

Копия верна  
Генеральный директор  
ООО «С-Технолоджис»



\_\_\_\_\_ К.Н. Сергеева

**Руководство по эксплуатации**  
**ОСЦИЛЛОГРАФ ПОРТАТИВНЫЙ VESNA AVU1**  
**VESNA AVU1 РЭ**

ООО «С-Технолоджис» (ИНН [7736361753](#))  
Адрес местонахождения: 119049, г.Москва, ул.Донская, д.13  
Телефон: +7 (499) 739-13-37  
Электронная почта: [support@vesna-lab.ru](mailto:support@vesna-lab.ru)

2025 г.

## Информация о версии

| Версия | Дата    | Примечания |
|--------|---------|------------|
| V1.0   | 02.2023 |            |

## Предисловие

Уважаемые заказчики,

Поздравляем! Благодарим вас за приобретение прибора AVU1. Перед использованием внимательно прочтите данное руководство, особое внимание уделив разделу «Правила техники безопасности».

После прочтения этого руководство сохраните его для дальнейшего использования.

Содержащаяся в настоящем документе информация предоставлена «как есть» и может быть изменена в будущих версиях без предварительного уведомления.

## Характеристики

### Параметры:

- Каналы: 2/4 аналоговых канала, 1× канал вспомогательного выхода
- Полоса пропускания аналогового канала: макс. 200 МГц
- Волновое сопротивление 1 МОм
- Макс. частота выборки в реальном времени: 1 Гвыб/с
- Макс. Глубина памяти: 110 млн точек
- Макс. скорость регистрации осциллограмм: 78 000 осциллограмм/с
- Диапазон вертикальной чувствительности: 1 мВ/дел. ~ 10 В/дел.
- Диапазон строчной развертки: 2 нс/дел. ~ 1000 с/дел.
- 10.1-дюймовый сенсорный экран с активной матрицей управляющих тонкопленочных транзисторов (TFT), разрешение 1280×800
- Внутренняя память 32 ГБ
- Защитный корпус из полимеров ABS и TPU, ручка из TPE, компактный размер 265×192×50 мм
- Съёмный литий-ионный аккумулятор 7 500 мА·ч, продолжительность работы примерно 4 часа, масса всего 1,9 кг, включая аккумулятор

**Функции:**

- Оснащен многофункциональной системой Sigtest™, обеспечивающей стабильную и надежную работу
- Встроенное руководство пользователя, большой экран для удобства чтения
- Поддержка переименования меток каналов, быстрая настройка параметров каналов
- Встроенный магазин приложений AppStore, множество приложений для устройств на базе Android: электронные инструменты, WPS, браузеры и т. д.
- Файловый менеджер ES File Explorer поддерживает управление файлами и беспроводную передачу данных на основе протокола FTP
- Сохранение данных о формах сигнала в 3 форматах (WAV, BIN, CSV)
- Поддержка снимков экрана, временных меток и инверсии цвета
- Поддержка быстрой записи видео
- Поддержка беспроводной печати снимков экрана
- Поддержка цифрового флуоресцентного дисплея с 256 уровнями градаций серого и отображения цветовой температуры
- Поддержка отображения сохраненных данных
- Поддержка калибровки нуля одним нажатием, ручная калибровка нуля
- Поддержка переключения сопротивления 1 МОм
- Поддержка функции сегментированного хранения, возможность захвата до 10000 кадров форм сигналов в сегментах
- Поддержка открытия 4 эталонных форм сигналов одновременно, поддержка фиксированного выбора текущего канала
- Возможность сохранения 10 пользовательских настроек осциллографа
- Клавиша 50%, поддержка центрирования временной развертки, уровня срабатывания триггера, курсора и положения канала одним нажатием
- Поддержка 4 методов выборки: нормальный, усредненный, огибающий, пик-пик
- Поддержка автоматической настройки и автоматического выбора

диапазона, автоматический режим завершается за 1 секунду

- До 31 измерения, отображение всех измерений на экране одним нажатием, поддержка 6-битного частотомера
- Расширенные функции триггера: по фронту, длительности импульса, логике, N-фронту, минимальному импульсу, наклону, задержке, видео, UART, I2C, SPI, CAN, CAN FD, LIN, 429, 1553B
- Расширенные функции декодирования последовательной шины (опция): UART, I2C, SPI, CAN, CAN FD, LIN, 429, 1553B, поддержка 2 каналов декодирования, поддержка режима декодирования текста
- Поддержка расширенных математических функций: квадратный корень Sqrt(), абсолютное значение Abs(), градус Deg(), радиан Rad(), показатель степени Exp(), дифференциал Diff(), логарифм Ln(), синус Sine(), косинус Cos(), тангенс Tan(), интеграл Intg(), логарифм Log(), арксинус arcsin(), арккосинус arccos(), арктангенс arctan(), встроенные функции масштабирования и быстрого преобразования Фурье (БПФ)
- Поддержка аппаратной фильтрации высоких/низких частот (диапазон регулировки AVU2 составляет 30 Гц ~ 300 МГц, AVU1: 30 кГц ~ 100 МГц), исключение незначительных частот для устранения помех
- Поддержка блокировки выключения питания для безопасного перемещения
- Все интерфейсы: Wi-Fi, USB 3.0/2.0 Host, USB type-C, заземление, HDMI, вывод триггера
- Поддержка программного обеспечения для ПК и дистанционного управления с помощью приложения мобильного телефона, поддержка беспроводной передачи файлов на основе протокола FTP
- Поддержка русского, английского, китайского и других языков
- Поддержка работы с помощью мыши
- Поддержка кенсингтонского замка для защиты от кражи
- Поддержка функции онлайн-обновления программно-аппаратных средств
- Дополнительный пробник измерения тока, дифференциальный пробник, оптический изолированный пробник, специальный кейс, сумка и другие принадлежности для осциллографа

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ГЛАВА 1. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ .....</b>                  | <b>11</b> |
| 1.1 ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ .....                              | 11        |
| 1.2 УСЛОВИЯ И СИМВОЛЫ БЕЗОПАСНОСТИ.....                             | 15        |
| <b>ГЛАВА 2. КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ОСЦИЛЛОГРАФА .....</b> | <b>17</b> |
| 2.1 ПРОВЕРКА СОДЕРЖИМОГО УПАКОВКИ .....                             | 17        |
| 2.2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРОНШТЕЙНА.....                                   | 18        |
| 2.3 БОКОВАЯ ПАНЕЛЬ ОСЦИЛЛОГРАФА.....                                | 19        |
| 2.4 ЗАДНЯЯ ПАНЕЛЬ ОСЦИЛЛОГРАФА.....                                 | 19        |
| 2.5 ВЕРХНЯЯ ПАНЕЛЬ ОСЦИЛЛОГРАФА .....                               | 20        |
| 2.6 ПЕРЕДНЯЯ ПАНЕЛЬ ОСЦИЛЛОГРАФА .....                              | 20        |
| 2.7 ВКЛЮЧЕНИЕ/ВЫКЛЮЧЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАФА.....                          | 21        |
| 2.8 ОПИСАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА ДИСПЛЕЯ ОСЦИЛЛОГРАФА .....                  | 21        |
| 2.9 ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ СЕНСОРНОГО ЭКРАНА.....                | 24        |
| 2.10 УПРАВЛЕНИЕ МЫШЬЮ.....  | 25        |
| 2.11 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРОБНИКА К ОСЦИЛЛОГРАФУ .....                      | 26        |
| 2.12 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЖИМА АУТО.....                                 | 26        |
| 2.13 ЗАВОДСКИЕ НАСТРОЙКИ .....                                      | 30        |
| 2.14 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОКАЛИБРОВКИ .....                             | 30        |
| 2.15 КОМПЕНСАЦИЯ ПАССИВНОГО ПРОБНИКА .....                          | 31        |
| 2.16 ИЗМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА .....  | 34        |
| <b>ГЛАВА 3 АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТЕСТ .....</b>                             | <b>34</b> |
| 3.1 ЦЕПЬ ЗАРЯДКИ/ПУСКА.....   | 34        |
| 3.2 ЗАРЯДКА 12 В .....  | 36        |
| 3.3 ЗАРЯДКА 24 В .....  | 37        |
| 3.4 ПУЛЬСАЦИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ГЕНЕРАТОРА.....                      | 38        |
| 3.5 УМНЫЙ ГЕНЕРАТОР FORD FOCUS.....                                 | 38        |
| 3.6 ПУСК 12 В .....   | 40        |
| 3.7 ПУСК 24 В .....   | 41        |
| 3.8 ТОК ЗАПУСКА .....   | 42        |
| 3.9 ИСПЫТАНИЯ ДАТЧИКОВ.....   | 43        |
| 3.10 ABS.....   | 44        |
| 3.11 ПЕДАЛЬ АКСЕЛЕРАТОРА.....                                       | 45        |
| 3.12 РАСХОДОМЕР ВОЗДУХА .....                                       | 46        |
| 3.13 РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ВАЛ.....                                     | 47        |
| 3.14 ТЕМПЕРАТУРА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ.....                          | 49        |
| 3.15 КОЛЕНЧАТЫЙ ВАЛ .....   | 50        |
| 3.16 РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ .....   | 52        |
| 3.17 ДАВЛЕНИЕ ТОПЛИВА.....  | 53        |
| 3.18 ДЕТОНАЦИЯ.....   | 54        |
| 3.19 ЛЯМБДА .....   | 55        |
| 3.20 MAP .....  | 58        |
| 3.21 СКОРОСТЬ НА ДОРОГЕ.....  | 59        |
| 3.22 ПОЛОЖЕНИЕ ДРОССЕЛЬНОЙ ЗАСЛОНКИ .....                           | 60        |
| <b>ГЛАВА 4. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА .....</b>                     | <b>62</b> |

|   |            |
|---|------------|
| 4.1 ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ КЛАПАН УГОЛЬНОГО ФИЛЬТРА .....   | 62         |
| 4.2 СВЕЧИ НАКАЛИВАНИЯ ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ .....  | 63         |
| 4.3 ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ КЛАПАН РЕЦИРКУЛЯЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ .....                                   | 64         |
| 4.4 ТОПЛИВНЫЙ НАСОС .....   | 65         |
| 4.5 Клапан регулировки холостого хода .....   | 66         |
| 4.6 ИНЖЕКТОР (БЕНЗИНОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ) .....   | 67         |
| 4.7 ИНЖЕКТОР (ДИЗЕЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ) .....  | 68         |
| 4.8 РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ .....  | 69         |
| 4.9 Клапан управления количеством (расходом) .....  | 70         |
| 4.10 СЕРВОДВИГАТЕЛЬ ДРОССЕЛЬНОЙ ЗАСЛОНКИ .....  | 71         |
| 4.11 ВЕНТИЛЯТОР ОХЛАЖДЕНИЯ С ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТЬЮ .....   | 72         |
| 4.12 ИЗМЕНЕНИЕ ФАЗ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ.....   | 73         |
| <b>Глава 5. Испытания системы зажигания .....</b>   | <b>75</b>  |
| 5.1 ПЕРВИЧНАЯ ОБМОТКА.....  | 75         |
| 5.2 ВТОРИЧНАЯ ОБМОТКА .....   | 77         |
| 5.3 ПЕРВИЧНАЯ ОБМОТКА + ВТОРИЧНАЯ ОБМОТКА.....  | 78         |
| 5.4 СЕТИ.....   | 80         |
| 5.4.1 CAN High и CAN Low .....  | 80         |
| 5.4.2 LIN-шина.....   | 81         |
| 5.4.3 ШИНА FLEXRAY .....  | 83         |
| 5.4.4 K-линия.....  | 84         |
| 5.5 КОМБИНИРОВАННЫЕ ИСПЫТАНИЯ.....  | 85         |
| 5.5.1 Коленчатый вал + распределительный вал .....  | 85         |
| 5.5.2 Коленчатый вал + первичная обмотка системы зажигания .....                                    | 86         |
| 5.5.3 Первичная обмотка системы зажигания + напряжение инжектора .....                              | 87         |
| 5.5.4 Коленчатый вал + распределительный вал + инжектор + вторичная обмотка системы зажигания ..... | 88         |
| 5.6 ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА .....  | 90         |
| 5.6.1 Перемещение сигнала по горизонтали.....   | 90         |
| 5.6.2 Настройка строчной развертки (время/деление).....   | 91         |
| 5.6.3 Панорамирование и масштабирование отдельных или остановленных захватов .....                  | 93         |
| 5.6.4 Прокрутка, XY .....   | 93         |
| 5.6.5 Режим масштабирования.....  | 98         |
| 5.7 ВЕРТИКАЛЬНАЯ СИСТЕМА .....  | 100        |
| 5.7.1 Активация/деактивация формы сигнала (канал, математические, эталонные формы сигнала) ...      | 100        |
| 5.7.2 Настройка чувствительности по вертикали .....   | 103        |
| 5.7.3 Настройка вертикального положения.....  | 104        |
| 5.8 ОТКРЫТИЕ МЕНЮ КАНАЛА .....  | 104        |
| 5.8.1 Установка связи между каналами.....   | 105        |
| 5.8.2 Установка предела полосы пропускания .....  | 106        |
| 5.8.3 Инверсия с учетом формы сигнала .....   | 107        |
| 5.8.4 Настройка типа пробника .....   | 107        |
| 5.8.5 Настройка коэффициента затухания пробника .....   | 108        |
| 5.8.6 Метка канала.....   | 109        |
| 5.8.7 Входное сопротивление канала .....  | 110        |
| <b>ГЛАВА 6. СИСТЕМА ТРИГГЕРА.....</b>   | <b>110</b> |
| 6.1 ТРИГГЕР И НАСТРОЙКА ТРИГГЕРА.....   | 110        |
| 6.2 ТРИГГЕР ПО ФРОНТУ .....   | 117        |


