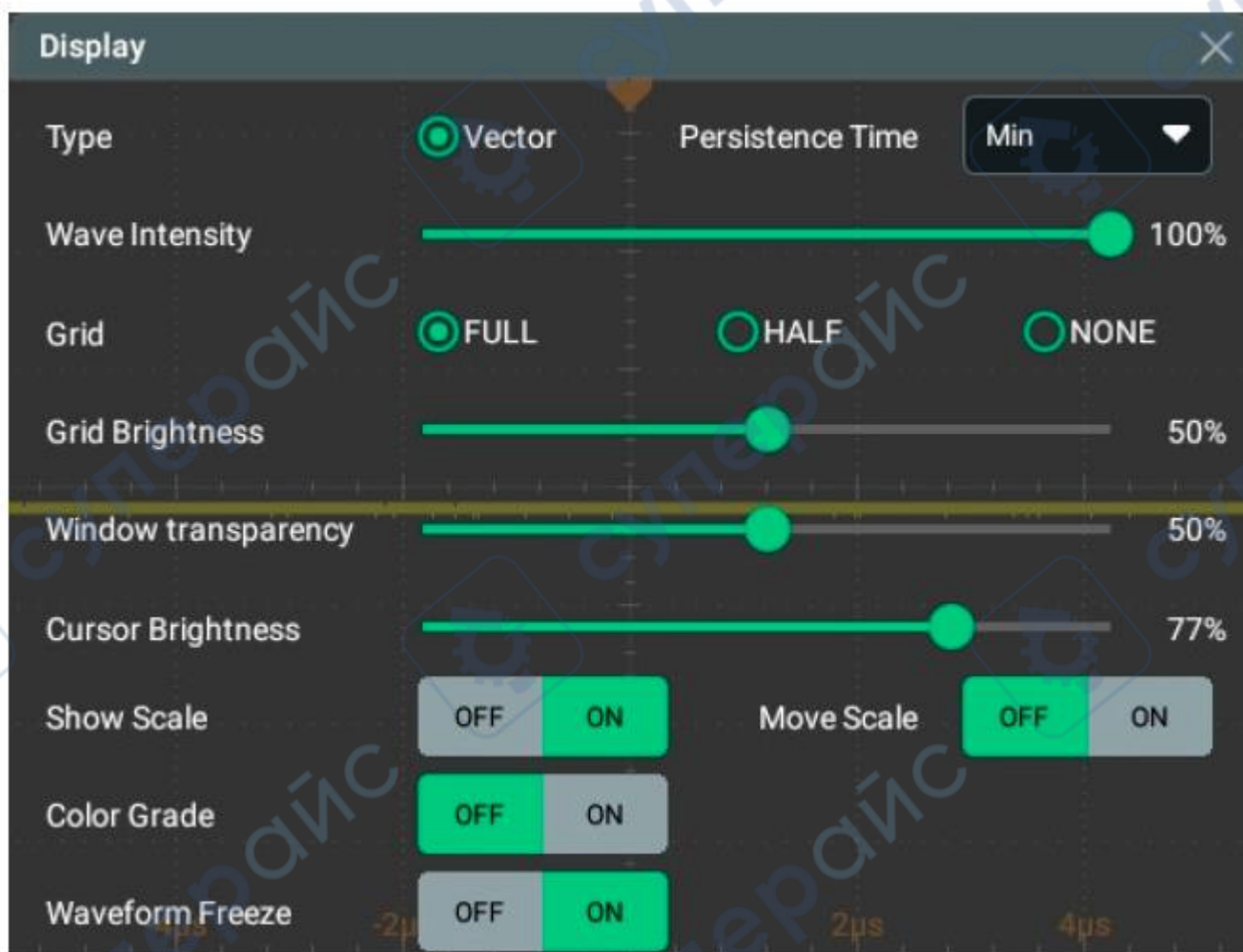
19 Управление отображением

В меню настройки **Display** можно настроить следующие параметры отображения: тип отображения; время послесвечения; интенсивность формы сигнала; тип сетки; яркость сетки и другие параметры.

Для входа в меню Display выполните одно из следующих действий:

Нажмите или коснитесь значка навигации по функциям  в левом нижнем углу экрана, затем выберите пункт **Display** для входа в меню Display.

Нажмите или коснитесь значка () в правом верхнем углу окна просмотра формы сигнала для входа в меню Display.



Меню настройки отображения

19.1 Тип отображения

Данная серия осциллографов поддерживает режим отображения Vector (Векторный), при котором точки выборки соединяются линиями и отображаются на экране.

В большинстве случаев данный режим обеспечивает наиболее наглядное отображение формы сигнала, позволяя наблюдать крутые фронты сигнала (например, прямоугольного сигнала).

19.2 Время послесвечения

В меню настройки **Display** нажмите или коснитесь раскрывающейся кнопки параметра **Persistence Time**, чтобы выбрать время послесвечения из раскрывающегося списка.

Доступные значения: Min; переменное время послесвечения: 100 мс; 200 мс; 500 мс; 1 с; 2 с; 5 с; 10 с; Infinite (Бесконечное).

В следующем разделе приведено описание эффекта отображения частотно-развёрнутого синусоидального сигнала при различных настройках времени послесвечения.

- **Min (Минимальное)**

Позволяет наблюдать изменение формы сигнала с высокой частотой обновления.

- **Variable Persistence (Переменное послесвечение)**

Позволяет отображать редко возникающие или относительно медленно изменяющиеся выбросы после установленного времени послесвечения. Время послесвечения может быть установлено: 100 мс; 200 мс; 500 мс; 1 с; 2 с; 5 с; 10 с.

- **Infinite (Бесконечное)**

В данном режиме осциллограф не удаляет предыдущие захваченные формы сигналов при получении новых форм сигналов. Предыдущие захваты отображаются с относительно низкой яркостью, а вновь полученные формы сигналов отображаются с обычной яркостью и цветом. Режим бесконечного послесвечения может использоваться для: измерения шума; измерения джиттера (дрожания сигнала); захвата редко возникающих событий.

19.3 Интенсивность формы сигнала

В меню **Display** перемещайте ползунок **Wave Intensity** для настройки яркости отображения формы сигнала. Значение по умолчанию: 50%. Диапазон настройки: от 1% до 100%.

19.4 Настройка сетки экрана

В меню настройки **Display** выберите один из вариантов параметра **Grid**: FULL; HALF; NONE



- **FULL (Полная)**

Включает отображение фоновой сетки и основных координатных линий.

- **HALF (Половинная)**

Отключает основные координатные линии, сохраняя отображение фоновой сетки.

- **NONE (Нет)**

Отключает отображение фоновой сетки и основных координатных линий.

19.5 Настройки отображения

Яркость сетки

В меню **Display** перемещайте ползунок **Grid Brightness** для настройки яркости сетки. Значение по умолчанию: 50%. Диапазон настройки: от 0% до 100%.

Прозрачность окна

В меню **Display** перемещайте ползунок **Window Transparency** для настройки прозрачности окна. Значение по умолчанию: 50%. Диапазон настройки: от 0% до 100%.

Яркость курсора

В меню **Display** перемещайте ползунок **Cursor Brightness** для настройки яркости курсора. Значение по умолчанию: 80%. Диапазон настройки: от 0% до 100%.

19.6 Отображение шкалы

В меню настройки **Display** нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для параметра **Show Scale**, чтобы включить или отключить отображение шкалы на экране. Значение по умолчанию: ON (Включено).

19.7 Цветовая градация

В меню настройки **Display** нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для параметра **Color Grade**, чтобы включить или отключить цветовую градацию. Значение по умолчанию: OFF (Выключено). При включении данной функции различные цвета отображаются на экране для обозначения: количества циклов сбора данных; вероятности появления данных.

19.8 Фиксация формы сигнала

В меню настройки **Display** нажмите или коснитесь вкладки ON/OFF для параметра **Waveform Freeze**, чтобы включить или отключить функцию фиксации формы сигнала. Значение по умолчанию: ON (Включено).

При включении функции после остановки сбора данных осциллограф отображает форму сигнала, полученную в результате многократной выборки и наложения данных, после выполнения одного из следующих действий: нажатие или касание значка **STOP/RUN** на панели быстрого

управления; нажатие кнопки  на передней панели прибора.

При отключении функции отображается последняя форма сигнала, полученная при срабатывании запуска.

20 Сохранение и загрузка

Текущие настройки осциллографа, осциллограммы, изображения экрана и параметры можно сохранять во внутренней памяти, на внешнем USB-накопителе (например, USB-флеш-накопителе) или в общей папке SMB в различных форматах. При необходимости сохраненные настройки или осциллограммы можно загрузить повторно.

Также можно загрузить в систему программное обеспечение для обновления и выполнить обновление прибора.

Через меню управления дисками можно также копировать, удалять и переименовывать файлы указанного типа, расположенные во внутренней памяти, на внешнем USB-накопителе или в общей папке.

На передней панели осциллографа предусмотрен один интерфейс USB HOST, к которому можно подключить USB-накопитель для внешнего хранения данных. Подключенный USB-накопитель обозначается как «**Removable USB Disk (D)**».

20.1 Вход в меню хранения данных

Открыть меню настроек хранения данных можно одним из следующих способов.

- Нажмите значок навигации по функциям  в левом нижнем углу экрана, затем выберите **Storage**, чтобы открыть меню настроек хранения данных.
- Нажмите кнопку **Storage** на панели инструментов, чтобы открыть меню настроек хранения данных.

В меню **Storage** доступны три подменю: **Save**, **Load** и **Upgrade**. Выберите необходимое подменю и настройте соответствующие параметры.