|   |            |
|---|------------|
| 6.3 ТРИГГЕР ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСА.....   | 121        |
| 6.4 ЛОГИЧЕСКИЙ ТРИГГЕР.....   | 126        |
| 6.5 ТРИГГЕР ПО N-МУ ФРОНТУ .....  | 130        |
| 6.6 ТРИГГЕР ПО КОРОТКОМУ ИМПУЛЬСУ (РАНТУ).....  | 132        |
| 6.7 ТРИГГЕР ПО НАКЛОНУ.....   | 134        |
| 6.8 ТРИГГЕР ПО ЛИМИТУ ВРЕМЕНИ .....   | 137        |
| 6.9 ТРИГГЕР ПО ВИДЕОСИГНАЛУ .....   | 140        |
| 6.10 ТРИГГЕР ПО УСЛОВИЯМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ШИНЫ .....  | 143        |
| <b>ГЛАВА 7. СИСТЕМА АНАЛИЗА.....</b>  | <b>143</b> |
| 7.1 АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ.....   | 143        |
| 7.2 ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ ЧАСТОМОМЕРОМ.....   | 152        |
| 7.3 КУРСОР .....  | 153        |
| 7.4 ФАЗОВЫЕ ЛИНЕЙКИ .....   | 156        |
| <b>ГЛАВА 8. ЗАХВАТ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЭКРАНА, ЕМКОСТЬ ПАМЯТИ И ХРАНЕНИЕ ФОРМЫ СИГНАЛА</b><br>..... | <b>157</b> |
| 8.1 ФУНКЦИЯ СНИМКА ИЗОБРАЖЕНИЯ ЭКРАНА.....  | 157        |
| 8.2 ВИДЕОЗАПИСЬ.....  | 159        |
| 8.3 ХРАНЕНИЕ ФОРМЫ СИГНАЛА .....  | 160        |
| 8.4 СОХРАНЕНИЕ НАСТРОЕК ОСЦИЛЛОГРАФА.....   | 165        |
| <b>ГЛАВА 9. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ И ЭТАЛОННЫЙ КАНАЛ .....</b>                             | <b>166</b> |
| 9.1 РАСЧЕТ ДВОЙНОЙ ФОРМЫ СИГНАЛА.....   | 166        |
| 9.2 ИЗМЕРЕНИЕ БПФ.....  | 169        |
| 9.3 РАСШИРЕННЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ.....   | 174        |
| 9.4 ВЫЗОВ ОПОРНОЙ ФОРМЫ СИГНАЛА .....   | 176        |
| <b>ГЛАВА 10. НАСТРОЙКИ ДИСПЛЕЯ .....</b>  | <b>179</b> |
| 10.1 НАСТРОЙКИ ОСЦИЛЛОГРАММЫ .....  | 180        |
| 10.2 НАСТРОЙКА СЕТКИ.....   | 180        |
| 10.3 НАСТРОЙКИ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ.....   | 181        |
| 10.4 ЦЕНТР ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РАСШИРЕНИЯ .....   | 182        |
| 10.5 НАСТРОЙКА ЦВЕТОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ .....   | 183        |
| 10.6 РЕЖИМ СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ .....   | 183        |
| <b>ГЛАВА 11. СИСТЕМА ВЫБОРКИ .....</b>  | <b>183</b> |
| 11.1 ОБЗОР ПРОЦЕССА ВЫБОРКИ.....  | 184        |
| 11.2 КЛАВИША ЗАПУСКА/ОСТАНОВКИ «RUN/STOP» И КЛАВИША «SINGLE SEQ» .....                      | 188        |
| 11.3 ВЫБОР РЕЖИМА ВЫБОРКИ .....   | 189        |
| 11.4 ДЛИНА ЗАПИСИ И ЧАСТОТА ВЫБОРКИ.....  | 194        |
| <b>ГЛАВА 12. ТРИГГЕР И ДЕКОДИРОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ШИНЫ .....</b>                        | <b>196</b> |
| 12.1 ТРИГГЕР И ДЕКОДИРОВАНИЕ ШИНЫ UART (RS232/RS422/RS485).....                             | 199        |
| 12.2 ТРИГГЕР И ДЕКОДИРОВАНИЕ ШИНЫ LIN.....  | 206        |
| 12.3 ТРИГГЕР И ДЕКОДИРОВАНИЕ ШИНЫ CAN(FD) .....   | 210        |
| 12.4 ТРИГГЕР И ДЕКОДИРОВАНИЕ ШИНЫ SPI .....   | 215        |
| 12.5 ТРИГГЕР И ДЕКОДИРОВАНИЕ ШИНЫ I2C .....   | 219        |
| 12.6 ТРИГГЕР И ДЕКОДИРОВАНИЕ ШИНЫ ARINC429 .....  | 223        |

|  |            |
|--|------------|
| 12.7 ТРИГГЕР И ДЕКОДИРОВАНИЕ ШИНЫ 1553В .....                        | 229        |
| <b>ГЛАВА 13 ФУНКЦИИ ГЛАВНОЙ СТРАНИЦЫ .....</b>                       | <b>233</b> |
| 13.1 МАГАЗИН ПРИЛОЖЕНИЙ .....  | 234        |
| 13.3 НАСТРОЙКИ .....   | 236        |
| 13.4 УПРАВЛЕНИЕ ФАЙЛАМИ .....  | 242        |
| 13.5 КАЛЬКУЛЯТОР .....   | 243        |
| 13.6 БРАУЗЕР .....   | 243        |
| 13.7 ГАЛЕРЕЯ .....   | 243        |
| 13.8 КАЛЕНДАРЬ .....   | 245        |
| 13.9 ЭЛЕКТРОННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ .....                                   | 246        |
| 13.10 ЧАСЫ .....   | 246        |
| 13.11 ОТКЛЮЧЕНИЕ ПИТАНИЯ .....                                       | 248        |
| 13.12 ПРОВОДНИК .....  | 249        |
| <b>ГЛАВА 14. ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ .....</b>                      | <b>251</b> |
| 14.1 ХОСТ-КОМПЬЮТЕР .....  | 252        |
| 14.1.1 УСТАНОВКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ХОСТ-КОМПЬЮТЕРА .....      | 252        |
| 14.1.2 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ХОСТ-КОМПЬЮТЕРА .....                             | 252        |
| 14.1.3 ОПИСАНИЕ ОСНОВНОГО ИНТЕРФЕЙСА .....                           | 253        |
| 14.1.4 ОПИСАНИЕ РАБОЧЕГО ИНТЕРФЕЙСА .....                            | 254        |
| 14.1.5 ХРАНЕНИЕ И ПРОСМОТР ИЗОБРАЖЕНИЙ И ВИДЕО .....                 | 255        |
| 14.2 МОБИЛЬНОЕ ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ .....                        | 257        |
| <b>ГЛАВА 15. ФУНКЦИИ ОБНОВЛЕНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ .....</b>             | <b>259</b> |
| 15.1 ОБНОВЛЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....                       | 259        |
| 15.2 ДОБАВЛЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ .....                         | 260        |
| <b>ГЛАВА 16. СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ .....</b>                         | <b>260</b> |
| 16.1 КАТЕГОРИЯ ИЗМЕРЕНИЯ .....                                       | 261        |
| 16.2 СТЕПЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ .....                                       | 262        |
| <b>ГЛАВА 17. ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ .....</b>             | <b>263</b> |
| <b>ГЛАВА 18. ОБСЛУЖИВАНИЕ И ПОДДЕРЖКА .....</b>                      | <b>267</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>  | <b>268</b> |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А: ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И УХОД ЗА ОСЦИЛЛОГРАФОМ ..... | 268        |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б: ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ .....                     | 268        |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В: ПРИНАДЛЕЖНОСТИ .....                                   | 270        |

# Глава 1. Правила техники безопасности

## 1.1 Правила техники безопасности

Во избежание травмирования персонала и повреждения данного изделия или каких-либо связанных с ним устройств необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности. Для того чтобы избежать возможных угроз безопасности, при использовании данного изделия необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности.

- Работа с осциллографом и его техническое обслуживание должно осуществляться персоналом с инженерной подготовкой, имеющим навыки по работе с СВЧ устройствами.
- При эксплуатации прибора необходимо соблюдать требования: ГОСТ IEC 61010-1-2014, «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».
- Перед включением прибора в сеть следует проверить исправность кабеля питания, при подключении к сети – надежность заземления.
- Заземление прибора рекомендуется производить через кабель питания, подключаемый к сетевому соединителю прибора и трехполюсной розетки сети. Дополнительно рекомендуется соединить клемму , расположенную на приборе, с шиной защитного заземления.
- Используйте подходящий шнур питания. Используйте только шнур питания, предназначенный для данного продукта и сертифицированный для страны/региона использования.
- На рабочем месте должны быть соблюдены требования по обеспечению защиты от воздействия статического напряжения по ГОСТ IEC TR 61340-5-2-2021.
- Для защиты от электростатического разряда и предотвращения повреждения оператора и прибора используйте заземленный проводящий настольный коврик и надевайте на руку заземленный антистатический браслет.

- Не вставляйте вилку в пыльные и грязные розетки. Плотно и полностью вставляйте вилки в предназначенную для этого розетку.
- Не перегружайте розетки, удлинители или сетевые фильтры. Это может вызвать пожар или поражение электрическим током.
- Не снимайте крышки или какую-либо часть корпуса во время работы прибора. Это обнажит цепи и компоненты и может привести к травмам, возгоранию и поражением электрическим током.
- Продукт не защищен от проникновения жидкостей. Если не приняты необходимые меры предосторожности, то пользователь может получить удар током и прибор будет поврежден.
- Не допускайте возникновения пожара и травмирования персонала.
- Не размещайте прибор на нагревательных устройствах, таких как радиаторы или обогреватели. Температура окружающей среды не должна превышать максимальную температуру, указанную в технических характеристиках на прибор. Перегрев продукта может вызвать поражение электрическим током, пожар и/или серьезные травмы.
- Правильно подключайте и отключайте пробники. Правильно подключите пробник прибора, при этом его клемма заземления должна быть подключена к заземлению. Не подключайте и не отключайте пробники или измерительные пробники, пока они подключены к источнику напряжения.
- Перед отсоединением пробника от измерительного прибора отсоедините вход пробника и контрольный провод пробника от тестируемой цепи.
- Соблюдайте все номинальные характеристики клемм. Во избежание возгорания или поражения электрическим током соблюдайте все номинальные характеристики и маркировку на изделии. Перед подключением к изделию ознакомьтесь с дополнительной информацией о номинальных характеристиках в руководстве по эксплуатации.
- Используйте правильные пробники. Во избежание чрезмерного поражения электрическим током используйте для любых измерений только пробники правильного номинала.

- Отключите питание переменного тока. Адаптер можно отключить от сети переменного тока, и пользователь должен иметь возможность доступа к адаптеру в любое время.
- Не эксплуатируйте устройство при подозрении на неисправность. В случае подозрения, что данное изделие повреждено, обратитесь к сервисному персоналу компании, для его проверки.
- Используйте адаптер правильно. Подавайте питание или заряжайте оборудование с помощью адаптера питания в комплекте поставки и заряжайте аккумулятор в соответствии с рекомендуемым циклом зарядки.
- Избегайте открытых цепей. Не прикасайтесь к открытым соединениям и компонентам при наличии напряжения.
- Обеспечьте надлежащую вентиляцию.
- Не эксплуатируйте в сырых/влажных условиях.
- Никогда не используйте прибор в условиях, когда на нем образовался или может быть образован конденсат, например, если прибор перемещен из холодной среды в теплую. Необходимо выдержать прибор не менее 3-х часов при комнатной температуре.
- Не эксплуатируйте в легковоспламеняющейся и взрывоопасной атмосфере.
- Содержите поверхности изделия чистыми и сухими.
- Испытание на помехоустойчивость всех моделей соответствует стандартам класса А, основанным на EN61326:1997+A1+A2+A3, но не соответствует стандартам класса В.
- Элементы питания или батареи нельзя подвергать теплу, огню, а также разбираться и подвергаться механическому воздействию, ударам.
- Элементы или батареи не должны замыкаться накоротко. Нельзя хранить в коробке или ящике, где они могут замкнуться друг друга или где они могут быть замкнуты другими токопроводящими материалами.
- Если из элемента питания происходит утечка, жидкость не должна попадать на кожу или в глаза. В случае контакта промойте пораженный участок большим количеством воды и обратитесь за медицинской помощью.

- Неправильная замена или зарядка элементов питания или батарей, содержащих щелочной электролит (например, литиевых элементов), может вызвать взрывы. Заменяйте элементы или батареи только на соответствующий тип и оригинал, чтобы обеспечить безопасность продукта.
- Элементы питания и батареи должны быть переработаны и храниться отдельно от обычных отходов. Аккумуляторы и обычные батареи, содержащие свинец, ртуть или кадмий, являются опасными отходами. Соблюдайте национальные правила по утилизации отходов и переработке.

## **Категория измерения**

Осциллограф серии AVU1 предназначен для измерений в категории измерений I.

## **Определение категории измерения**

Категория измерений I предназначена для измерений, выполняемых в цепях, не подключенных напрямую к СЕТИ ПИТАНИЯ. Примерами являются измерения в цепях, не подключенных к СЕТИ ПИТАНИЯ, и в специально защищенных (внутренних) цепях, подключенных к СЕТИ ПИТАНИЯ. В последнем случае переходные напряжения являются переменными; по этой причине пользователь должен понимать способность оборудования выдерживать переходные нагрузки.

## **Предупреждение**


Категория измерений МЭК. В условиях монтажа категории I МЭК входную клемму можно подключить к клемме цепи с максимальным линейным напряжением 300 В (среднеквадратичное значение). Во избежание риска поражения электрическим током входную клемму нельзя подключать к цепи с линейным напряжением более 300 В (среднеквадратичное значение). Мгновенное перенапряжение присутствует в цепях,


изолированных от электросети. Цифровой осциллограф серии AVU1 разработан таким образом, чтобы безопасно выдерживать спорадические переходные перенапряжения до 1000 Впик. Не используйте данное оборудование для измерений в цепях, где мгновенное перенапряжение превышает указанное значение.

## 1.2 Условия и символы безопасности

### Термины в руководстве

В данном руководстве могут встречаться следующие термины:

 **Предупреждение.** *Предупреждающие надписи указывают на условия или действия, которые могут привести к травме или летальному исходу.*

 **Осторожно.** *Предупреждения о необходимости проявить осторожность указывают на условия или действия, которые могут привести к повреждению данного изделия или другого имущества.*

### Термины на изделии

На изделии могут быть указаны следующие термины:

**Опасно** указывает на опасность травмирования, которая становится очевидной при прочтении маркировки.

**Осторожно** указывает на опасность травмирования, о которой невозможно сразу узнать при прочтении маркировки.

**Внимание** указывает на опасность для данного изделия или другой материальной собственности.

### Символы на изделии

На изделии могут быть следующие символы:

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**



Опасное  
напряжение



Заземление  
шасси



Осторожно! См. руководство.



Клемма заземления  
измерения



Защитная клемма  
заземления

**Ознакомьтесь со следующими правилами техники безопасности, чтобы избежать травм и предотвратить повреждение данного изделия или любых связанных с ним изделий. Во избежание возможных опасностей данное изделие можно использовать только в указанной области применения.**

### Предупреждение

*Если входной порт прибора подключен к цепи с пиковым напряжением выше 42 В или мощностью более 4800 Вт, во избежание поражения электрическим током или возгорания:*

- Используйте только изолированные пробники напряжения, входящие в комплект поставки прибора, или эквивалентные изделия, указанные в таблице.
- Перед использованием проверьте пробники напряжения, измерительные провода и принадлежности на наличие механических повреждений и замените их в случае повреждения.
- Снимите пробники напряжения и неиспользуемые принадлежности.
- Перед подключением зарядного устройства к прибору включите его в розетку переменного тока.

## **Глава 2. Краткое руководство пользователя осциллографа**

В этой главе содержится информация о проверках и эксплуатации осциллографа. Рекомендуется внимательно прочитать ее, чтобы ознакомиться с внешним видом, понять включение/выключение, настройки и соответствующие требования к калибровке осциллографа серии AVU1.

- Проверка содержимого упаковки
- Монтажный кронштейн
- Передняя панель
- Задняя панель
- Включение/выключение осциллографа
- Описание интерфейса дисплея осциллографа
- Описание основных функций осциллографа
- Управление мышью
- Подключение пробника к осциллографу
- Использование режима Auto
- Использование заводских настроек
- Использование автоматической калибровки
- Компенсация пассивного пробника
- Изменение языка

### **2.1 Проверка содержимого упаковки**

При открытии упаковки после получения проверьте прибор, выполнив следующие действия.

#### **1) Проверка наличия повреждений, вызванных транспортировкой**

Если упаковка или пенопласт серьезно повреждены, сохраните их до тех пор, пока прибор и принадлежности не пройдут испытание электрических и механических свойств.

## 2) Проверка наличия принадлежностей

Подробное описание изложено в [Приложении В](#) настоящего руководства. К нему можно обратиться, чтобы проверить полноту комплектации. Если принадлежности отсутствуют или повреждены, обратитесь в местный офис.

## 3) Проверка прибора

Если при внешнем осмотре обнаружены какие-либо повреждения осциллографа или он не прошел испытание на производительность, обратитесь в местный офис. Если прибор поврежден при транспортировке, сохраните упаковку и свяжитесь с транспортной компанией или в местный офис и компания примет меры.

## 2.2 Использование кронштейна

Положите переднюю панель осциллографа на стол. Возьмитесь двумя указательными пальцами за нижнюю часть кронштейна и откройте кронштейн, слегка потянув его вверх, как показано на рисунке 2-1.



Рисунок 2-1. Открытие кронштейна

## 2.3 Боковая панель осциллографа



Рисунок 2-2. Боковая панель

На боковой стороне осциллографа расположены различные интерфейсы (слева направо): кнопка включения питания, заземление, выход сигнала компенсации пробника, USB-хост, HDMI, USB-устройство, блокировка выключения питания и порт питания.

## 2.4 Задняя панель осциллографа



Рисунок 2-3. Задняя панель

- 1) Ch1 - Ch4 - каналы измерения сигнала
- 2) Aux-выход – это вспомогательный канал, который, в основном,

используется для измерения частоты обновления формы сигнала осциллографа и каскадирования текущего сигнала осциллографа на другие осциллографы.

## 2.5 Верхняя панель осциллографа



Рисунок 2-4. Верхняя панель автомобильного осциллографа

На верхней части осциллографа расположен интерфейс BNC для подключения пробника.

## 2.6 Передняя панель осциллографа

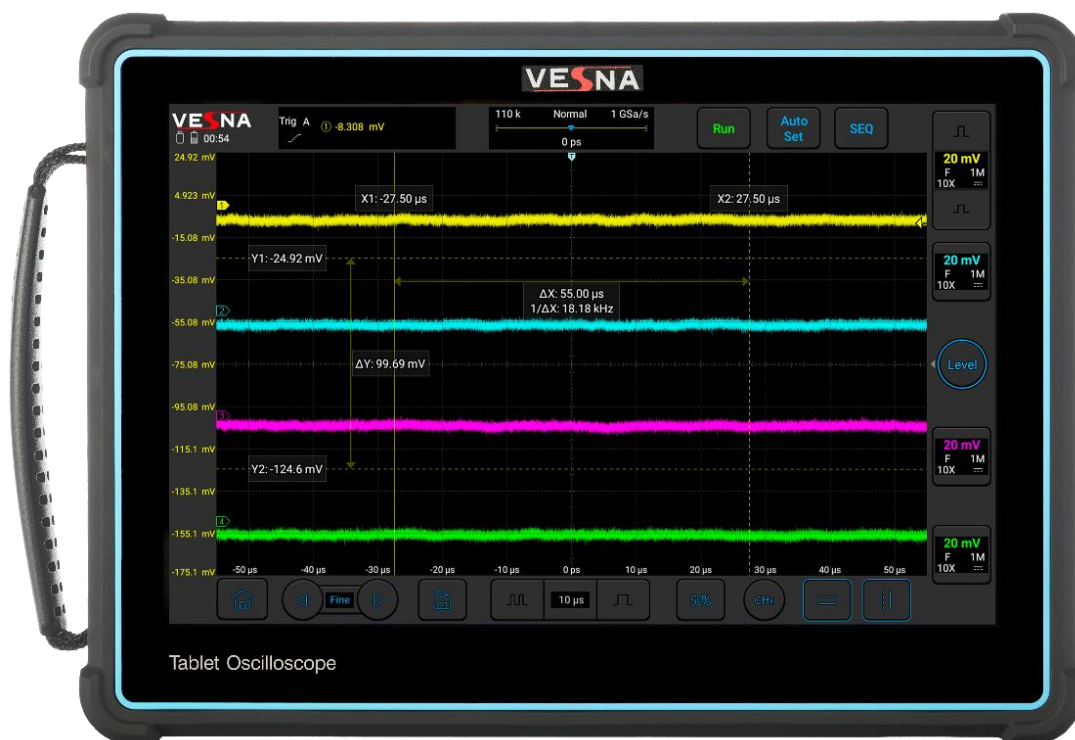






Рисунок 2-5. Передняя панель автомобильного осциллографа


## 2.7 Включение/выключение осциллографа

### Включение питания

Нажмите кнопку питания , чтобы включить прибор, убедившись, что он подключен к источнику питания.

### Отключение питания

- Нажмите кнопку питания , откройте меню выключения питания и нажмите , чтобы выключить прибор.
- Для принудительного выключения прибора нажмите и удерживайте кнопку питания  в течение 5 секунд.

 **Осторожно:** Принудительное выключение питания может привести к потере несохраненных данных, будьте осторожны.

### Блокировка электропитания

- Когда механизм блокировки электропитания выдвинут, подача электропитания невозможна.

## 2.8 Описание интерфейса дисплея осциллографа

В данном разделе представлены обзор и описание пользовательского интерфейса осциллографа серии AVU1. Прочитав этот раздел, можно в кратчайшие сроки ознакомиться с содержимым интерфейса дисплея осциллографа. Конкретные настройки и корректировки будут подробно описаны в последующих главах и разделах. В определенный момент времени на экране могут появиться следующие элементы, но не все они видны. Интерфейс осциллографа см. на рисунке 2-6.

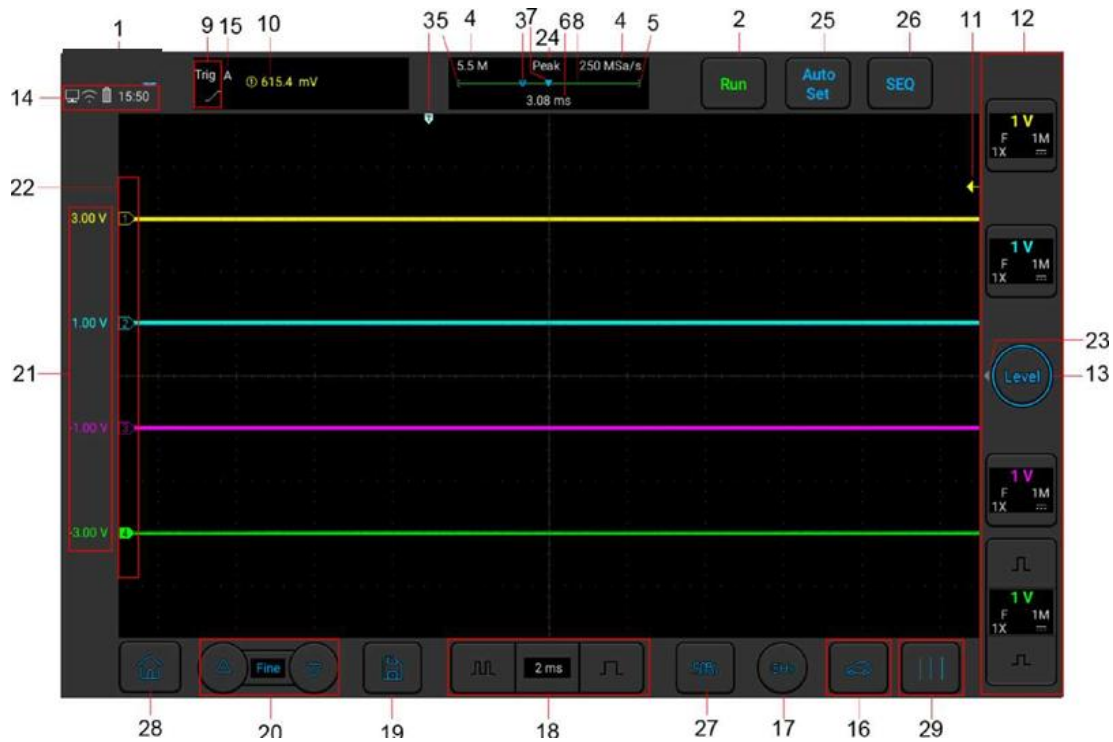


Рисунок 2-6. Отображение интерфейса осциллографа

| №  | Описание   |
|----|--|
| 1  | Логотип компании   |
| 2  | Состояние осциллографа, включая RUN, STOP, WAIT, Auto  |
| 3  | Точка срабатывания   |
| 4  | Частота выборки, глубина памяти  |
| 5  | Область в квадратных скобках «[]» указывает положение формы сигнала, отображаемой на экране по всей глубине памяти.                      |
| 6  | Время задержки, время, в течение которого центральная линия области отображения формы сигнала находится относительно точки срабатывания. |
| 7  | Центральная линия области отображения формы сигнала  |
| 8  | Индикатор глубины памяти   |
| 9  | Индикация текущего типа триггера   |
| 10 | Текущий источник триггера, уровень срабатывания триггера   |
| 11 | Индикатор уровня срабатывания  |
| 12 | Значки каналов CH1, CH2, CH3, CH4 и значок вертикальной чувствительности.  |

Нажмите значки каналов, чтобы открыть каналы. Нажмите  или 

| №  | Описание   |
|----|--|
|    | чтобы настроить вертикальную чувствительность каналов. Откройте меню каналов, проведя пальцем влево от нужного канала, и проведите пальцем вправо, чтобы закрыть. Отобразите вертикальную чувствительность каналов. Отобразите метод сопряжения.                       |
| 13 | Регулировка уровня триггера. Нажмите на кнопку, чтобы изменить уровень триггера путем перемещения вверх и вниз.  |
| 14 | Отображение областей подключения USB-ПК, подключения USB, уровня заряда батареи, времени и т. д.   |
| 15 | Режим срабатывания: A (автоматический), N (нормальный).  |
| 16 | Предустановки программного обеспечения для автомобильной диагностики   |
| 17 | Текущий выбор канала. Нажмите, чтобы открыть меню переключения текущего канала и переключить текущий канал.  |
| 18 | Значок управления строчной разверткой. Нажмите на левую/правую кнопку строчной развертки, чтобы настроить строчную развертку осциллограммы. Нажмите на строчную развертку, чтобы открыть таблицу строчной развертки. Нажмите, чтобы выбрать нужную строчную развертку. |
| 19 | Быстрое сохранение. Нажмите, чтобы быстро сохранить форму сигнала в качестве эталонной формы.  |
| 20 | Кнопка точной настройки. Нажмите кнопку, чтобы точно настроить последнюю операцию, включая положение формы сигнала, положение уровня срабатывания триггера, точку срабатывания триггера и положение курсора.   |
| 21 | Значение вертикального положения индикатора канала.  |
| 22 | Индикатор канала может указывать на положение нулевого уровня открытого канала.  |
| 23 | Индикатор меню быстрого триггера: проведите пальцем влево, чтобы открыть меню быстрого триггера  |
| 24 | Режим выборки: нормальный, средний, огибающая, пиковый   |
| 25 | Автоматическая настройка, автоматический диапазон  |
| 26 | SEQ (последовательность), приобретение одной   |

| №  | Описание   |
|--|--|
| последовательности 50%: Нажмите, чтобы установить: |  |
| 27   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Вертикальное положение формы сигнала текущего канала относительно нулевой точки</li> <li>• Горизонтальное положение формы сигнала текущего канала относительно центра экрана</li> <li>• Уровень срабатывания триггера в центре формы сигнала канала триггера</li> <li>• Возвращение активного курсора в центр экрана</li> </ul> |
| 28   | Главная страница   |
| 29   | Фазовые линейки: помогают измерить синхронизацию циклической формы сигнала на осциллограмме.   |

Таблица 2-1. Описание интерфейса дисплея осциллографа

## 2.9 Описание основных функций сенсорного экрана

Управление осциллографом серии AVU1 осуществляется, в основном, нажатием, проведением пальцем и перетаскиванием одним пальцем.