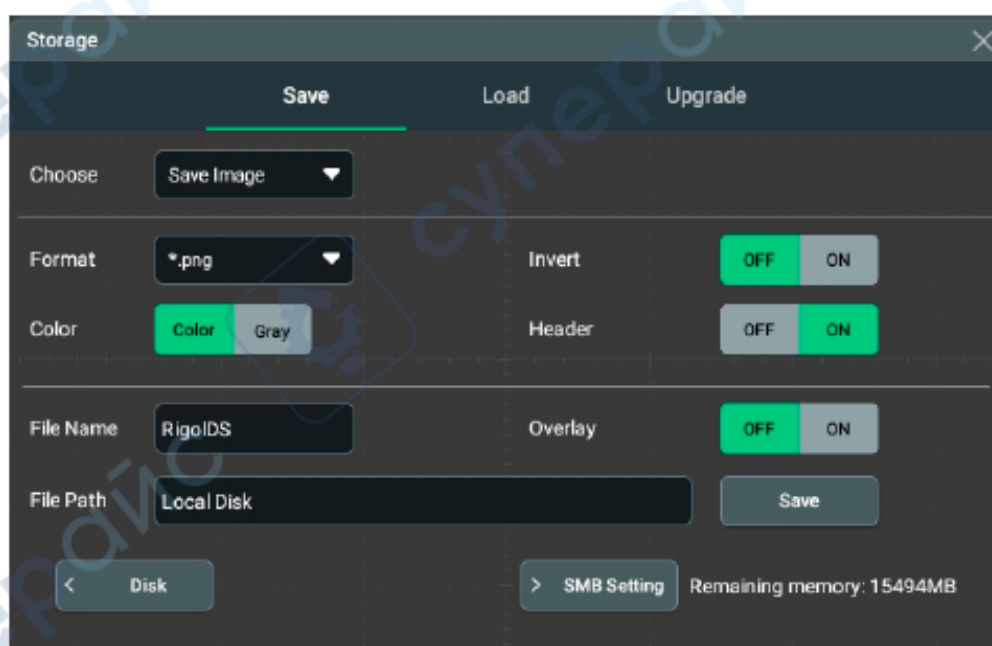
20.2 Сохранение файла

В меню **Storage** выберите вкладку **Save**, чтобы открыть меню настроек сохранения. В этом меню можно сохранять изображения, осциллограммы и файлы настроек.

20.2.1 Сохранение изображения

В меню **Storage** выберите вкладку **Save**, чтобы открыть меню операций сохранения. В этом меню нажмите раскрывающуюся кнопку **Choose** и выберите **Save Image**, чтобы открыть меню настроек **Save Image**.

Задайте необходимые параметры и сохраните изображение во внутренней или внешней памяти.



Меню настройки сохранения изображения

Настройка формата изображения

- **Format**

Нажмите раскрывающуюся кнопку **Format** и выберите в списке формат *.png, *.bmp или *.jpg.

После этого изображение экрана будет сохранено во внутренней или внешней памяти в формате .png, .bmp или .jpg соответственно.

- **Invert**

Нажмите кнопку **ON/OFF** в меню **Invert**, чтобы включить или отключить функцию инвертирования осциллограммы.

- **Color**

Для параметра **Color** выберите **Color** или **Gray**, чтобы задать цветовой режим сохраняемого изображения.

- **Header**

Нажмите кнопку **ON/OFF** в меню **Header**, чтобы включить или отключить отображение заголовка.

Если выбрано значение **ON**, при сохранении изображения в его заголовке будут указаны модель прибора и дата создания изображения.

Настройка параметров сохранения файла

- **Задание имени файла**

Нажмите поле **File Name** и введите имя сохраняемого файла с помощью появившейся виртуальной клавиатуры.

- **Задание пути сохранения файла**

Нажмите поле **File Path**. Откроется интерфейс управления дисками. В интерфейсе управления дисками выберите требуемый путь сохранения, затем нажмите **OK**, чтобы установить его в качестве пути для сохраняемого файла.

По умолчанию используется путь **Local Disk**. При обнаружении USB-устройства путь автоматически изменяется на **D:**. При подключении общей папки путь автоматически изменяется на **I:**.

- **Overlay**

Нажмите кнопку **ON/OFF** в меню **Overlay**, чтобы включить или отключить функцию перезаписи файлов. Если функция включена, существующий файл в указанном каталоге будет заменен новым сохраняемым файлом, если их имена совпадают.

Нажмите **Save**. Изображение экрана будет сохранено в соответствии с текущими настройками, после чего меню хранения данных закроется.

СОВЕТ

Если для функции быстрого действия установлено значение **Save Image** либо **Save Group** с выбранным параметром **Save Image**, изображение можно сохранить нажатием соответствующей

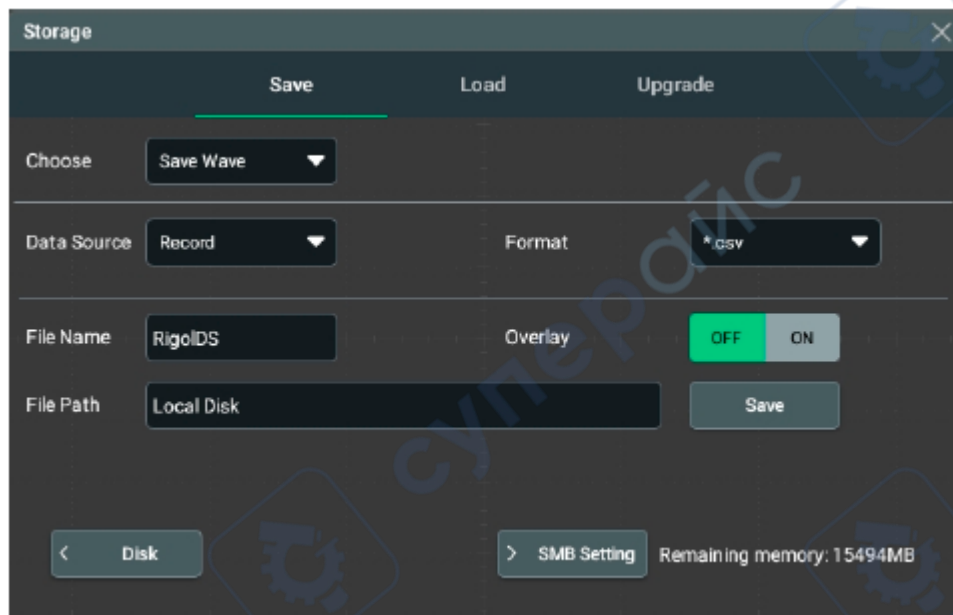
клавиши  на передней панели.

20.2.2 Сохранение осциллограммы

В меню **Storage** выберите вкладку **Save**, чтобы открыть меню операций сохранения.

В этом меню нажмите раскрывающуюся кнопку **Choose** и выберите **Save Wave**, чтобы открыть меню настроек **Save Wave**.

Основные настройки, включая состояние включения/отключения каналов, вертикальный масштаб и горизонтальную развертку, а также данные осциллограмм всех включенных каналов будут сохранены во внутренней или внешней памяти.



Меню настройки сохранения осциллограммы

Выбор источника данных осциллограммы

Доступны следующие источники данных:

- **Screen** — осциллограммы, отображаемые на экране;
- **Memory** — осциллограммы из памяти;
- **Record** — записанные осциллограммы.

Формат осциллограммы

Доступные форматы данных зависят от выбранного источника:

- при выборе источника **Screen** доступны форматы *.bin и *.csv;
- при выборе источника **Memory** доступны форматы *.bin, *.csv и *.wfm;
- при выборе источника **Record** доступен формат *.csv.

СОВЕТ

Если для функции быстрого действия установлено значение **Save Wave** либо **Save Group** с выбранным параметром **Save Wave**, осциллограмму можно сохранить нажатием клавиши



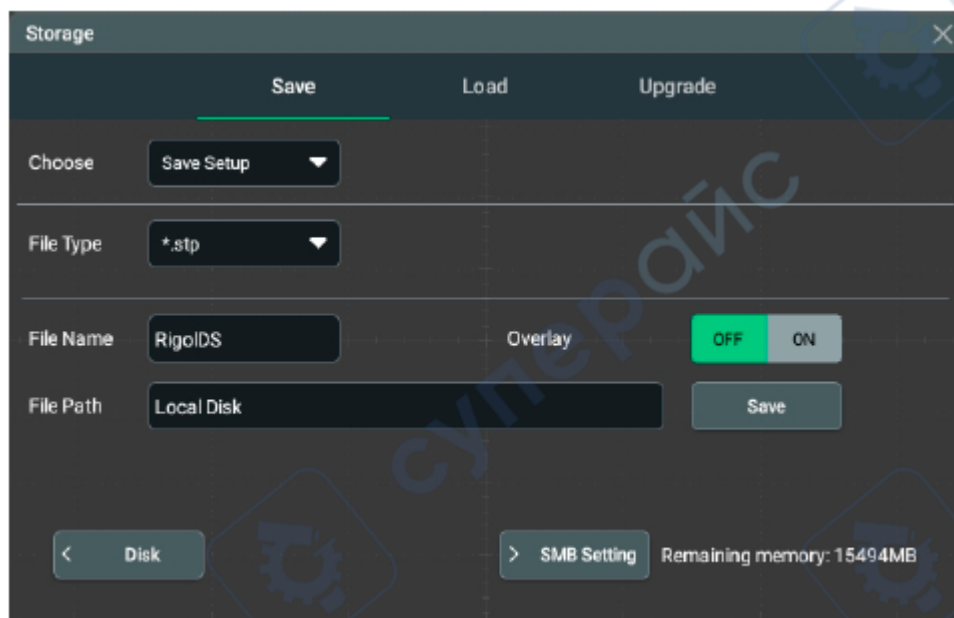
быстрого действия на передней панели.

20.2.3 Сохранение настроек

В меню **Storage** выберите вкладку **Save**, чтобы открыть меню операций сохранения.

В этом меню нажмите раскрывающуюся кнопку **Choose** и выберите **Save Setup**, чтобы открыть меню настроек **Save Setup**.

Настройки осциллографа сохраняются во внутренней или внешней памяти в формате *.stp. В дальнейшем сохраненные настройки можно загрузить и восстановить.



Меню настройки сохранения настроек

Настройка параметров сохранения файла

- **Задание имени файла**

Нажмите поле **File Name** и введите имя сохраняемого файла с помощью появившейся виртуальной клавиатуры.