### Нажать

Нажмите кнопку на сенсорном экране, чтобы активировать соответствующее меню и функцию. Коснитесь любого пустого места на экране, чтобы выйти из меню.



### Проведение пальцем

Проведение пальцем по экрану: открытие/закрытие меню, включая главное меню, кнопку контекстного меню и другие операции в меню каналов. Например, главное меню открывается так, как показано на рисунке 2-7. Метод закрытия противоположен методу открытия.

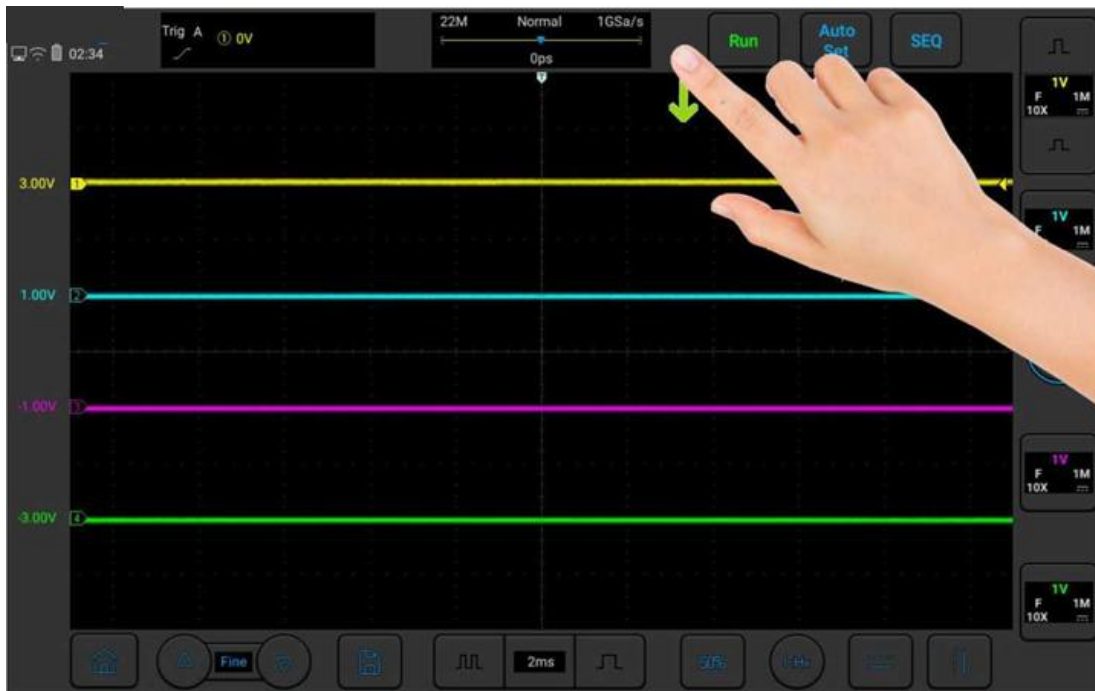


Рисунок 2-7. Выход из главного меню

Нажмите на кнопку параметров в главном меню, чтобы войти в соответствующее подменю.



**Перетаскивание с помощью одного пальца:** для грубой настройки вертикального положения, точки запуска, уровня запуска, курсора и т. д. формы сигнала. Подробную информацию см. в разделах [4.1 «Форма сигнала горизонтального перемещения»](#) и [5.3 «Регулировка вертикального положения»](#).



**Увеличение/уменьшение масштаба:** для точной настройки формы сигнала на вертикальных шкалах

## 2.10 Управление мышью

Подключите мышь к интерфейсу «USB Host», затем управляйте осциллографом с помощью мыши. Левая кнопка, правая кнопка и колесо мыши имеют те же функции, что и функция касания пальцем. Колесиком мыши можно управлять размером строчной развертки. При управлении мышью экран автоматически блокируется. Правой кнопкой мыши можно разблокировать экран или заблокировать его снова.



Рисунок 2-8. Курсор мыши


## 2.11 Подключение пробника к осциллографу


- 1) Подключите пробник к BNC-коннектору канала осциллографа.
- 2) Подключите выдвижной заостренный крючок на конце пробника к измеряемой точке цепи или тестируемому устройству. Убедитесь, что заземляющий провод пробника подключен к точке заземления цепи.

### ⚠ Максимальное входное напряжение аналогового входа

Категория I 300 В (среднеквадратичное значение), 400 Впик

## 2.12 Использование режима Auto

После правильного подключения осциллографа и подачи на вход допустимого сигнала нажмите кнопку «Auto Set» , чтобы быстро настроить осциллограф на наилучшие эффекты отображения для входного сигнала. Когда осциллограф находится в автоматическом режиме, кнопка

«Auto Set» будет светиться. .

Автоматический режим делится на «**Auto Set**» и «**Auto Range**». По умолчанию установлено значение «Auto Set». Функции «Auto Set» и «Auto Range» не могут действовать наложением друг на друга, одновременно может быть включена только одна из них.

«**Auto Set**» – однократная автоматическая настройка, и каждый раз при нажатии «Auto» в верхнем левом углу экрана отображается «Auto». Осциллограф может автоматически настраивать вертикальный масштаб, горизонтальный масштаб и настройку триггера в зависимости от амплитуды и частоты сигналов, настраивать форму сигнала до нужного размера и отображать входной сигнал. После настройки выйдите из режима автоматической настройки, надпись «Auto» в левом верхнем углу исчезнет.

Каналы могут открываться автоматически. Любой канал, уровень которого больше или меньше порогового значения, может быть открыт или закрыт автоматически в соответствии с установленным пороговым значением. Пороговый уровень можно настроить.

Источник может запускаться автоматически, а канал включенного источника может автоматически настраиваться на выбор приоритета текущего сигнала или максимального сигнала.

Откройте главное меню. Нажмите «Auto», чтобы открыть меню автоматической настройки, включая настройку открытия/закрытия канала, настройку порогового напряжения и настройку источника триггера.



Рисунок 2-9. Открытие автоматической настройки

Автоматическая настройка включает следующее: один канал и несколько каналов; автоматическая настройка строчной развертки, вертикальной чувствительности и уровня триггера сигнала; инвертирование формы сигнала осциллографа выключено, ограничение полосы пропускания установлено на полную полосу пропускания, режим связи по постоянному току, режим выборки – нормальный; тип триггера установлен на триггере по фронту, а режим триггера – автоматический.

**Примечание:** для применения функции «Auto Set» требуется, чтобы частота измеряемого сигнала была не менее 20 Гц, коэффициент заполнения был более 1%, а амплитуда была не менее 2 мВпик-пик. Если эти параметры будут превышены, автоматическая настройка не будет выполнена.

**«Auto Range».** Осциллограф непрерывно и автоматически настраивает вертикальный масштаб, горизонтальную строчную развертку и уровень триггера в режиме реального времени в зависимости от величины и частоты сигнала. По умолчанию он отключен, и его необходимо открыть в меню. Эта функция является взаимоисключающей с функцией «Auto Set». Откройте главное меню и нажмите «Auto», чтобы открыть меню автоматического выбора диапазона для соответствующих настроек. При включении функции автоматического выбора диапазона осциллограф автоматически устанавливает различные параметры, в том числе: вертикальный масштаб, горизонтальную строчную развертку, уровень триггера и т. д. При подключении сигнала эти параметры автоматически изменятся, и после изменения не требуется повторная настройка сигнала. Осциллограф автоматически распознает и вносит соответствующие изменения.

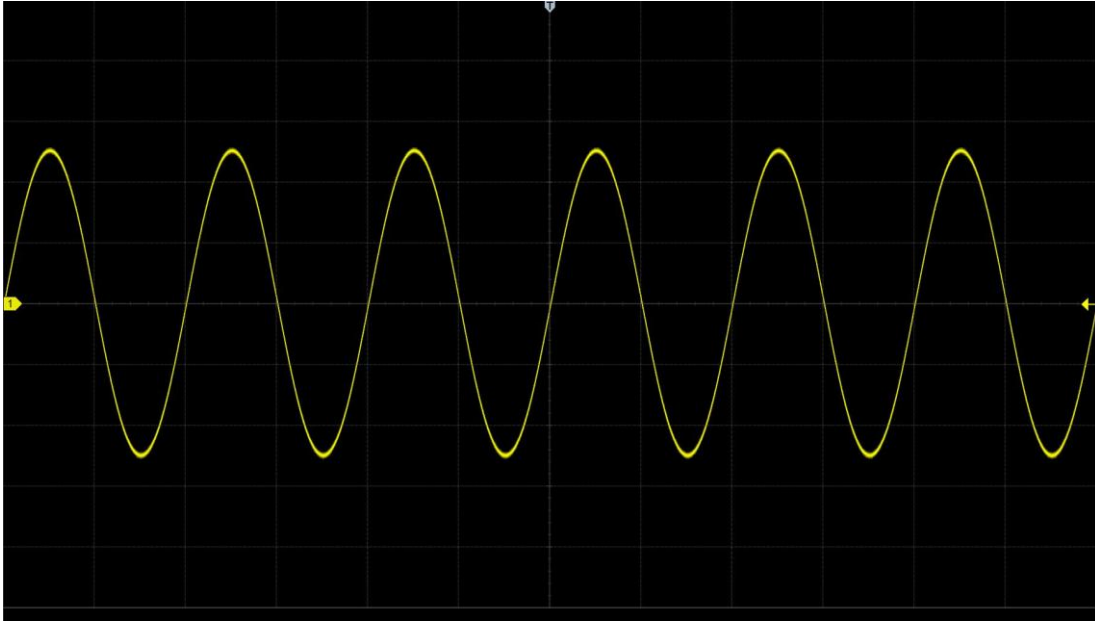


Рисунок 2-10. Автоматическая настройка формы сигнала

- Auto range: включение или выключение функции автоматического выбора диапазона.
- Vertical scale: включение функции автоматической регулировки вертикальной шкалы.
- Horizontal time base: включение функции автоматической регулировки строчной развертки.
- Trigger level: включает функцию автоматической регулировки уровня триггера.

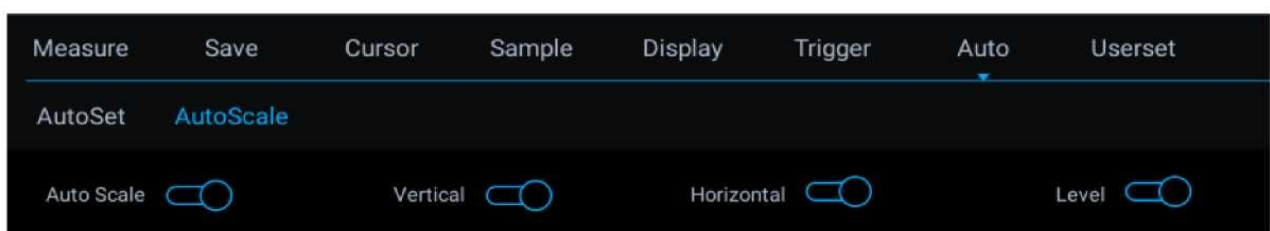


Рисунок 2-11. Открытие автоматического диапазона

Автоматический диапазон обычно более полезен, чем автоматическая настройка, в следующих ситуациях:

Он может анализировать сигналы, подверженные динамическим изменениям.

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

Он позволяет быстро просматривать несколько непрерывных сигналов без настройки осциллографа. Эта функция очень полезна, если необходимо использовать два пробника одновременно или если можно использовать пробник только одной рукой, поскольку другая рука занята.

Управляйте настройкой автоматической регулировки осциллографа.

## 2.13 Заводские настройки

Откройте главное меню, нажмите «User Settings», чтобы перейти на страницу настроек пользователя. Нажмите «Factory Settings», чтобы открыть диалоговое окно для загрузки заводских настроек. Нажмите «OK» и загрузите заводские настройки. Диалоговое окно загрузки заводских настроек см. на рисунке 2-12.

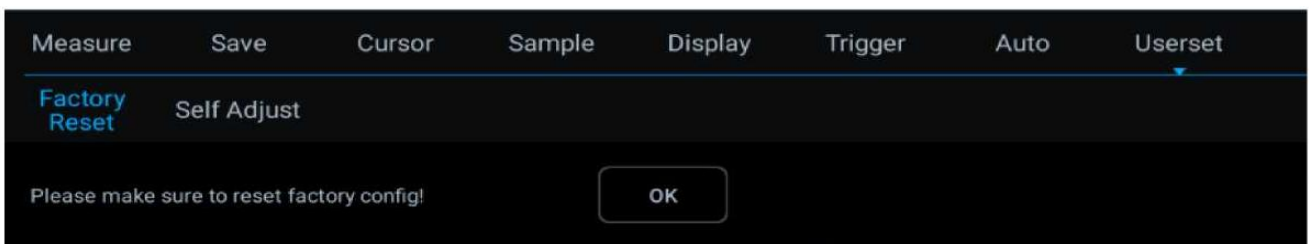


Рисунок 2-12. Загрузка заводских настроек

## 2.14 Использование автокалибровки

Откройте главное меню, нажмите «User Settings», чтобы перейти на страницу настроек пользователя. Нажмите «Self Adjust», чтобы войти в режим автоматической калибровки. Когда функция автоматической калибровки активна, в левом верхнем углу экрана отображается красная надпись «Calibrating», а после завершения калибровки красное слово исчезает. При значительных изменениях температуры функция автоматической калибровки позволяет осциллографу поддерживать высочайшую точность измерений.

Перед автокалибровкой снимите все пробники.

Процесс автоматической калибровки занимает около 2 минут.

Если температура изменяется выше 10 °C, мы рекомендуем

пользователям выполнить автоматическую калибровку.

**Ручная калибровка нуля** – Осциллограф поддерживает ручную калибровку нуля для каждого канала. Нажмите кнопку «Fine» в левом нижнем углу, чтобы открыть меню принудительного выбора канала и отобразить значение смещения, выберите канал для настройки и переместите форму сигнала вверх и вниз, чтобы вручную настроить нулевое положение. Нажмите кнопку « $\Delta$ », « $\nabla$ » чтобы точно настроить нулевое положение, как показано на рисунке 2-13.



Рисунок 2-13. Ручная калибровка нулевого значения

## 2.15 Компенсация пассивного пробника

При первом подключении пробника к любому входному каналу необходимо выполнить настройку компенсации пробника, чтобы согласовать его с входным каналом. Некомпенсированные пробники могут стать причиной больших погрешностей измерений или ошибок. Компенсация пробника оптимизирует тракт сигнала осциллографа для достижения более высокой точности измерений. Если температура окружающей среды изменяется на 10 °C и более, для обеспечения точности результатов измерений необходимо произвести настройку компенсации пробника.

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

## Шаги компенсации пробника:

Сначала подключите пробник осциллографа к целевому каналу

Подключите пробник к выходной клемме калибровочного прямоугольного сигнала, а зажим заземления пробника — к клемме заземления. Как показано на рисунке 2-13.

Откройте канал (если канал закрыт).

Отрегулируйте коэффициент затухания канала осциллографа так, чтобы он соответствовал.


- 1) коэффициенту затухания пробника. Нажмите кнопку  или вручную отрегулируйте вертикальную чувствительность формы сигнала и строчную развертку. Следите за формой сигнала. См. рисунок 2-14.



Рисунок 2-14. Подключение пробника

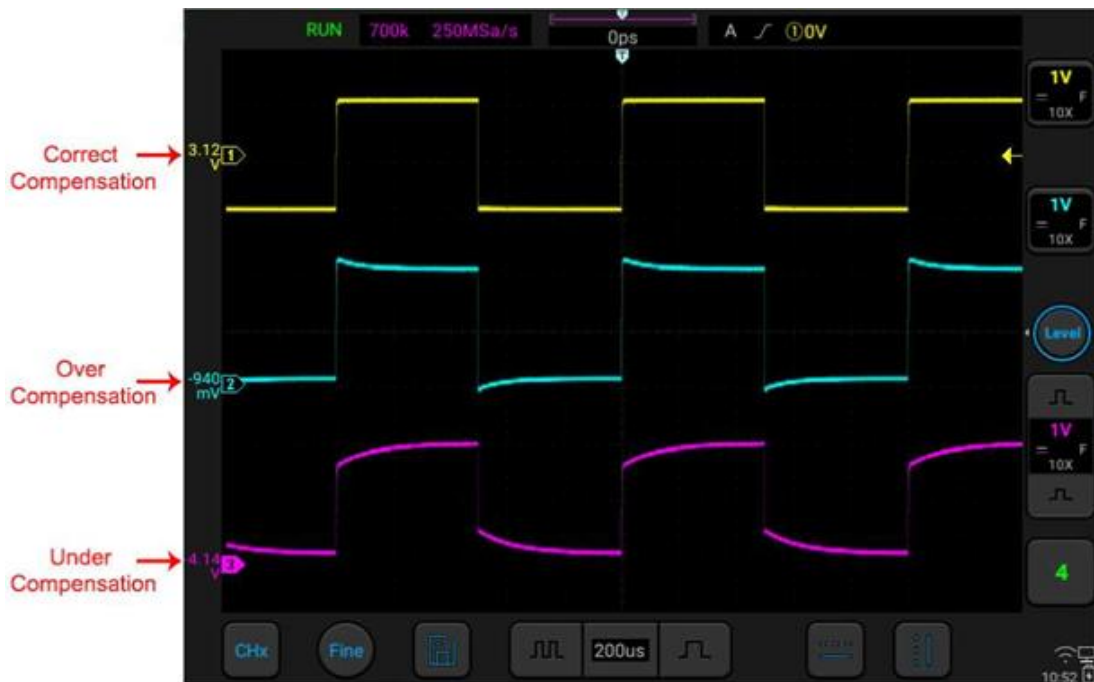


Рисунок 2-15. Компенсация пробника

Если форма сигнала на экране отображается как «недокомпенсация» или «перекомпенсация», отрегулируйте подстроечный конденсатор на пробнике таким образом, чтобы форма сигнала на экране отображалась как «правильная компенсация» (см. рисунок выше). Регулировку пробника см. на рисунке 2-16.



Рисунок 2-16. Регулировка пробника

## Предупреждение

Убедитесь, что изоляция проводов находится в хорошем состоянии, чтобы избежать поражения электрическим током при измерении высокого напряжения.

Во избежание поражения электрическим током держите пальцы за предохранительным кольцом пробника.

Когда пробник подключен к источнику напряжения, не прикасайтесь к металлическим частям головки пробника во избежание поражения электрическим током.

Перед началом измерений правильно подключите заземляющий конец пробника.

## 2.16 Изменение языка

Изменение языка отображения см. в разделе [«Настройки – Язык и метод ввода»](#).

## Глава 3 Автомобильный тест

В этой главе содержится большинство тестовых приложений автомобильных осциллографов AVU1 в автомобильных цепях. Цель — помочь пользователям быстро устранять неполадки и находить неисправности в автомобильной электронике. Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы понять общие принципы работы и использования автомобильных осциллографов.

### 3.1 Цепь зарядки/пуска

Все электрооборудование автомобиля питается от энергосистемы, состоящей из встроенного генератора и аккумуляторной батареи. В этой системе электропитания генератор подает питание на электрооборудование и заряжает аккумуляторную батарею, когда

генератор работает в нормальном режиме. Когда мощность, вырабатываемая генератором, меньше мощности, потребляемой встроенным электрооборудованием, в электроснабжении участвует аккумуляторная батарея, восполняя ее недостаток. При нормальной работе двигателя необходимо обеспечить достаточное время зарядки аккумулятора, чтобы он не потерял мощность. Если генератор работает нормально, индикатор зарядки на панели приборов указывает на необходимость зарядки аккумулятора. В связи с большим диапазоном скоростей двигателя генератор должен быть оснащен регулятором напряжения, чтобы обеспечить независимость номинального напряжения от скорости и тока. Питание двигателя при запуске полностью обеспечивается аккумуляторной батареей, поэтому аккумуляторная батарея должна обеспечивать достаточную емкость для плавного запуска двигателя. Автомобильный осциллограф серии AVU1 может тестировать цепь зарядки и цепь запуска, чтобы проверить правильность работы цепи зарядки/пуска автомобиля. Далее см. описание конкретных действий:


Нажмите на значок  в правом нижнем углу осциллографа, чтобы отобразить экран, показанный на рисунке 3-1:



Рисунок 3-1. Цепи зарядки/пуска

## 3.2 Зарядка 12 В

Зарядка 12 В подходит для бензиновых автомобилей. Используйте кабель BNC - «банан», один конец которого подключается к каналу 1 осциллографа, а другой конец подключается к положительному и отрицательному электродам батареи с помощью двух больших зажимов типа «крокодил» (красный провод подключается к красному зажиму положительного электрода, а черный провод подключается к черному зажиму отрицательного электрода). Если необходимо измерить ток, используйте токовые клещи на 600 А и выше. Подключите разъем BNC токовых клещей к каналу 2, включите переключатель токовых клещей и подключите токовые клещи к выходной линии питания генератора.

Генератор обеспечивает питание транспортного средства. Различий между разными производителями немного. Напряжение зарядки обычно составляет от 13,5 В до 15,0 В. Слишком большое или слишком маленькое напряжение нежелательно. Выходной ток генераторов разных моделей разных производителей неодинаков, поэтому его необходимо оценивать в зависимости от транспортного средства.

Примечание: Генератор использует генерацию электроэнергии переменного тока. Напряжение преобразуется в постоянный ток с помощью нескольких выпрямительных диодов. Напряжение можно измерить мультиметром. Однако при повреждении диодов мультиметр отображает правильные показания, а форму сигнала можно оценить с помощью осциллографа.

Данная операция показана на рисунке 3-2:



Рисунок 3-2. Зарядка 12 В

### 3.3 Зарядка 24 В

Зарядка 24 В подходит для автомобилей с дизельным двигателем. Процесс работы такой же, как и при зарядке 12 В. Опорное напряжение составляет 26,5 В - 30 В его можно проверить с помощью осциллографа. Данная операция показана на рисунке 3-3:



Рисунок 3-3. Зарядка 24 В

### 3.4 Пульсация переменного тока генератора

Осциллограф серии AVU1 может проверить пульсацию заряда и помочь пользователю определить, является ли процесс зарядки нормальным. Используйте BNC к подключаемому кабелю, один конец которого подключите к каналу 1 осциллографа, а другой конец зажмите между положительным и отрицательным электродами батареи (красный провод подключите к красному зажиму). Подключите положительный полюс, а черный провод подключите к черному зажиму (к отрицательному полюсу). Заведите автомобиль и начните испытание. В это время осциллограф подключен к переменному току, и отображаемое значение напряжения не является истинным. Оно основано на форме сигнала постоянного тока и разнице относительно напряжения постоянного тока. См. рисунок 3-4 ниже:



Рисунок 3-4. Пульсация заряда

### 3.5 Умный генератор Ford Focus

Используйте кабель BNC - «банан», подключите один конец к каналу 1 осциллографа, подключите черный штекер к черному зажиму типа «крокодил» на заземлении (отрицательный полюс аккумулятора) и с

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

помощью иглы подключите красный разъем к выходной линии управления двигателем и генератора. Используйте кабель BNC - «банан», один конец подключите к каналу 2 осциллографа, другой черный штекер подключите к черному зажиму типа «крокодил» на заземлении (отрицательный электрод аккумулятора), а красный разъем подключите к обратной связи генератора с ЭБУ двигателя с помощью жала.

Используйте токовые клещи на 600 А и выше, подключите разъем BNC токовых клещей к каналу 3, включите переключатель токовых клещей и подключите токовые клещи к выходной линии электропитания генератора.

Заведите автомобиль и начните испытание. Среди них управляющий сигнал ЭБУ на генератор на канале 1 - это прямоугольный сигнал/сигнал широтно-импульсной модуляции/линию LIN. Сигнал обратной связи генератора на канале 2 - это прямоугольный сигнал/сигнал широтно-импульсной модуляции, который отображается на канале 3. Выходной ток генератора.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки умного генератора Focus, данная операция показана на рисунке 3-5:



Рисунок 3-5. Умный генератор Ford Focus

### 3.6 Пуск 12 В

Используйте осциллограф AVU1 для проверки запуска бензинового автомобиля, цель которого — проверить, поддерживается ли производительность аккумулятора в нормальном диапазоне. Используйте BNC к подключаемому кабелю, подключите один конец к каналу 1 осциллографа и используйте два больших зажима типа «крокодил», чтобы зажать положительный и отрицательный полюса батареи (красный провод подключается к красному зажиму положительного полюса, а черный провод — к черному зажиму отрицательного полюса). Используйте токовые клещи с номиналом более 600 А, подключите разъем BNC токовых клещей к каналу 2. Включите переключатель токовых клещей и подключите токовые клещи к положительному или отрицательному проводу питания аккумулятора. Необходимо зажать всю положительную или отрицательную линию. Обратите внимание на положительную и отрицательную полярность (положительный ток течет от положительного полюса батареи к отрицательному). Данная операция показана на рисунке 3-6:



Рисунок 3-6. Пуск 12 В

На следующем рисунке представлена фактическая диаграмма измерений

пускового напряжения и тока автомобиля Mazda в определенном году:



Рисунок 3-7. Пусковое напряжение и ток

### 3.7 Пуск 24 В

Используйте осциллограф AVU1 для проверки процесса запуска дизельного транспортного средства. Цель состоит в том, чтобы проверить, поддерживается ли производительность аккумуляторной батареи в нормальном диапазоне. Процесс работы такой же, как и при запуске 12 В. Данная операция показана на рисунке 3-8:



Рисунок 3-8. Пуск 24 В

### 3.8 Ток запуска

Используйте осциллограф AVU1 с токовым зондом для проведения проверки тока в процессе запуска автомобиля (легкового или дизельного), проверьте, является ли форма тока нормальной, используйте токовые клещи на 600 А или выше и подключите BNC токовых клещей к каналу 2. Включите переключатель токовых клещей и подсоедините токовые клещи к положительному или отрицательному проводу питания аккумулятора. Необходимо зажать всю положительную или отрицательную линию. Обратите внимание на положительную и отрицательную полярность (положительный ток течет от положительного электрода батареи к отрицательному электроду).

Данная операция показана на рисунке 3-9:



Рисунок 3-9. Ток запуска

### 3.9 Испытания датчиков

Датчик — это электронное устройство преобразования сигналов, которое преобразует неэлектрическую информацию в сигналы напряжения и передает различную информацию об изменениях рабочей среды на встроенный компьютер автомобиля. Например, расходомер воздуха, установленный между воздушным фильтром и дроссельной заслонкой, может измерять величину расхода воздуха, всасываемого в двигатель через дроссельную заслонку. Он преобразует значение расхода воздуха в сигнал напряжения и отправляет его в ЭБУ двигателя (управляющий компьютер), который регулирует соответствующий объем впрыска топлива в зависимости от изменения расхода воздуха для достижения наилучшей степени сгорания. Другой пример — датчик скорости транспортного средства. Его функция заключается в преобразовании скорости автомобиля в сигнал напряжения и отправке его на маршрутный компьютер. Маршрутный компьютер управляет моментом переключения передач для повышения или понижения передачи.