- **Задание пути сохранения файла**

Нажмите поле **File Path**. Откроется интерфейс управления дисками. В интерфейсе управления дисками выберите требуемый путь сохранения, затем нажмите **OK**, чтобы установить его в качестве пути для сохраняемого файла.

По умолчанию используется путь **Local Disk**. При обнаружении USB-устройства путь автоматически изменяется на **D:**. При подключении общей папки путь автоматически изменяется на **I:**.

- **Overlay**

Нажмите кнопку **ON/OFF** в меню **Overlay**, чтобы включить или отключить функцию перезаписи файлов.

Если функция включена, существующий файл в указанном каталоге будет заменен новым сохраняемым файлом, если их имена совпадают.

Нажмите **Save**, чтобы сохранить файл настроек в соответствии с текущими параметрами. После сохранения меню хранения данных закроется.

СОВЕТ

Если для функции быстрого действия установлено значение **Save Setup** либо **Save Group** с выбранным параметром **Save Setup**, настройки можно сохранить нажатием соответствующей клавиши **Quick** на передней панели.

20.2.4 Двоичный формат данных .bin

Формат BIN сохраняет осциллограммы в двоичном виде вместе с заголовками. Он компактнее ASCII. Если включено несколько каналов, данные каждого отображаемого канала сохраняются последовательно.

Формат BIN-файла

Заголовок файла	Заголовок формы сигнала	Заголовок данных формы сигнала	Данные канала	Заголовок формы сигнала	Заголовок данных формы сигнала	Данные канала
16 байт	140 байт	16 байт	n байт	140 байт	16 байт	n байт

В BIN могут содержаться данные CH1, CH2, CH3, CH4 и математической осциллограммы; фактический набор зависит от сохраненных каналов.

1. File Header (заголовок файла)

В бинарном файле содержится только один заголовок файла. Заголовок файла содержит следующую информацию.

Поле	Размер/описание
Cookie	2 символа RG, указывающие формат бинарного файла RIGOL
Version	2 байта, версия файла
File Size	8-байтовое целое, полный размер файла в байтах, включая заголовок
Number of Waveforms	4-байтовое целое, число сохраненных осциллограмм

2. Waveform Header (Заголовок формы сигнала)

В файле может храниться несколько форм сигналов. Каждая сохранённая форма сигнала имеет собственный заголовок формы сигнала. При сохранении нескольких каналов каждый канал может рассматриваться как отдельная форма сигнала.

Заголовок формы сигнала содержит информацию о типе данных формы сигнала, которые хранятся после заголовка данных формы сигнала.

Поле	Описание
Header Size	4-байтовое целое, размер заголовка
Waveform Type	4-байтовое целое; фиксированное значение в текущем формате — 1. Коды: 0 Unknown, 1 Normal, 2 Peak Detection, 3 Average, 4 Not Used, 5 Not Used, 6 Logic
Number of Waveform Buffers	4-байтовое целое, число буферов; фиксировано 1
Number of Points	4-байтовое целое, число точек
Count	4-байтовое целое; фиксировано 0
X Display Range	4-байтовое число float, длительность/диапазон X отображаемой осциллограммы; 0 — данные не получены
X Display Origin	8-байтовое double, X-координата левого края; для временной формы — время начала отображения
X Increment	8-байтовое double, интервал между точками по X
X Origin	8-байтовое double, X-координата первой точки записи
X Units	4-байтовое целое. Коды: 0 Unknown, 1 V, 2 s, 3 Constant, 4 A, 5 dB, 6 Hz; для временных осциллограмм фиксировано 2
Y Units	4-байтовое целое; коды единиц аналогичны X Units
Date	массив 16 символов, дата сохранения
Time	массив 16 символов, время сохранения
Model	массив 24 символов вида MODEL#:SERIAL#
Channel Name	массив 16 символов, метка осциллограммы

3. Заголовок данных формы сигнала (Waveform Data Header)

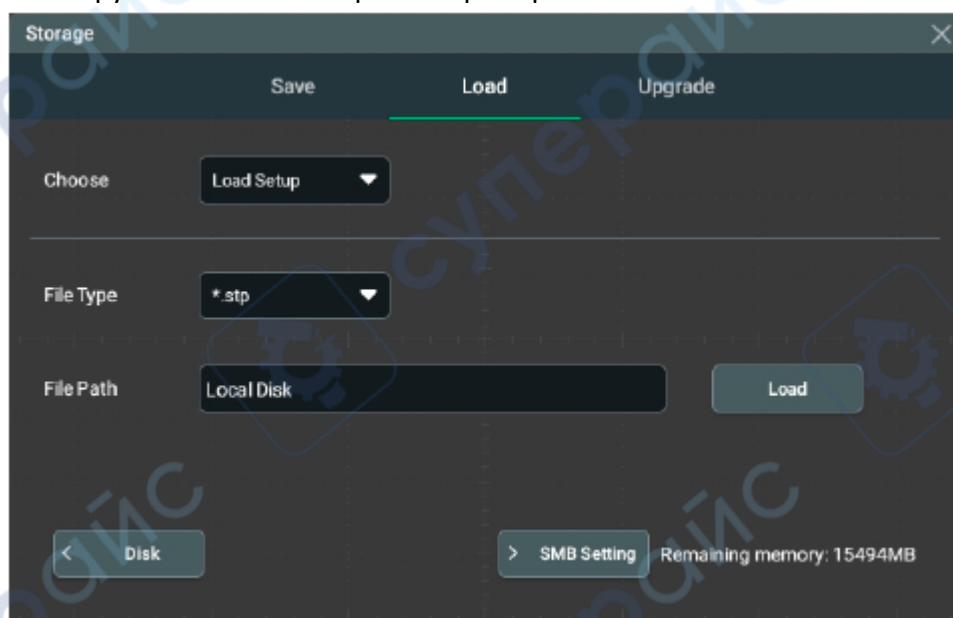
Форма сигнала может содержать несколько наборов данных. Каждый набор данных формы сигнала имеет собственный заголовок данных формы сигнала. Заголовок данных формы сигнала содержит информацию о соответствующем наборе данных формы сигнала.

Заголовок сохраняется перед набором данных.

Поле	Описание
Header Size	4-байтовое целое, размер заголовка набора данных
Buffer Type	2-байтовое целое: 0 Unknown, 1 Normal 32-bit float, 2 Maximum float, 3 Minimum float, 4 Not Used, 5 Digital unsigned 8-bit character data
Bytes Per Point	2-байтовое целое, число байт на точку
Buffer Size	8-байтовое целое, размер данных текущего канала в байтах

20.3 Загрузка файла

В меню настроек хранения данных выберите вкладку **Load**, чтобы перейти в меню загрузки. В этом меню можно загрузить локальный файл в прибор.



Меню настройки загрузки

Загрузка настроек

Нажмите раскрывающуюся кнопку **Choose** и выберите **Load Setup**.

Затем нажмите **File Path** и выберите источник файла настроек:

- внутренняя память (C:);
- внешний USB-накопитель (D:);
- общая папка (I:).

По умолчанию используется тип файла *.stp. Другие типы файлов недоступны.

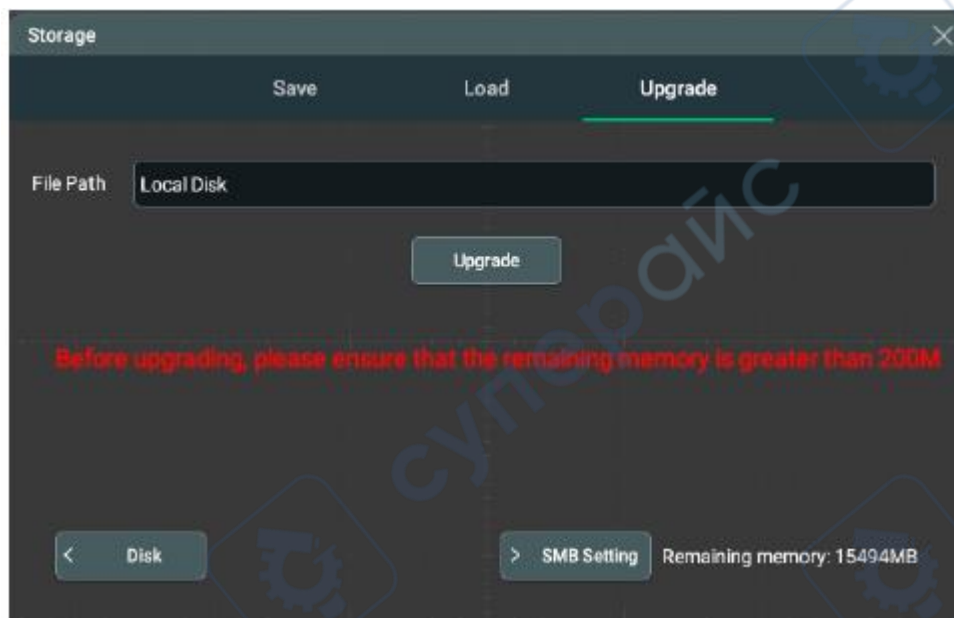
Выберите в памяти файл, который требуется загрузить. Нажмите **Load**, чтобы загрузить выбранный файл.

20.4 Обновление встроенного ПО

Прибор поддерживает локальное и онлайн-обновление.

Локальное обновление

1. В меню настроек хранения данных нажмите **Upgrade**, чтобы открыть меню настройки локального обновления.



Меню обновления

2. Нажмите поле **File Path**. Откроется интерфейс управления дисками. Выберите файл обновления.
3. Нажмите **Upgrade**, чтобы выполнить локальное обновление.