В связи с постоянным развитием автомобилей в направлении интеллекта

и новой энергии количество датчиков на кузове автомобиля демонстрирует тенденцию к резкому увеличению, и на автомобилях компании среднего и высшего класса установлено около 100 датчиков. Специальный осциллограф серии AVU1 может напрямую измерять форму сигнала датчика. Сравнивая со стандартной формой сигнала при нормальной работе, можно легко определить, исправен ли датчик. Осциллограф серии AVU1 может тестировать следующие типы датчиков. Целью является сравнение сигналов в реальном времени со стандартными сигналами, чтобы помочь пользователям обнаружить проблемы. Ниже приведены подробные и пояснительные сведения:

### **3.10 ABS**

Датчик скорости вращения колеса ABS делится на аналоговый и цифровой. Аналоговый датчик имеет 2 сигнальных клеммы, сигнал представляет собой синусоиду, а частота синусоиды — это скорость. Цифровые датчики обычно имеют три клеммы: питание, сигнал и заземление. Необходимо проверить сигнальную линию, сигнал - это прямоугольный импульс, а частота прямоугольного импульса отображает скорость.

Во время испытания используйте кабель BNC - «банан», головка BNC подключается к осциллографу, а головка со штекером типа «банан» подключается к датчику или контакту ЭБУ для одновременной проверки 1/2/4 сигналов. Показано на рисунке 3-10:



Рисунок 3-10. Датчик скорости колеса ABS

### 3.11 Педаль акселератора

Педаль акселератора — это сигнал автомобильного акселератора. Обычно имеется 2 группы, каждая пара из 3 проводов: питание, сигнал и заземление. Делятся на аналогово-аналоговые и аналогово-цифровые. Аналоговый/аналоговый сигнал — это два аналоговых сигнала. Обычно есть два способа, один из которых — сигнал отклонения: один сигнал от 0,3 В→4,8 В, который повышается при нажатии педали акселератора, а другой — от 4,8 В→0,3 В, при нажатии педали акселератора и понижении. Другой сигнал имеет то же направление, но напряжение отличается: один — 0,5 В→2,5 В, другой — 1 В→4,5 В (диапазон напряжений указан только для справки, диапазон напряжений может немного отличаться для разных моделей, но тенденция будет одинаковой).

Используйте осциллограф AVU1 для проверки датчика педали акселератора, данная операция показана на рисунке 3-11:



Рисунок 3-11. Педаль акселератора

На следующем рисунке представлена фактическая схема измерений датчика педали акселератора определенной модели:

### 3.12 Расходомер воздуха

Расходомеры воздуха обычно бывают крыльчатого типа, с подогревом, цифрового типа и т. д. Среди них: крыльчатый тип и с подогревом имеют аналоговый выход, а выходное напряжение пропорционально расходу воздуха, как правило, 0,5–4,5 В, но нелинейное соотношение необходимо корректировать в ЭБУ. Общее выходное напряжение составляет около 1 В на холостом ходу, а во время ускорения напряжение быстро возрастает, достигая напряжения 4–4,5 В. После прекращения ускорения он вернется к напряжению холостого хода; выходное напряжение 0 В или 5 В не является нормальным.

Цифровой тип имеет цифровую схему внутри датчика. Выходной сигнал - это прямоугольная волна. Частота используется для представления воздушного потока. Более высокая частота указывает на больший приток воздуха. Используйте кабель BNC - «банан» и подключите один конец к каналу 1 осциллографа. Черный штекер на другом конце заземлен, а

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

красный разъем подключен к сигнальному проводу датчика расхода воздуха с помощью иглы. Заведите автомобиль, быстро нажмите педаль акселератора и отпустите ее для проверки, при этом можно просмотреть форму сигнала.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки датчика расходомера воздуха дроссельной заслонки (расходомеры воздуха делятся на три типа: аналоговые, цифровые и с подводом тепла, проводите проверку в соответствии с различными типами), данная операция показана на рисунке 3-12:



Рисунок 3-12. Расходомер воздуха

### 3.13 Распределительный вал

Датчик распределительного вала обычно используется для синхронизации и часто проверяется вместе с датчиком коленчатого вала для определения фаз газораспределения автомобиля. В обычных моделях автомобилей имеется один или два датчика положения распределительного вала, а использование четырех датчиков относительно невелико. Обычные датчики распределительного вала — датчики Холла/индукционного типа/с возбуждением переменного тока.

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

Выход датчика Холла представляет собой прямоугольную волну, высокое напряжение может быть 5 В или 12 В; как правило, 3-проводной, питание, сигнал, земля. Выход индуктивного датчика - это синусоидальный сигнал или прямоугольный сигнал, как правило, 2-проводной; возбуждение переменным током. Выход датчика типа - это несколько синусоидальных волн (на конце распределительного вала отсутствует часть, поэтому сигнал изменяется, и положение цилиндра № 1 оценивается по отсутствующему месту), как правило, 2-проводной.

Используйте разъем BNC для бананового кабеля, подключите один конец к каналу 1 осциллографа, другой конец черного штекера заземлите, а красный разъем с помощью иглы подключите к сигнальной линии датчика положения распределительного вала.

Показано на рисунке 3-13:



Рисунок 3-13. Распределительный вал

На следующем рисунке представлена фактическая схема измерений датчика положения распределительного вала (типа Холла) определенной модели:

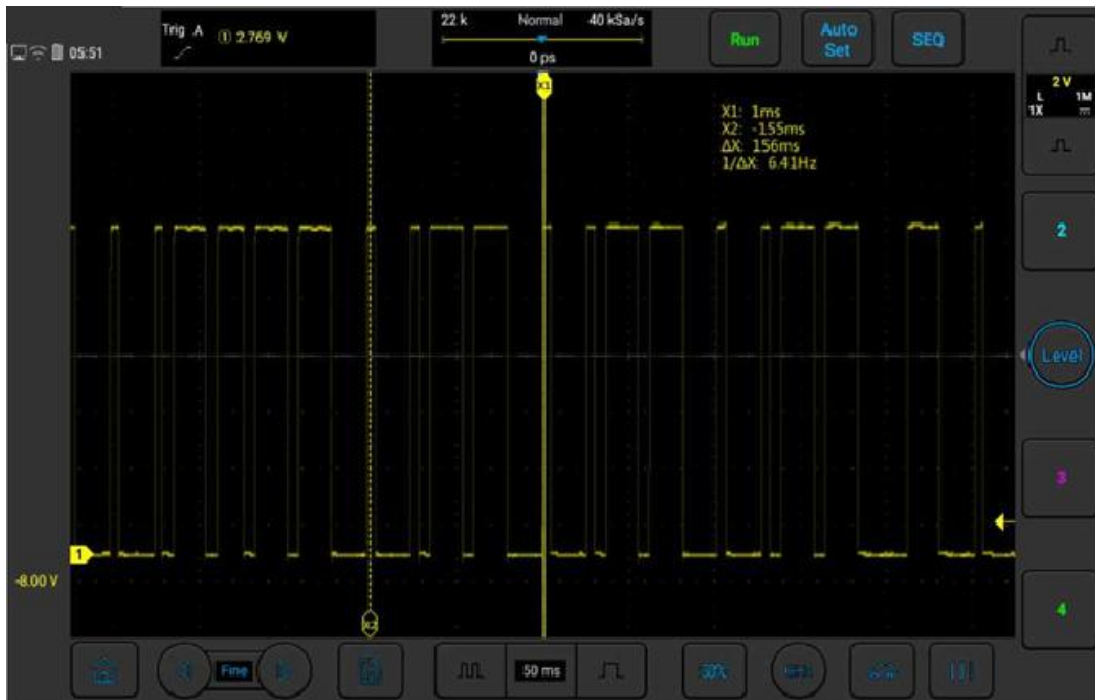


Рисунок 3-14. Датчик положения распределительного вала (тип Холла)

### 3.14 Температура охлаждающей жидкости

Датчик температуры охлаждающей жидкости обычно называют датчиком температуры воды. Обычно он содержит термистор. По мере повышения температуры сопротивление уменьшается, что приводит к изменению выходного напряжения, а температура воды изменяется медленно, поэтому напряжение также изменяется медленно. Разные модели имеют разные характеристики, а выходное напряжение может как увеличиваться, так и уменьшаться в зависимости от температуры воды.

Однако существует специальный датчик, который называется датчиком Vauxhaus. Выходное напряжение этого датчика составляет 3–4 В, когда автомобиль в холодном состоянии. При запуске двигателя температура повышается, а напряжение постепенно снижается. Обычно при нормальной работе оно составляет 1 В, но по мере повышения температуры автомобиля, когда она достигает 40–50 градусов. ЭБУ переключает напряжение, чтобы напряжение датчика быстро повышалось до 3–4 В, что позволяет добиться более точного выходного напряжения при высоких температурах.

Используйте BNC к подключаемому кабелю, один конец которого подключается к каналу 1 осциллографа, другой конец заземляется с помощью черного штекера, а красный разъем подключается к сигнальному проводу датчика охлаждающей жидкости (заземляющий провод охлаждающей жидкости) с помощью игольчатого щупа.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки датчика температуры охлаждающей жидкости, данная операция показана на рисунке 3-15:



Рисунок 3-15. Температура охлаждающей жидкости

### 3.15 Коленчатый вал

Датчик коленчатого вала устанавливается во многих местах, например, рядом с передним шкивом или на заднем маховике. ЭБУ

двигателя определяет точное положение двигателя в зависимости от его выходного сигнала. Обычно используются датчики индукционного типа и датчика Холла: выходной сигнал индукционного типа - это обычно синусоидальная волна, на диске отсутствуют зубцы, и при отсутствии зубцов синусоида будет отсутствовать; этот тип датчика обычно является двухпроводным; выходной сигнал датчика Холла - это обычно прямоугольная волна. Обычно имеет 3 провода: питание, сигнал и

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

заземление. Используйте BNC к подключаемому кабелю, один конец которого подключите к каналу 1 осциллографа, другой конец заземлите с помощью черного штекера, а красный разъем подключите к сигнальной линии датчика положения распределительного вала с помощью иглы.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки датчика положения коленчатого вала, данная операция показана на рисунке 3-16:



Рисунок 3-16. Датчик положения коленчатого вала

На рисунке ниже представлены фактические измерения датчика положения коленчатого вала (индуктивного) определенной модели:

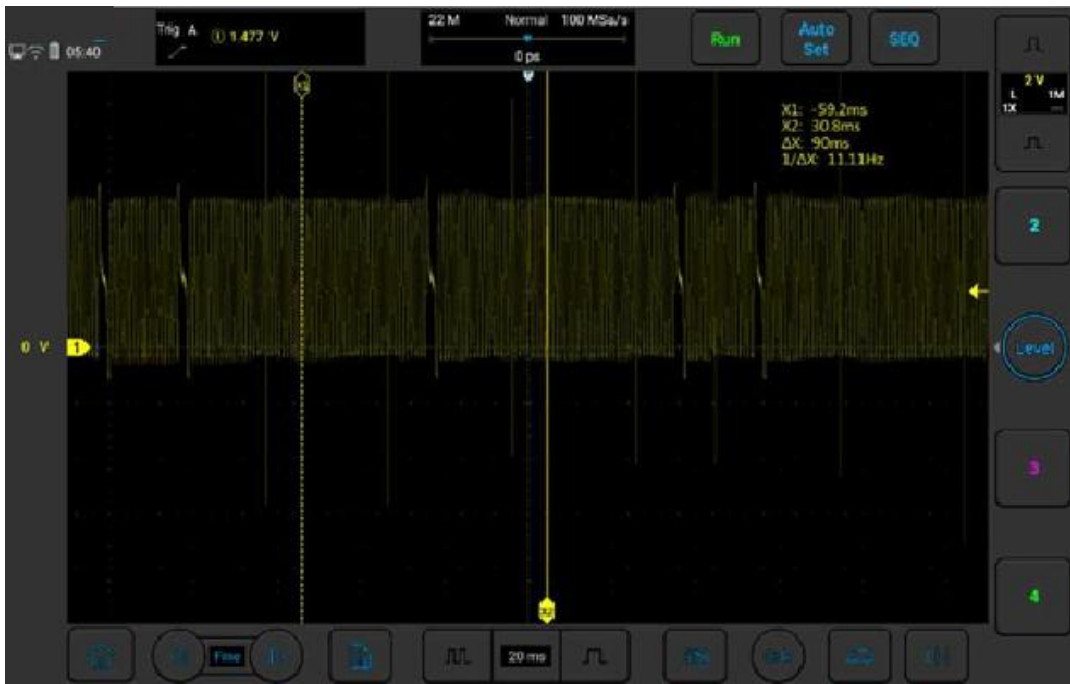


Рисунок 3-17. Измерения положения коленчатого вала

### 3.16 Распределитель

Распределитель устанавливается на моделях с высоковольтными кабелями и последовательно распределяет генерируемое высокое напряжение по свечам зажигания. Распределители обычно бывают холловского и индукционного типа. Датчик Холла обычно имеет 3 провода: напряжение, сигнал и заземление. Выходной сигнал — это прямоугольный сигнал. Индукционный тип обычно двухпроводной. Выходной сигнал — это чувствительный сигнал; используйте кабель BNC к подключаемому кабелю, один конец которого подключен к каналу 1 осциллографа, а другой конец — к черной вилке, заземленной, а красный разъем подключен к сигнальной линии распределителя с помощью иглы.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки датчика распределителя (делится на два типа: датчик Холла и индукционный). Данная операция показана на рисунке 3-17:



Рисунок 3-17. Распределитель

### 3.17 Давление топлива

Сигналы давления топлива обычно появляются на топливных рампах или датчиках высокого давления или на дизельных автомобилях с системой Common Rail, и давление относительно высокое. Как правило, давление топлива пропорционально выходному напряжению, а напряжение увеличивается с углом наклона педали акселератора (на время нарастания напряжения влияют как холостой ход, так и полная нагрузка).

Используйте BNC к подключаемому кабелю, подключите один конец к каналу 1 осциллографа, другой конец черного штекера заземлите, а красный разъем с помощью иглы подключите к сигнальной линии давления топлива.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки датчика давления топлива, данная операция показана на рисунке 3-18:



Рисунок 3-18. Испытание датчика давления топлива

### 3.18 Детонация

Датчик детонации — это пассивное устройство, обычно двухпроводное, с сигналом и заземлением, не требующее внешнего источника питания, при воздействии вибрации генерируется сигнал. Его также можно снять для проведения испытания. Сигнал может генерироваться путем постукивания, а амплитуда сигнала обычно не превышает 5 В. Если датчик снимается, а затем устанавливается повторно, будьте осторожны и не используйте чрезмерный крутящий момент, чтобы не повредить датчик. Причин детонации может быть несколько: слишком ранний угол зажигания, слишком много нагара в камере сгорания, слишком высокая температура двигателя, слишком бедная топливная смесь, недостаточно чистое топливо и слишком низкое октановое число топлива.