Онлайн-обновление

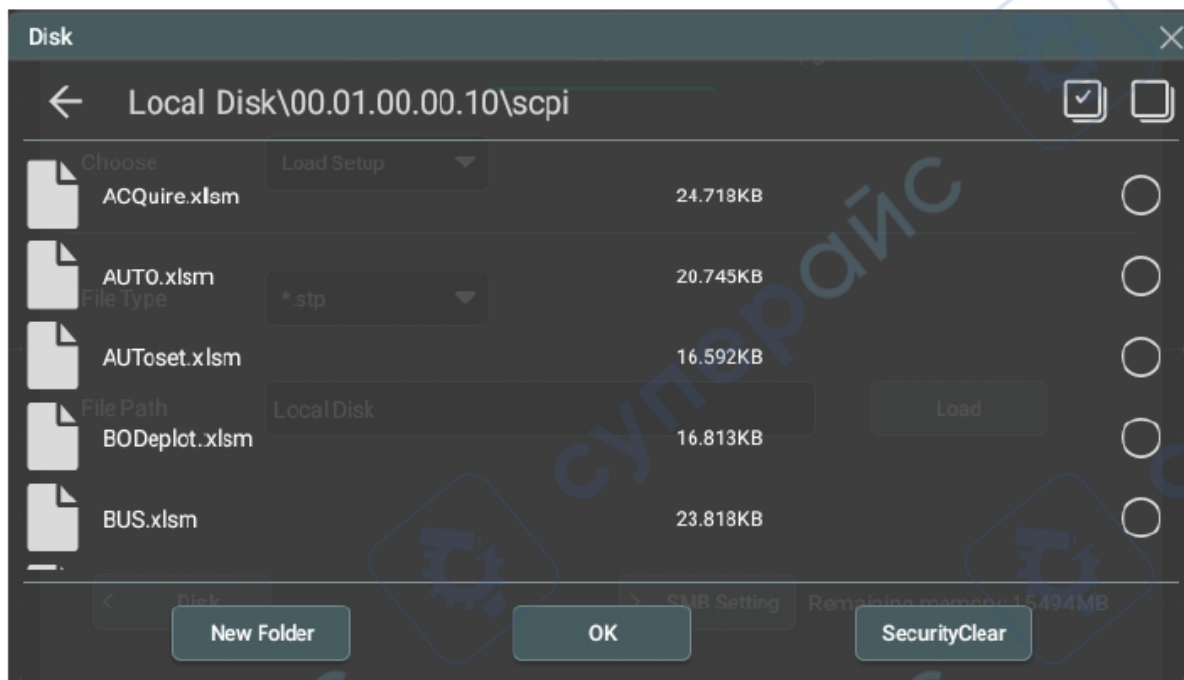
1. Убедитесь, что интерфейс **LAN** на задней панели подключен к сети. Если доступ к Интернету ограничен, обратитесь к администратору для получения необходимых разрешений.
2. Нажмите значок навигации по функциям  в левом нижнем углу экрана, чтобы открыть меню навигации по функциям.
3. Нажмите значок **Upgrade**, чтобы выполнить операцию обновления.

20.5 Управление дисками

Открыть меню настроек хранения данных можно одним из следующих способов.

- Нажмите значок навигации по функциям  в левом нижнем углу экрана, затем выберите **Storage**, чтобы открыть меню настроек хранения данных.
- Нажмите кнопку **Storage** на панели инструментов, чтобы открыть меню настроек хранения данных.

Затем нажмите **Disk** в левом нижнем углу меню **Storage**, чтобы открыть интерфейс управления дисками, показанный на рисунке ниже.



Интерфейс управления дисками

В меню управления дисками доступны следующие операции.

Выбор диска

Перед использованием внешнего устройства хранения убедитесь, что USB-накопитель в формате **FAT32** подключен правильно.

По умолчанию выбран диск **Local Disk (C:)**. После подключения внешнего USB-накопителя (**D:**) или общей папки (**I:**) можно выбрать **Removable USB Disk (D)** или **SMB (I)** в раскрывающемся списке в левом верхнем углу интерфейса **Disk**.

Создание папки

Нажмите **New Folder**. Отобразится экранная клавиатура для ввода имени папки. Чтобы закрыть клавиатуру, нажмите в любом месте экрана за ее пределами.

Безопасная очистка внутренней памяти

Нажмите **SecurityClear**. На экране появится сообщение: «Execute secure memory wipe?»

Нажмите **OK**, чтобы удалить все файлы, хранящиеся на внутреннем диске. Чтобы отменить операцию безопасной очистки, нажмите **Cancel**.

Выбор файла

Перед выполнением операций с файлом или папкой сначала выберите требуемый файл или папку.

Нажмите флажок справа от папки. После установки флажка объект считается выбранным, и отображается соответствующий значок . Чтобы отменить выбор, повторно нажмите флажок . После этого он вернется в исходное состояние. Осциллографы данной серии поддерживают одновременный выбор нескольких файлов и папок. Также можно нажать значок  в правом верхнем углу интерфейса, чтобы выбрать все файлы и папки на текущем диске. Повторное нажатие  позволяет отменить выбор всех объектов.

Вырезание, копирование и вставка файла или папки

Перемещение файла в указанную папку

– Выберите требуемый файл или папку. Нажмите **Cut**, чтобы вырезать выбранный файл или папку. Затем выберите папку назначения и нажмите **Paste**, чтобы вставить файл или папку в выбранную папку.

Копирование файла в указанную папку

Выберите требуемый файл или папку. Нажмите **Copy**, чтобы скопировать выбранный файл или папку. Затем выберите папку назначения и нажмите **Paste**, чтобы вставить файл или папку в выбранную папку.

Удаление файла или папки

В текущей папке выберите файл или папку, которые требуется удалить. Нажмите **Delete**. На экране появится сообщение: «Are you sure to delete the file?» Нажмите **OK**, чтобы удалить файл.

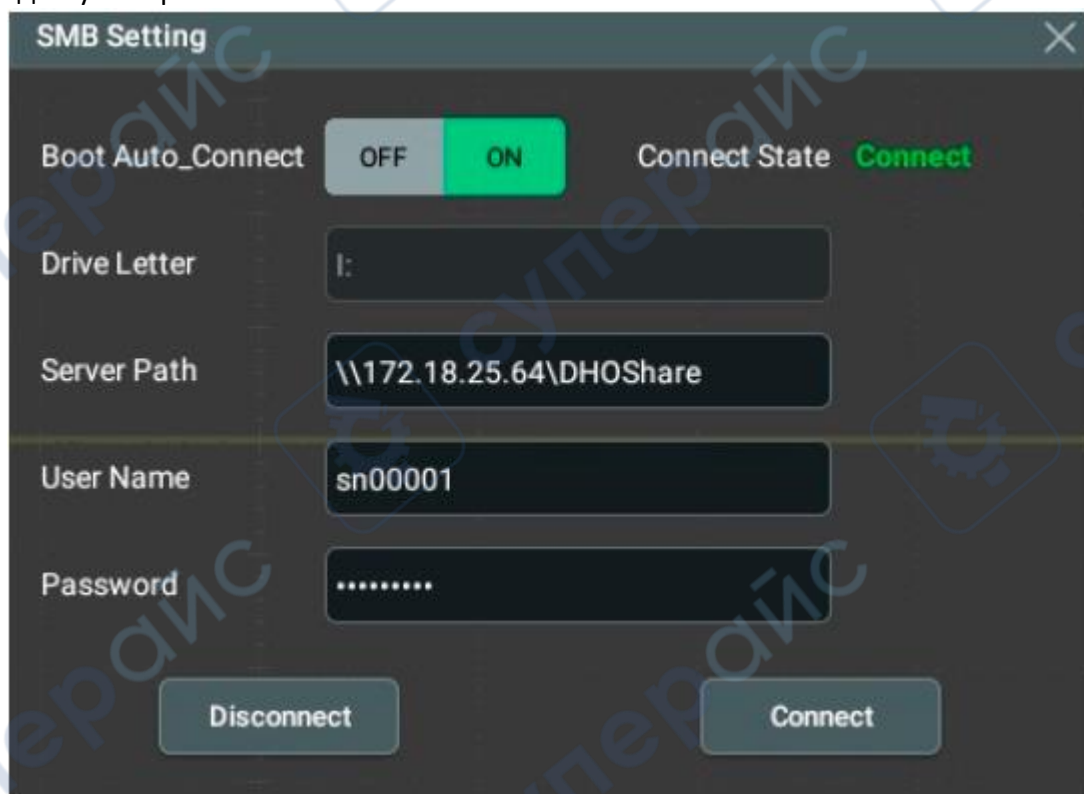
Чтобы отменить операцию удаления, нажмите **Cancel**.

Переименование файла или папки

Выберите требуемый файл или папку, затем нажмите **Rename**. Введите новое имя файла или папки с помощью появившейся виртуальной клавиатуры. После ввода нового имени операция переименования будет завершена.

20.6 Настройка SMB

В меню настроек хранения данных нажмите **SMB Setting**, чтобы открыть меню настройки SMB. В этом меню можно настроить SMB-подключение между прибором и компьютером для совместного доступа к файлам.



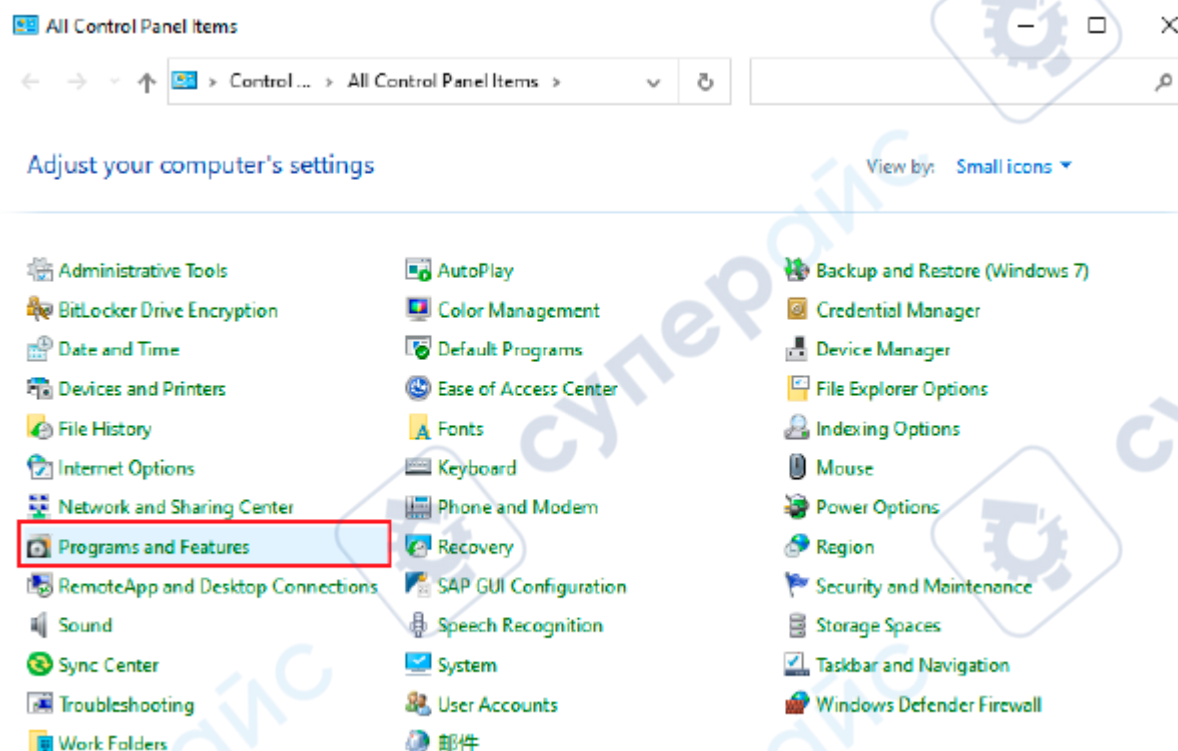
Меню настройки SMB

Порядок выполнения

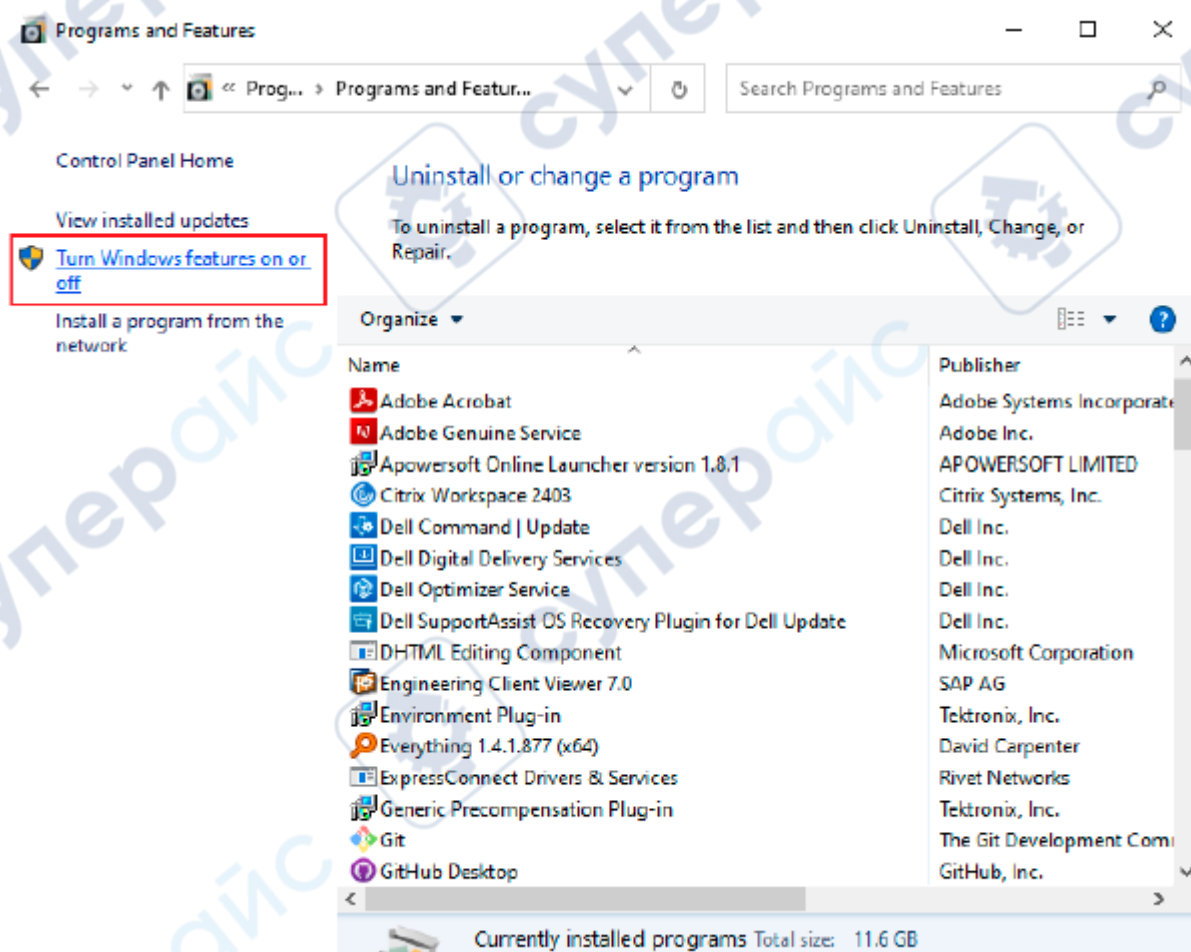
Ниже в качестве примера используется **Windows 10 Pro**. Для организации общего доступа к файлам по SMB выполните следующие действия.

1. Включение функции общего доступа к файлам SMB на компьютере

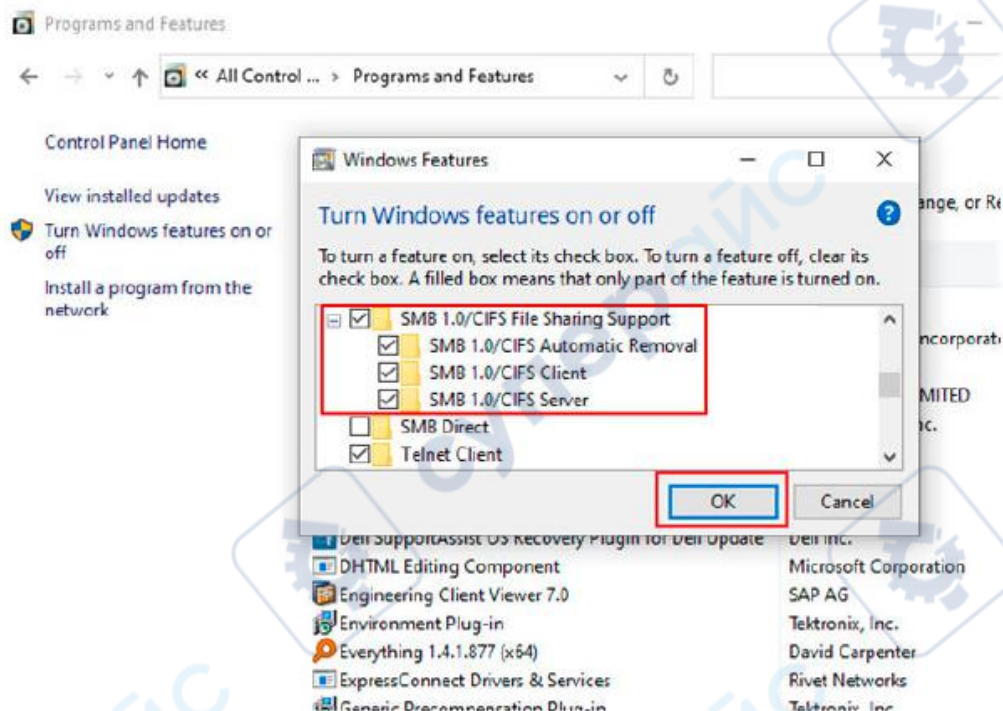
а. Откройте **Панель управления** и выберите **Программы и компоненты**.



b. Нажмите **Включение или отключение компонентов Windows**.



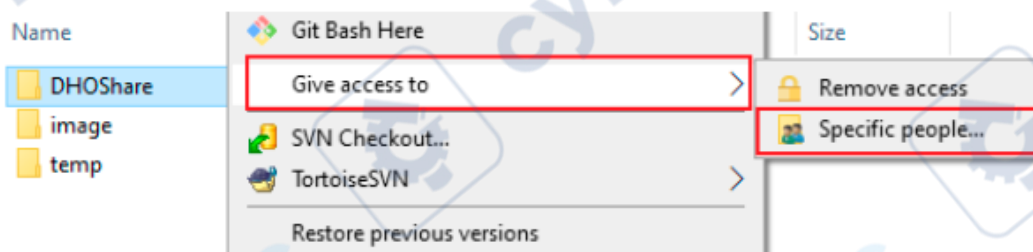
с. В открывшемся окне найдите компонент **SMB 1.0/CIFS File Sharing Support**. Установите все флажки для данного компонента и нажмите **ОК**.



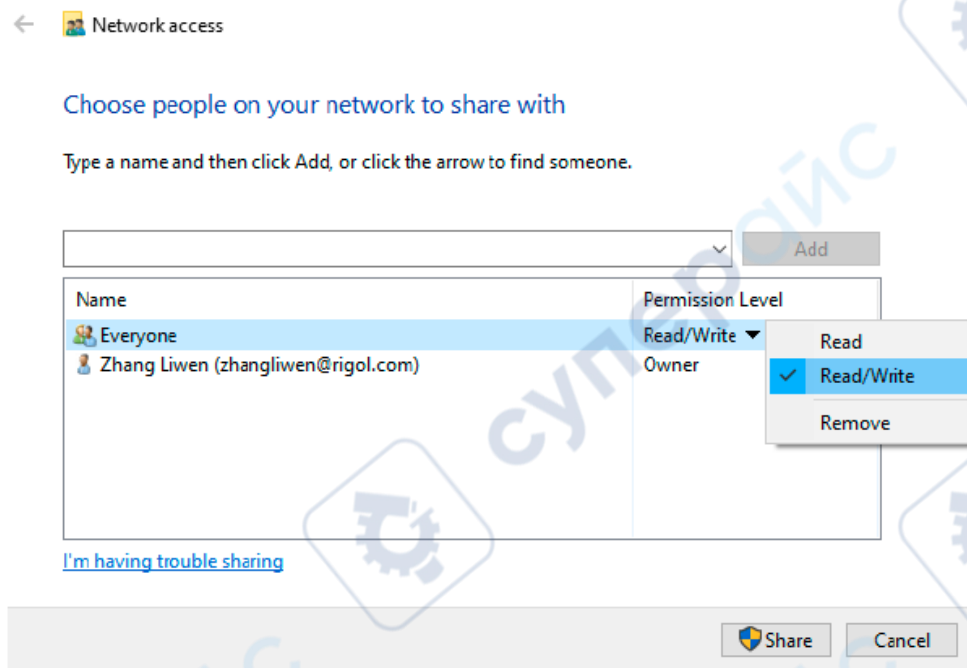
d. Перезагрузите компьютер. После перезагрузки функция общего доступа к файлам SMB будет включена.