Используйте BNC к подключаемому кабелю, подключите один конец к каналу 1 осциллографа, другой конец черного штекера заземлите, а красный разъем подключите к сигнальной линии датчика детонации с помощью иглы.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки датчика детонации, данная операция показана на рисунке 3-19:



Рисунок 3-19. Тест датчика детонации

На следующем рисунке представлена фактическая схема измерений датчиком детонации определенной модели:

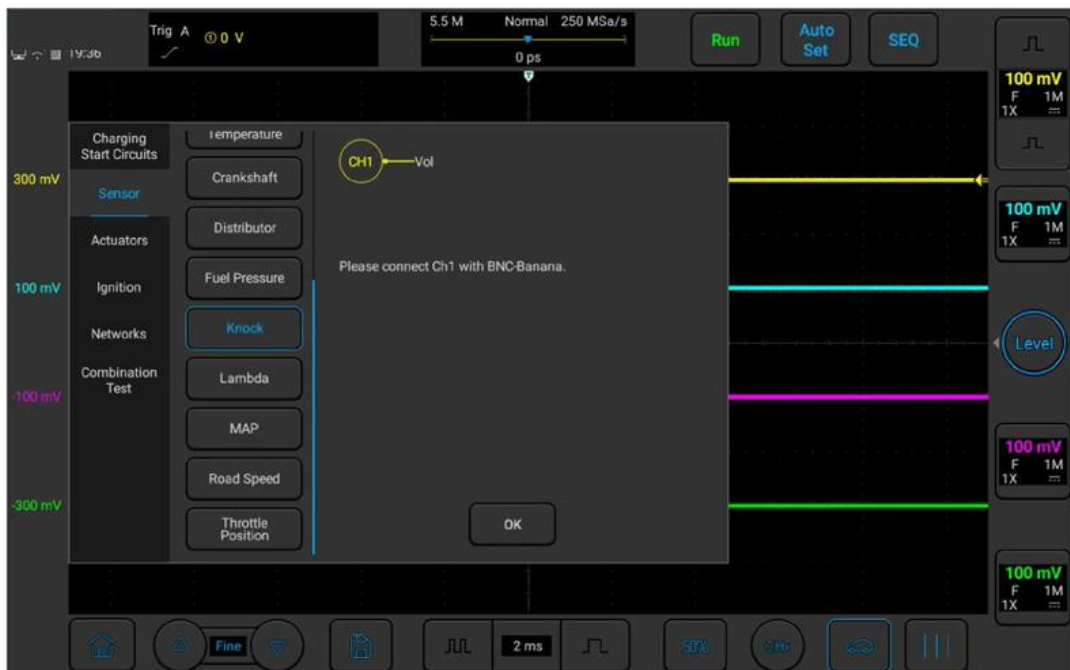


Рисунок 3-20. Схема теста датчика детонации

### 3.19 Лямбда

Лямбда-датчик (датчик кислорода) обычно устанавливается на выхлопной

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

трубе перед каталитическим нейтрализатором. Это датчик обратной связи, используемый для определения содержания кислорода в выхлопных газах, чтобы блок управления двигателем мог оценить состояние сгорания в камере сгорания и отрегулировать подачу топлива в двигатель.

Существует несколько типов кислородных датчиков: титановый кислородный, циркониевый кислородный, а также передний и задний двойные кислородные датчики; частота переключения сигнала составляет около 1 Гц, и он может работать только при нормальной температуре. Напряжение высокое, когда смесь густая, и низкое, когда смесь жидкая. Используйте кабель BNC - «банан», один конец которого подключите к каналу 1 осциллографа, другой конец заземлите с помощью черного штекера, а красный разъем подключите к сигнальной линии (предкислородной) датчика кислорода с помощью иглы. Используйте кабель BNC - «банан», подключите один конец к каналу 2 осциллографа, заземлите черный штекер на другом конце и с помощью иглы подключите красный разъем к сигнальной линии датчика кислорода (заднего кислорода, если заднего датчика кислорода нет, проверка не требуется). Если вы хотите измерить ток, подключите конец BNC токовых клещей к каналу 3 осциллографа и зажмите клещи на нагревательном проводе.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки датчика кислорода, данная операция показана на рисунке 3-21:



Рисунок 3-21. Испытание лямбда-зонда (датчика кислорода)

На следующем рисунке представлена фактическая схема измерений датчиком кислорода определенной модели:

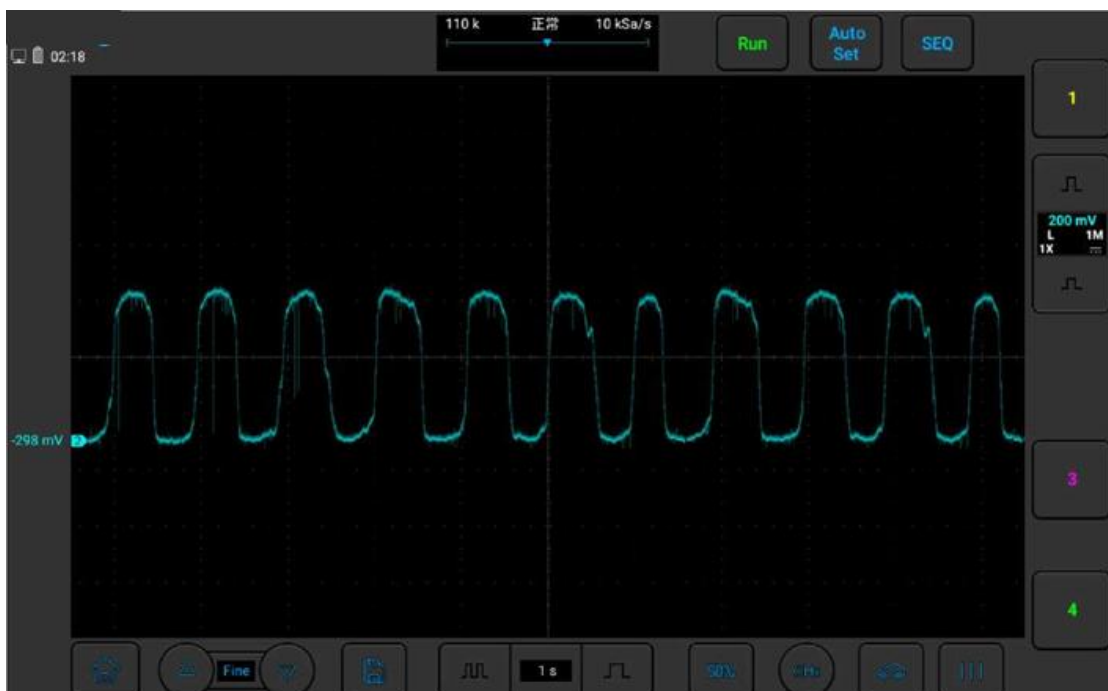


Рисунок 3-22. Диаграмма лямбда-датчика (датчика кислорода)

### **3.20 MAP**

Датчик давления (MAP) измеряет давление во впускном коллекторе и передает данные в блок управления двигателем (ECM) для определения подачи топлива, разрежения (или малой нагрузки) и угла опережения зажигания. Существует два вида аналоговых и цифровых кабелей, обычно имеется 3 провода: питание, сигнал, заземление или соединение с другими устройствами.

Для аналогового сигнала бензинового двигателя, когда дроссельная заслонка закрыта или двигатель выключен, выходное напряжение равно 0, а на холостом ходу выходное напряжение обычно составляет около 1 В (оно может быть немного выше или ниже). После быстрого нажатия на педаль газа дроссельная заслонка открывается, и напряжение быстро возрастает. Достигает напряжение выше 4,5 В.

Для аналогового сигнала дизельного двигателя напряжение составляет 1,5–2,0 В на холостом ходу. После нажатия на педаль газа можно заметить рост напряжения, которое может достигать 4,0 В.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки датчика давления на впуске, данная операция показана на рисунке 3-23 ниже:



Рисунок 3-23. MAP (датчик давления на впуске)

### 3.21 Скорость на дороге

Датчик скорости обычно устанавливается на выходном валу привода спидометра коробки передач или рядом с задней частью головки спидометра, чтобы предоставить информацию для блока управления двигателем и контроля мощности. Обычно это датчик Холла, имеющий 3 провода: питание, сигнал и заземление, выходной сигнал прямоугольной формы (некоторые модели будут аналоговыми, 2 провода, выходной индуктивный сигнал, синусоида). Используйте кабель BNC - «банан», подключите один конец к каналу 1 осциллографа, другой конец черного штекера заземлите, а красный разъем подключите к сигнальной линии датчика скорости автомобиля с помощью иглы. Поднимите автомобиль целиком или поднимите ведущие колеса или подключите сигнал для испытания на дороге, заведите автомобиль, включите передачу, чтобы вращать колеса, и наблюдайте за формой сигнала. Частота прямоугольного сигнала увеличивается с увеличением скорости автомобиля.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки датчика скорости автомобиля, данная операция показана на рисунке 3-23:

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**



Рисунок 3-23. Испытание датчика скорости автомобиля

### 3.22 Положение дроссельной заслонки

Датчик положения дроссельной заслонки установлен на приводном валу дроссельной заслонки, чтобы определять открытие дроссельной заслонки и предоставлять блоку управления двигателем базовые данные для оценки впуска. Имеются аналоговый выход и выход переключателя дроссельной заслонки.

Используйте кабель BNC - «банан», подключите один конец к каналу 1 осциллографа, другой конец черного штекера заземлите, а красный разъем с помощью иглы подключите к сигнальной линии датчика положения дроссельной заслонки или сигналу 1 переключателя дроссельной заслонки.

Используйте BNC к подключаемому кабелю, подключите один конец к каналу 2 осциллографа, другой конец черного штекера заземлите, а красный разъем с помощью иглы подключите к сигнальной линии датчика положения дроссельной заслонки или сигналу 2 переключателя дроссельной заслонки (если это переключатель дроссельной заслонки, вам необходимо подключить этот испытательный провод).

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

Используйте осциллограф AVU1 для проверки датчика скорости автомобиля, данная операция показана на рисунке 3-24:



Рисунок 3-24. Испытание датчика положения дроссельной заслонки

На следующем рисунке представлена фактическая схема измерений датчика положения дроссельной заслонки определенной модели:



Рисунок 3-25. Схема датчика положения дроссельной заслонки

## Глава 4. Исполнительные устройства

### 4.1 Электромагнитный клапан угольного фильтра

Бачок с активированным углем обычно устанавливается в моторном отсеке и соединяется с топливным баком через трубу для сбора испаряющегося масла и газа в топливном баке, чтобы предотвратить выброс масла и газа в воздух и загрязнение окружающей среды. Используйте BNC к подключаемому кабелю, один конец которого подключите к каналу 1 осциллографа, другой конец черного штекера заземлите, а красный разъем подключите к заземляющему проводу электромагнитного клапана канистры с помощью игольчатого наконечника.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки датчика скорости автомобиля, данная операция показана на рисунке 4-1:



Рисунок 4-1. Проверка электромагнитного клапана угольного фильтра

На следующем рисунке показаны фактические размеры электромагнитного клапана бачка с активированным углем модели Audi A6 в определенном году:



Рисунок 4-2. Сигнал электромагнитного клапана бачка с активированным углем Audi A6

## 4.2 Свечи накаливания для дизельных двигателей

Если двигатель или погода относительно холодные, это влияет на сгорание дизельного топлива, поэтому свеча накаливания должна нагревать цилиндр перед запуском. Свечи накаливания дизельного двигателя обычно распределяются по одной на каждый цилиндр, они соединены последовательно, питаются от аккумулятора и управляются реле для открытия и закрытия.

Если температура окружающей среды низкая или температура двигателя относительно низкая, при запуске автомобиля сначала включается свеча накаливания, а после выключения индикатора предварительного нагрева автомобиль можно запустить, чтобы двигатель работал на холостом ходу.

Используя токовые клещи, подключите один конец к каналу 1 осциллографа, а другой конец зажмите к шнуру питания свечи накаливания. Обратите внимание на направление тока.

Осциллограф AVU1 можно использовать для проверки свечи накаливания

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

дизельного двигателя (существует два типа свечи накаливания: свеча накаливания и одинарная свеча накаливания).

Данная операция показана на рисунке 4-3 ниже:



Рисунок 4-3. Свечи накаливания для дизельных двигателей

### 4.3 Электромагнитный клапан рециркуляции отработавших газов

Электромагнитный клапан рециркуляции отработавших газов — это отдельный электромагнитный клапан рециркуляции. После открытия часть выхлопных газов снова всасывается во впускной коллектор для снижения температуры сгорания, чтобы уменьшить выбросы оксидов азота в выхлопных газах и достичь цели защиты окружающей среды. Используйте кабель BNC - «банан», один конец которого подключен к каналу 1 осциллографа, другой конец заземлен с помощью черного штекера, а красный разъем подключен к заземляющему проводу электромагнитного клапана рециркуляции отработавших газов с помощью иглы.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки электромагнитного клапана  
**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

рециркуляции отработавших газов. Данная операция показана на рисунке 4-4:



Рисунок 4-4. Проверка электромагнитного клапана рециркуляции отработавших газов

## 4.4 Топливный насос

Топливо в топливном баке можно перекачивать и создавать для него избыточное давление через топливный насос, там обычно имеется 6-8 секторов. При одинаковых условиях работы двигателя хороший топливный насос обеспечивает одинаковое и равномерное изменение тока в каждом секторе.

Используя токовые клещи, подключите один конец к каналу 1 осциллографа, а другой конец прижмите к линии питания топливного насоса. Обратите внимание на направление тока. (Также можно использовать соответствующий предохранитель, заменить его удлинителем и зажать на шнуре токовых клещей).