2. Создание общей папки

a. Создайте новую папку. Имя папки должно содержать только символы английского алфавита. Щелкните папку правой кнопкой мыши и выберите: **Give access to > Specific People**



b. В открывшемся окне выберите конкретного пользователя или **Everyone**, затем нажмите **Add**. После этого можно задать уровень разрешений.



с. Нажмите **Share > Done**, чтобы завершить создание общей папки.

3. Настройка прибора

а. В меню настроек хранения данных нажмите **SMB Setting**, чтобы открыть меню настройки SMB.

Задайте:

- путь к серверу;
- имя пользователя;
- пароль.

ПРИМЕЧАНИЕ

– Формат пути к серверу: [\\xxx.xxx.xxx.xxx\name](#), где xxx.xxx.xxx.xxx — IP-адрес, а name — имя общей папки. Например: [\\172.16.25.77\DHOShare](#)

– Чтобы проверить учетную запись пользователя в Windows, нажмите сочетание клавиш **Windows + R**, введите netplwiz и нажмите **OK**. Имя пользователя и пароль чувствительны к регистру.

б. Нажмите **Connect**, чтобы подключить прибор к компьютеру. После успешного подключения в строке **Connect State** меню настройки SMB отобразится состояние **Connect**.

Также можно включить параметр **Boot Auto_Connect**. В этом случае при следующем включении прибор автоматически подключится к компьютеру с использованием ранее заданных пути к серверу, имени пользователя и пароля.

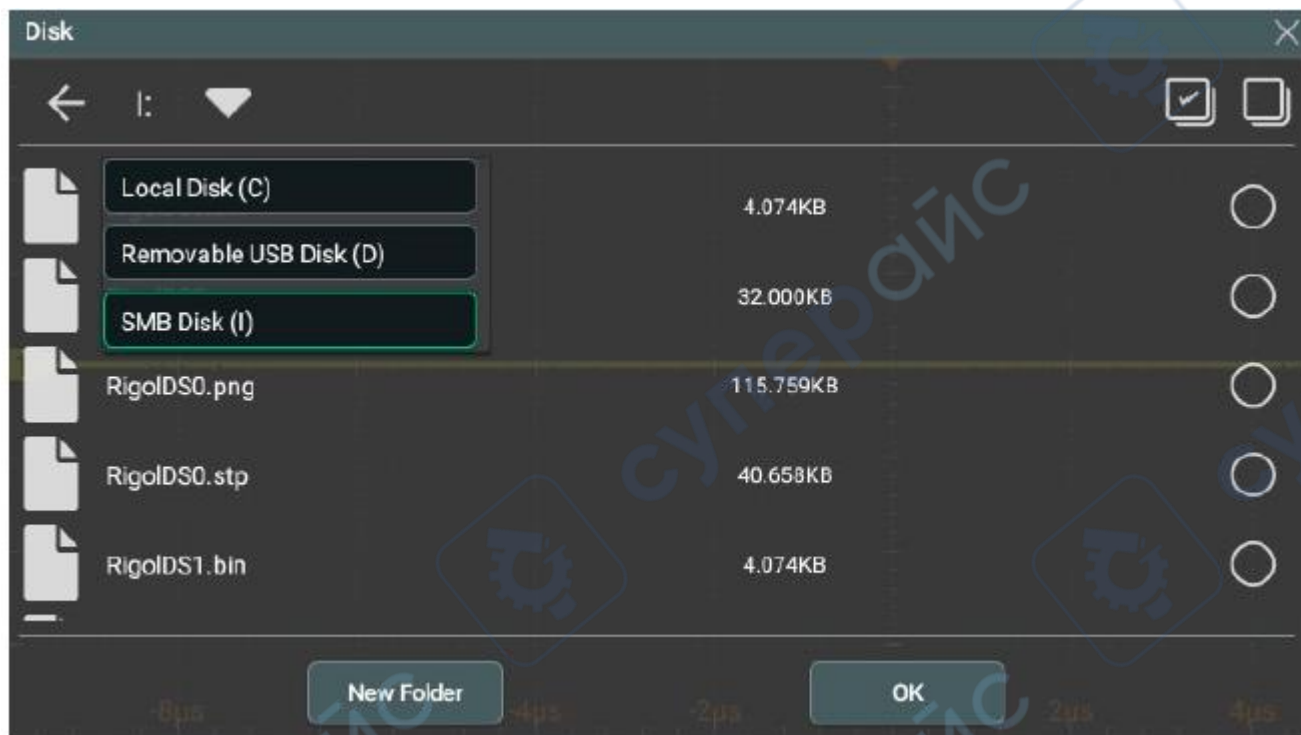
Общий доступ к файлам

После подключения к SMB-серверу содержимое общей папки можно просматривать и изменять как с компьютера, так и через систему управления дисками осциллографа.

На осциллографе общая папка отображается как **SMB (I)**.

Нажмите раскрывающееся меню в левом верхнем углу интерфейса управления дисками и выберите **SMB (I)**, чтобы открыть общую папку.

Работа с файлами в общей папке выполняется так же, как с файлами на дисках **C:** и **D:**.



20.7 Загрузка файла через FTP-сервер

Для копирования файла с компьютера на локальный диск осциллографа можно использовать USB-накопитель. Также файл можно загрузить непосредственно на локальный диск осциллографа через FTP-сервер. Порядок действий:

1. Подключите осциллограф к сети через интерфейс **LAN** и определите его IP-адрес. Например: 192.68.0.1.
2. Откройте на компьютере **Проводник** или веб-браузер и введите в адресной строке: ftp://192.68.0.1/
Кавычки вводить не требуется. После этого откроется файловый менеджер осциллографа.
3. Скопируйте требуемый файл с компьютера в файловый менеджер осциллографа. После завершения загрузки файл можно просмотреть в интерфейсе управления дисками осциллографа.

ПРИМЕЧАНИЕ

При загрузке файла через FTP-сервер имя загружаемого файла не должно содержать китайские иероглифы.

21 Настройка системных функций

Меню **Utility** содержит сетевые, системные и служебные настройки. Откройте его через область уведомлений в правом нижнем углу или через  > **Utility**.

21.1 Настройка ввода/вывода

В меню **Utility** нажмите **IO**, чтобы открыть меню настройки ввода/вывода и настроить следующие параметры.

Состояние сети

В зависимости от текущего состояния сетевого подключения могут отображаться следующие сообщения:

- **Network Config Succeeded!** — настройка сети выполнена успешно;
- **Acquiring IP...** — получение IP-адреса;
- **IP Conflict!** — конфликт IP-адресов;
- **DISCONNECTED** — отключено;
- **DHCP Config Failed** — ошибка настройки DHCP;
- **Read Status Fail!** — ошибка чтения состояния;
- **CONNECTED** — подключено;
- **Invalid IP** — недопустимый IP-адрес;
- **IP lost** — IP-адрес потерян;
- **Please wait...** — подождите.

MAC-адрес

Каждый прибор имеет уникальный MAC-адрес. При назначении прибору IP-адреса система использует MAC-адрес для его идентификации.

VISA-адрес

Отображает VISA-адрес, используемый прибором в данный момент.

Тип настройки IP-адреса

Для настройки IP-адреса доступны следующие режимы:

- **DHCP**;
- **Auto IP**;
- **Static IP**.

В зависимости от выбранного режима параметры IP-адреса и другие сетевые параметры настраиваются по-разному.

DHCP

Если выбран режим **DHCP**, DHCP-сервер текущей сети автоматически назначает прибору сетевые параметры, включая:

- IP-адрес;
- маску подсети;
- шлюз;
- DNS.

Auto IP

Если выбран режим **Auto IP**, прибор автоматически получает IP-адрес в диапазоне от 169.254.0.1 до 169.254.255.254 и маску подсети 255.255.0.0 в соответствии с текущей конфигурацией сети.

Режим **Auto IP** используется только в том случае, если **DHCP** не выбран либо подключение по DHCP завершилось неудачно.

Static IP

Если выбран режим **Static IP**, для прибора используется статический IP-адрес.

В этом случае необходимо вручную отключить **DHCP** и **Auto IP**, после чего вручную задать следующие параметры:

- IP-адрес;

- маску подсети;
- шлюз;
- DNS.

При этом сетевые параметры прибора можно задавать самостоятельно.

– Настройка IP-адреса

Формат IP-адреса: nnn.nnn.nnn.nnn

Диапазон первого сегмента nnn — от 0 до 255, за исключением 127; допустимый рабочий диапазон — от 0 до 223. Диапазон остальных трех сегментов — от 0 до 255. Рекомендуется уточнить доступный IP-адрес у сетевого администратора. Эта настройка сохраняется в энергонезависимой памяти. Если для параметра **Load Last** выбрано значение **Last**, при следующем включении **DHCP** и **Auto IP** будут отключены, а прибор автоматически загрузит ранее заданный IP-адрес.

– Настройка маски подсети

Формат маски подсети: nnn.nnn.nnn.nnn

Диапазон каждого значения nnn — от 0 до 255. Рекомендуется уточнить доступную маску подсети у сетевого администратора. Эта настройка сохраняется в энергонезависимой памяти. Если для параметра **Load Last** выбрано значение **Last**, при следующем включении **DHCP** и **Auto IP** будут отключены, а прибор автоматически загрузит ранее заданную маску подсети.

– Настройка шлюза по умолчанию

Этот параметр можно задавать в режиме **Static IP**. Формат адреса шлюза: nnn.nnn.nnn.nnn

Диапазон первого сегмента nnn — от 0 до 223, за исключением 127. Диапазон остальных трех сегментов — от 0 до 255. Рекомендуется уточнить доступный адрес шлюза у сетевого администратора. Эта настройка сохраняется в энергонезависимой памяти. Если для параметра **Load Last** выбрано значение **Last**, при следующем включении **DHCP** и **Auto IP** будут отключены, а прибор автоматически загрузит ранее заданный адрес шлюза.

– Настройка DNS-адреса

Этот параметр можно задавать в режиме **Static IP**.

Формат DNS-адреса: nnn.nnn.nnn.nnn Диапазон первого сегмента nnn — от 0 до 223, за исключением 127. Диапазон остальных трех сегментов — от 0 до 255. Рекомендуется уточнить доступный DNS-адрес у сетевого администратора. Как правило, настраивать DNS не требуется, поэтому этот параметр можно оставить без изменений.

СОВЕТ

Если одновременно включены все три режима настройки IP-адреса, приоритет применяется в следующем порядке: **DHCP** → **Auto IP** → **Static IP**

Одновременно отключить все три режима невозможно.

mDNS

Нажмите переключатель **mDNS ON/OFF**, чтобы включить или отключить многоадресную систему доменных имен **mDNS**. mDNS используется для обнаружения сервисов в небольшой сети без отдельного DNS-сервера.

Имя хоста

Поддерживается строка длиной до 26 байт.

Применение сетевых параметров

Нажмите **Apply**, чтобы применить текущие настройки сетевых параметров.

21.2 Основные настройки

В меню **Utility** нажмите **Setup**, чтобы открыть меню основных настроек.

Язык

Прибор поддерживает интерфейс на нескольких языках, включая отображение справочной информации, системных сообщений и элементов интерфейса. Нажмите раскрывающуюся кнопку **Language** и выберите требуемый язык системы.

Яркость экрана

Перемещайте ползунок, чтобы настроить яркость экрана. Диапазон настройки: от **1 % до 100 %**.

Load Last

Можно задать конфигурацию системы, которая будет восстанавливаться после выключения и последующего включения осциллографа.

Для параметра **Load Last** выберите **Default** или **Last**.

- **Last** — восстановление последней конфигурации, использовавшейся перед выключением прибора.
- **Default** — восстановление заводских настроек.

Состояние питания

- **Switch Off** — после подключения осциллографа к источнику питания для включения прибора необходимо нажать кнопку питания на передней панели.
- **Switch On** — после подключения осциллографа к источнику питания прибор включается автоматически.

Звуковой сигнал

Нажмите переключатель **Beeper ON/OFF**, чтобы включить или отключить звуковой сигнал. Если звуковой сигнал включен, он подается в следующих случаях:

- при нажатии кнопки на передней панели или кнопки меню;
- при использовании сенсорного экрана;
- при отображении системного сообщения.

Выход AUX

Можно выбрать тип сигнала, выводимого через разъем **[AUX OUT]** на задней панели.

– TrigOut

Если выбран тип **TrigOut**, при каждом аппаратном срабатывании триггера осциллограф выводит через разъем **[AUX OUT]** сигнал, соответствующий текущей частоте захвата.

Если подключить этот сигнал к устройству отображения осциллограмм и измерить его частоту, полученное значение будет соответствовать текущей частоте захвата осциллографа.

Если для параметра **AUX Out** выбрано значение **TrigOut**, то в меню проверки **Pass/Fail** пункт **Aux Output** автоматически отключается.

– PassFail

Если выбран тип **PassFail**, при обнаружении успешного или неуспешного результата проверки прибор может выводить положительный или отрицательный импульс через разъем **[AUX OUT]**.

Если для параметра **AUX Out** выбрано значение **PassFail**, то в меню проверки **Pass/Fail** пункт **Aux Output** автоматически включается.

Такие параметры выходного импульса, как:

- длительность импульса;
 - полярность;
 - событие формирования выходного сигнала,
- можно настроить в меню **Option** интерфейса **PassFail**.

Подробное описание см. в разделе **Настройка формы вывода результатов проверки**.

Блокировка управления

Если эта функция включена, операции ввода блокируются.

При этом отключаются:

- сенсорный экран;
- все кнопки передней панели, кроме кнопки питания;
- органы поворотного управления.

Для разблокировки управления последовательно нажмите указанные кнопки каналов CH1

1, CH1 **1**, CH2 **2**, CH2 **2** на передней панели.

Expand

Можно задать, относительно какой точки будет выполняться расширение или сжатие отображаемой осциллограммы при изменении вертикального масштаба:

- **Center** — осциллограмма расширяется или сжимается относительно центра экрана;
- **GND** — осциллограмма расширяется или сжимается относительно уровня земли сигнала.

Vernier/Zoom

Определяет действие при нажатии ручки **Horizontal**  **SCALE** на передней панели.

- **Vernier** — включение или отключение точной регулировки при нажатии ручки.
- **Zoom** — включение или отключение режима **Zoom** при нажатии ручки.

Отображение времени

Нажмите переключатель **ON/OFF** в меню **Display Time**, чтобы включить или отключить отображение системного времени. Если функция включена, системные дата и время отображаются в области уведомлений в правом нижнем углу экрана.

Форматы отображения:

- дата: yyyy/mm/dd;
- время: hh:mm:ss.

Также можно включить или отключить сохранение системного времени вместе с осциллограммой.

Если функция включена, сохраненный файл будет содержать информацию о системных дате и времени.

– Date

Нажмите область **Date**, чтобы открыть интерфейс настройки даты. Перемещайте вверх или вниз значения года, месяца и дня, чтобы установить требуемую дату. Нажмите **OK**, чтобы подтвердить изменение. Нажмите значок закрытия окна , чтобы отменить изменение даты и выйти из меню. Также можно нажать в любой области экрана за пределами интерфейса настройки даты, чтобы выйти из меню изменения даты.

– Time

Нажмите область **Time**, чтобы открыть интерфейс настройки времени. Перемещайте вверх или вниз значения часов и минут, чтобы установить требуемое время. Нажмите **OK**, чтобы подтвердить изменение. Нажмите значок закрытия окна , чтобы отменить изменение времени и выйти из меню. Также можно нажать в любой области экрана за пределами интерфейса настройки времени, чтобы выйти из меню изменения времени.

21.3 Сведения об осциллографе

В меню **Utility** нажмите **About**. В открывшемся меню **About** можно просмотреть модель прибора, версии программного и аппаратного обеспечения, а также другую информацию об осциллографе.

- **Model**

Указывает модель изделия.

- **Serial Number**

Указывает серийный номер — уникальный идентификатор изделия.

- **Firmware**

Указывает номер версии встроенного программного обеспечения.

- **Hardware**

Указывает номер аппаратной версии изделия.

- **Build**

Указывает дату и время создания версии программного обеспечения.

- **Android.Build**

Указывает дату и время сборки операционной системы Android.

- **Android.Version**

Указывает номер версии операционной системы Android. Например: 7.1.0.

- **Launcher**

Указывает номер версии пользовательского интерфейса рабочего стола Android.

- **WebControl**

Указывает номер версии модуля удаленного управления через браузер.

- **Open Source Acknowledgment**

Содержит сведения и уведомления об использовании программного обеспечения с открытым исходным кодом в осциллографе.

21.4 Настройка функции Auto

В меню **Utility** нажмите **Auto Config**, чтобы открыть меню настройки функции **Auto**.

- **Peak to Peak**

Нажмите переключатель **Peak to Peak ON/OFF**, чтобы включить или отключить приоритет настройки по размаху сигнала.

Эта функция предназначена для сигналов со смещением. При значительном смещении включение данной функции позволяет приоритетно отобразить осциллограмму сигнала.

- **Live CH**

Нажмите переключатель **Live CH ON/OFF**, чтобы включить или отключить проверку только тех каналов, которые уже включены.

Если выбрано значение **OFF**, при запуске функции **Auto** осциллограф последовательно проверяет наличие сигнала на всех четырех аналоговых каналах **CH1–CH4**.

Если на выбранном канале сигнал не обнаружен, канал отключается. Если сигнал обнаружен, для канала автоматически подбираются параметры масштаба для оптимального отображения сигнала.

Если выбрано значение **ON**, при запуске функции **Auto** проверяются только те каналы, которые в данный момент включены.

- **Overlay**

Нажмите переключатель **Overlay ON/OFF**, чтобы включить или отключить наложение осциллограмм.

Если функция включена, осциллограммы разных каналов отображаются в одной и той же области экрана.

Если функция отключена, осциллограммы разных каналов последовательно располагаются на экране сверху вниз.

- **Keep Coupling**

Нажмите переключатель **Keep Coupling ON/OFF**, чтобы включить или отключить сохранение текущей настройки связи входа канала.

Если выбрано значение **ON**, при запуске функции **Auto** текущая настройка типа связи канала сохраняется.

Если выбрано значение **OFF**, при запуске функции **Auto** для канала по умолчанию устанавливается связь по постоянному току **DC**.

21.5 Самокалибровка

Функция самокалибровки позволяет быстро привести осциллограф в оптимальное состояние для получения точных результатов измерений.

Самокалибровку можно выполнять в любое время, особенно если изменение температуры окружающей среды достигает или превышает **5 °C**.

Перед выполнением самокалибровки убедитесь, что осциллограф прогрелся или работал не менее **30 минут**.

В меню **Utility** нажмите **SelfCal**, чтобы открыть меню самокалибровки. После запуска осциллограф начнет выполнение программы самокалибровки.



- После запуска программы самокалибровки можно в любой момент нажать **Exit**, чтобы отменить операцию.
- Нажмите **Close**, чтобы закрыть информационное окно самокалибровки.

21.6 Список опций

В меню **Utility** нажмите **Options**, чтобы просмотреть все доступные опции прибора.

21.7 Быстрые операции

В меню **Utility** нажмите **Quick Settings**, чтобы открыть меню настройки быстрых операций.

Save Image

- Нажмите **Save Image**. В текущем меню **Operation** отобразится значение **Save Image**.
- В пункте **Format** можно выбрать формат изображения: *.png; *.bmp; *.jpg.
- Нажмите переключатель **ON/OFF** для параметра **Invert**, чтобы включить или отключить инвертирование изображения.
- Для параметра **Color** выберите **Color** или **Gray**, чтобы задать цветовой режим сохраняемого изображения.

После настройки нажмите клавишу  в правой верхней части передней панели, чтобы выполнить снимок текущего экрана и сохранить изображение в выбранном формате. Путь сохранения определяется параметром **File Path** в меню **Storage**.

Save Wave

- Нажмите **Save Wave**. В текущем меню **Operation** отобразится значение **Save Wave**.
- В параметре **Data Source** выберите источник сохраняемых осциллограмм: **Memory**; **Screen**; **Record** — доступно только при включенной функции записи и наличии записанных осциллограмм.
- В параметре **Format** доступны форматы: *.bin; *.csv. Записанные осциллограммы можно сохранять только в формате *.csv.

После настройки нажмите соответствующую клавишу на передней панели, чтобы захватить текущую осциллограмму и сохранить ее в соответствии с выбранными параметрами.

Путь сохранения определяется параметром **File Path** в меню **Storage**.

Save Setup

Нажмите **Save Setup**. В текущем меню **Operation** отобразится значение **Save Setup**.

После настройки нажмите соответствующую клавишу  на передней панели, чтобы сохранить текущие настройки осциллографа в файл с расширением *.stp. Путь сохранения определяется параметром **File Path** в меню **Storage**.

All Measurements

- Нажмите **All Measure**. В текущем меню **Operation** отобразится значение **All Measure**.
- Для параметра **All Measure** доступны каналы **CH1–CH4**.

После настройки нажмите клавишу  в правой верхней части передней панели, чтобы выполнить измерения для выбранного канала.

Reset Statistics

- Нажмите **Stat Reset**. В текущем меню **Operation** отобразится значение **Stat Reset**.
- В параметре **Stat Reset** выберите: **Measure; Pass/Fail**, чтобы сбросить статистику соответствующей функции.

После настройки нажмите соответствующую клавишу  на передней панели. Список результатов выбранной функции будет сброшен, после чего прибор начнет сбор статистики заново.

Record Waveforms

Нажмите **Record**. В текущем меню **Operation** отобразится значение **Record**.

После настройки нажмите соответствующую клавишу  на передней панели, чтобы начать запись осциллограмм.

Save Group

- Нажмите **Save Group**. В текущем меню **Operation** отобразится значение **Save Group**.
- В параметре **Save Group** выберите один или несколько типов сохраняемых данных: **Save Image; Save Wave; Save Setup**.

После настройки нажмите соответствующую клавишу  на передней панели, чтобы сохранить выбранные типы данных.

Путь сохранения определяется параметром **File Path** в меню **Storage**.

Full Screen

Нажмите **Screen Change**. В текущем меню **Operation** отобразится значение **Screen Change**.

После настройки нажмите клавишу  в правой верхней части передней панели, чтобы переключить область отображения осциллограмм в полноэкранный режим.

21.8 Самодиагностика

В меню **Utility** нажмите **Self Check**, чтобы открыть подменю самодиагностики **Self Check**. Для проверки прибора доступны следующие тесты.

Проверка кнопок

Нажмите **Key Test**, чтобы открыть интерфейс проверки кнопок, отображающий виртуальную переднюю панель.

Нажимайте кнопки на передней панели прибора и проверяйте, подсвечиваются ли соответствующие виртуальные кнопки на экране. Если виртуальная кнопка подсвечивается, соответствующая физическая кнопка работает нормально. Если подсветка отсутствует, возможна неисправность кнопки. Нажмите **Exit** в левом нижнем углу интерфейса, чтобы выйти из режима проверки кнопок.

Проверка сенсорного экрана

Нажмите **Touch Test**, чтобы открыть интерфейс проверки сенсорного экрана.

Проведите пальцем по экрану. Если в области перемещения пальца отображается линия, а выбранная касанием ячейка заполняется зеленым цветом, сенсорная функция данной области работает нормально. Нажмите **Exit** в левом нижнем углу интерфейса, чтобы выйти из режима проверки сенсорного экрана.

Проверка экрана

Нажмите **Screen Test**, чтобы открыть интерфейс проверки экрана и проверить наличие дефектных пикселей.

Доступно **15 тестовых экранов**. Нажимайте на экран, чтобы последовательно переключаться между тестовыми экранами. Нажмите **Exit** в левом верхнем углу интерфейса, чтобы выйти из режима проверки экрана.

22 Удаленное управление

Поддерживаются следующие способы удаленного управления.

– Пользовательское программирование

Пользователь может программно управлять прибором с помощью команд **SCPI** (*Standard Commands for Programmable Instruments* — стандартные команды для программируемых приборов).

Подробную информацию о командах SCPI и программировании см. в **Руководстве по программированию** для данной серии приборов.

– Web Control

Прибор поддерживает функцию **Web Control**.

Web Control — это технология удаленного управления через веб-браузер, позволяющая получать доступ к прибору и управлять им по сети без установки дополнительного программного обеспечения.

При удаленном подключении к прибору через веб-браузер на управляющем устройстве, например ПК, мобильном устройстве, iPad или другом интеллектуальном терминале, интерфейс прибора отображается в режиме реального времени.

Пользователь может:

- просматривать информацию о приборе;
- изменять временную развертку осциллографа;
- изменять вертикальную чувствительность;
- настраивать условия запуска;
- выполнять другие операции управления.

Порядок действий:

1. Подключите прибор к сети.

Убедитесь, что интерфейс **LAN** на задней панели подключен к сети. Прибор и управляющее устройство должны находиться в одном сетевом домене.

2. Определите IP-адрес прибора.

Нажмите значок навигации по функциям  в левом нижнем углу экрана. Выберите **Utility**, затем в меню **IO** найдите IP-адрес прибора.

3. Введите IP-адрес прибора в адресной строке браузера и нажмите **Enter**. После этого откроется интерфейс веб-управления прибором.


RIGOL Web Control

Welcome
Web Control
Print Screen
Network Status
Network Settings
SCPI Panel Control
Security
RIGOL Web

Instrument Model:
Manufacturer:
Serial Number:
Description:
LXI Extended Functions:
LXI Version:
Host Name:
MAC Address:
IP Address:
Firmware Revision:
VISA TCP/IP String:
Auto-MDIX Capable:
VISA USB Connect String:
SCPI Socket Port:
Current Time:

4. Нажмите **Web Control** в левой части экрана, чтобы открыть интерфейс удаленного управления прибором. С помощью мыши можно управлять прибором в режиме реального времени. Результат аналогичен непосредственному управлению с передней панели и сенсорного экрана прибора.

5. Нажмите **Print Screen** и выберите одну из функций: **Take Screenshot** — сделать снимок экрана; **Record Screen** — выполнить запись экрана.

6. Нажмите **Network Settings**, чтобы настроить сетевые параметры. Для изменения конфигурации сети требуется выполнить вход в систему.

При первом входе в **Web Control** используются следующие данные по умолчанию:

- имя пользователя: admin;
- пароль: rigol.

7. Функция **SCPI Panel Control** позволяет отправлять команды SCPI через веб-интерфейс для удаленного программного управления прибором. Нажмите **SCPI Panel Control** и введите команды в поле **SCPI Command**. После ввода команды нажмите **Send&Read**, чтобы отправить ее прибору и выполнить удаленное управление. Подробную информацию о командах SCPI и программировании см. в **Руководстве по программированию** для данной серии приборов.

8. Чтобы выйти из интерфейса удаленного управления прибором, закройте браузер.

Для одного IP-адреса прибора допускается только одно активное удаленное подключение пользователя. Одновременный вход нескольких пользователей не поддерживается. Если соединение было прервано, обновите страницу браузера, чтобы повторно загрузить интерфейс.

ВНИМАНИЕ

Перед подключением кабеля связи выключите прибор, чтобы избежать повреждения коммуникационных интерфейсов.

23 Устранение неисправностей

1. После включения прибора экран остается черным, изображение отсутствует.

- a. Проверьте правильность подключения питания.
- b. Убедитесь, что кнопка питания действительно была нажата.
- c. После выполнения указанных проверок перезапустите прибор.
- d. Если неисправность сохраняется, обратитесь в компанию **RIGOL**.

2. Осциллограмма сигнала не отображается на экране.

- a. Проверьте правильность подключения пробника к исследуемому объекту.
- b. Убедитесь, что исследуемый объект формирует сигнал. Для локализации неисправности можно подключить выход сигнала компенсации пробника к каналу, в котором отсутствует сигнал, и определить, связана ли проблема с каналом осциллографа или с исследуемым объектом.

- c. Выполните повторную дискретизацию сигнала.
- d. Если неисправность сохраняется, обратитесь в компанию **RIGOL**.

3. USB-накопитель не распознается.

- a. Проверьте, работает ли USB-накопитель при подключении к другому прибору или компьютеру.

- b. Убедитесь, что USB-накопитель отформатирован в файловой системе **FAT32**.

В исходном тексте далее указано: **“The instrument doesn't support hardware USB storage device.”** Формулировка неоднозначна и, вероятно, содержит ошибку в оригинале. Без дополнительного контекста дословный перевод может исказить смысл.

- c. Перезапустите прибор, затем повторно подключите USB-накопитель и проверьте его работу.

- d. Если USB-накопитель по-прежнему не работает, обратитесь в компанию **RIGOL**.

4. Сенсорное управление не работает.

- a. Проверьте, не заблокирован ли сенсорный экран. Если экран заблокирован, снимите блокировку.

- b. Проверьте, нет ли на экране или пальцах следов масла, загрязнений или влаги. При необходимости очистите экран и вытрите руки насухо.

- c. Проверьте, отсутствует ли рядом с прибором сильное магнитное поле. Если прибор находится рядом с источником сильного магнитного поля, например магнитом, переместите прибор на достаточное расстояние от него.

- d. Если неисправность сохраняется, обратитесь в компанию **RIGOL**.