Используйте осциллограф AVU1 для проверки электронного топливного насоса. Данная операция показана на рисунке 4-5 ниже:



Рисунок 4-5. Проверка электронного топливного насоса

## 4.5 Клапан регулировки холостого хода

Клапан регулировки холостого хода регулирует положение дроссельной заслонки или образует воздушный обход вокруг двигателя в зависимости от условий нагрузки двигателя и температуры двигателя, чтобы обеспечить контролируемый поток воздуха в воздухопровод для регулировки холостого хода двигателя. Для бензиновых автомобилей, как правило, при холодном запуске двигателя скорость двигателя быстро увеличивается примерно до 1200 об/мин. Когда двигатель достигает нормальной рабочей температуры, скорость холостого хода постепенно уменьшается и, наконец, стабилизируется на заданном значении.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки клапана регулировки холостого хода. Данная операция показана на рисунке 4-6:



Рисунок 4-6. Проверка клапана регулировки холостого хода

## 4.6 Инжектор (бензиновый двигатель)

Топливный инжектор — это электромеханическое устройство, которое питается от топливной трубы Common Rail и управляется ECM для запуска и остановки времени впрыска топлива. Как правило, это 2-проводное устройство, напряжение питания составляет 12 В, а ECM управляет заземлением. Из-за ограничения стоимости некоторые автомобили оснащены одноточечными топливными инжекторами. Давление одноточечного впрыска топлива низкое, а поток воздуха из впускной трубы может создавать туман топлива для лучшего сгорания.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки топливного инжектора. Данная операция показана на рисунке 4-7:



Рисунок 4-7. Проверка инжектора (бензин)

## 4.7 Инжектор (дизельный двигатель)

Большинство дизельных двигателей используют систему впрыска топлива Common Rail, время впрыска топлива зависит от давления масла. Низкое давление на низкой скорости, время впрыска больше, объем впрыска меньше. Высокое давление на высокой скорости, время впрыска меньше, объем большой. На рынке в основном представлены инжекторы Common Rail компании «Bosch», инжекторы компании «Delphi», инжекторы системы CDi версии 3, пьезоэлектрические инжекторы, система PD Volkswagen Audi, пьезоэлектрический PD Volkswagen Audi и т. д.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки топливного инжектора (дизельный двигатель). Данная операция показана на рисунке 4-8:



Рисунок 4-8. Проверка инжектора (дизельный двигатель)

## 4.8 Регулятор давления

Регулятор давления — это клапан, управляемый максимальной нагрузкой квадратной волны. Он устанавливается на топливном насосе высокого давления или на трубопроводе Common Rail и управляет давлением в системе Common Rail совместно с клапаном управления потоком. Клапан сброса давления просто управляет количеством масла высокого давления, поступающего в систему возврата масла, тем самым увеличивая или уменьшая давление топлива в трубопроводе Common Rail. Используйте кабель BNC-«банан», подключите один конец к каналу 1 осциллографа, другой конец заземлите с помощью черного штекера, а красный разъем вставьте в конец сигнальной линии регулятора давления с помощью игольчатого щупа.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки регулятора давления. Данная операция показана на рисунке 4-9:



Рисунок 4-9. Проверка регулятора давления

## 4.9 Клапан управления количеством (расходом)

Клапан управления расходом, также известный как регулятор расхода и дозирующий клапан на впуске топлива, используется для измерения потока топлива из насоса низкого давления или подъемного насоса в топливный насос высокого давления. Чем больше топлива поступает в поршневую камеру топливного насоса высокого давления, тем выше давление, что увеличивает давление в топливной трубе Common Rail; наоборот, тем ниже давление. Как правило предусмотрено два провода: сигнал (питание) и заземление.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки клапана управления расходом. Данная операция показана на рисунке 4-10:

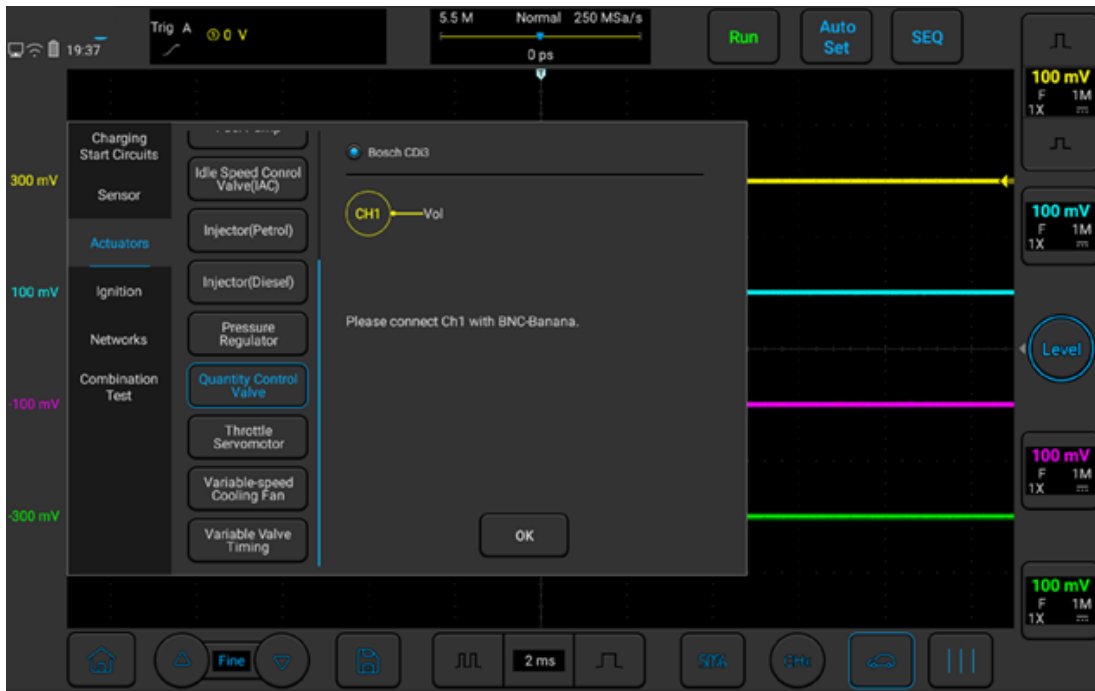


Рисунок 4-10. Проверка клапана управления количеством (расходом)

## 4.10 Серводвигатель дроссельной заслонки

Серводвигатель дроссельной заслонки обычно используется в двигателях с электронным управлением, где, как правило, используются дроссельные заслонки. ECM управляет серводвигателем дроссельной заслонки в соответствии с сигналом педали акселератора для управления открытием дроссельной заслонки, которое затем отслеживается датчиком положения дроссельной заслонки, и сигнал передается обратно в ECM для достижения замкнутого контура управления.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки серводвигателя дроссельной заслонки. Данная операция показана на рисунке 4-11:



Рисунок 4-11. Проверка серводвигателя дроссельной заслонки

## 4.11 Вентилятор охлаждения с переменной скоростью

В настоящее время большинство вентиляторов автомобилей имеют переменную скорость, и скорость вентилятора можно регулировать в зависимости от различных условий работы и температуры.

Используйте кабель BNC-«банан», подключите один конец к каналу 1 осциллографа, заземлите другой конец с помощью черного штекера и используйте иглу, чтобы вставить красный разъем в сигнальный провод клеммы вентилятора. Используя токовые клещи, подключите один конец к каналу 2 осциллографа и прижмите к нему другой конец. Обратите внимание на направление тока в шнуре питания вентилятора. (Если нужно проверить ток, подключите токовые клещи).

Используйте осциллограф AVU1 для проверки вентилятора охлаждения. Данная операция показана на рисунке 4-12:



Рисунок 4-12. Проверка вентилятора охлаждения с переменной скоростью

На следующем рисунке представлена фактическая схема измерений вентилятора охлаждения определенной модели:

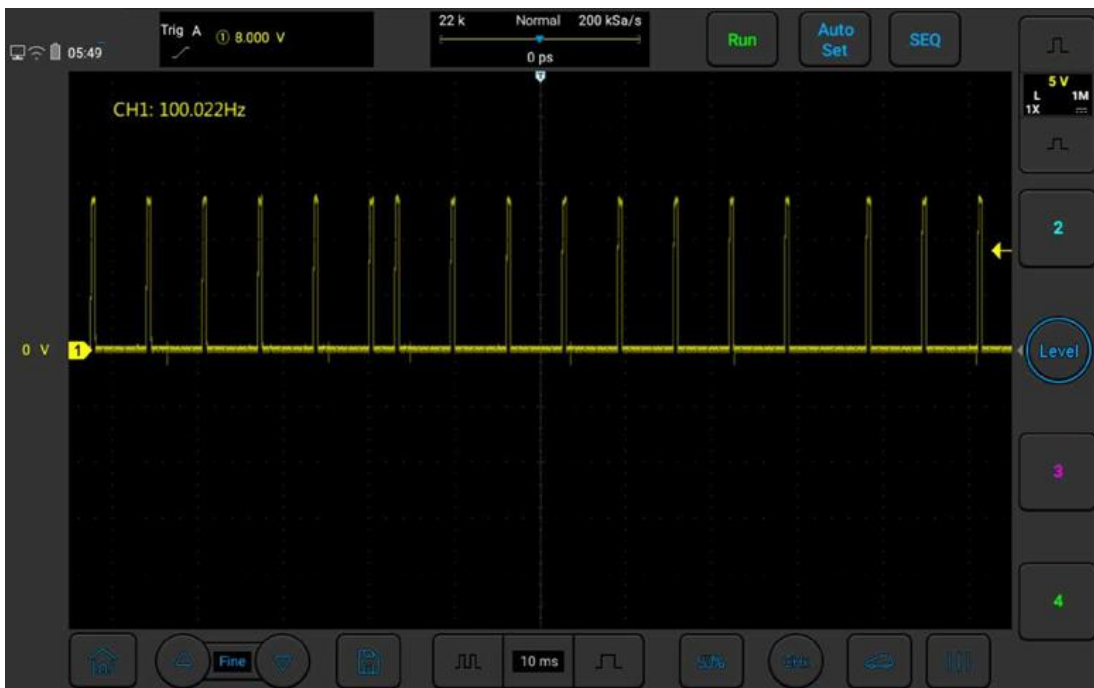


Рисунок 4-13. Схема измерения вентилятора охлаждения

## 4.12 Изменение фаз газораспределения

Изменение фаз газораспределения достигается путем регулировки фазы

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

кулачка двигателя так, чтобы объем всасываемого воздуха изменялся с изменением частоты вращения двигателя, чтобы достичь наилучшей эффективности сгорания и улучшить экономию топлива. Используйте кабель BNC - «банан», подключите один конец к каналу 1 осциллографа, другой конец с черным штекером заземлите, а красный разъем вставьте в сигнальную линию изменения фаз газораспределения с помощью игольчатого наконечника.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки изменения фаз газораспределения (разделенного на одинарное и двойное). Данная операция показана на рисунке 4-14:

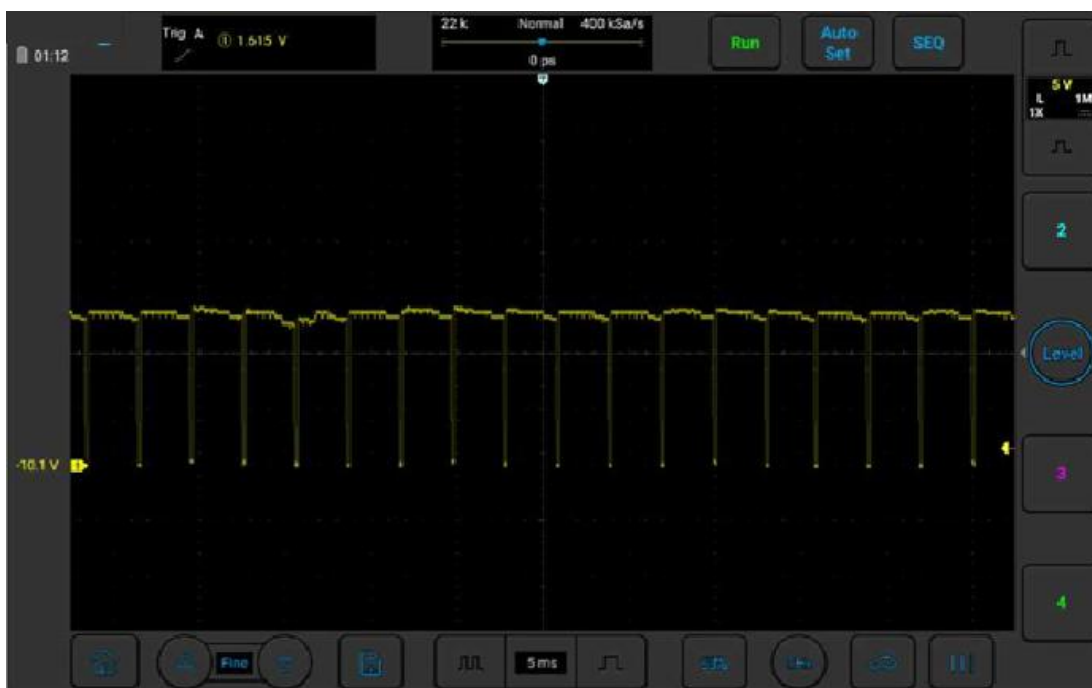


Рисунок 4-14. Проверка изменения фаз газораспределения

На следующем рисунке представлена фактическая схема измерений изменения фаз газораспределения определенной модели:



Рисунок 4-15. Проверка изменения фаз газораспределения

## Глава 5. Испытания системы зажигания

⚠ Особое внимание! Во время испытания вторичной обмотки системы зажигания, поскольку испытательное напряжение составляет около 40 кВ, для работы необходимо использовать щуп вторичной обмотки системы зажигания. Категорически запрещается использовать обычный щуп, в противном случае существует большая вероятность получения травм и повреждения прибора.

### 5.1 Первичная обмотка

Система зажигания автомобиля с бензиновым двигателем обычно состоит из первичной обмотки, вторичной обмотки и свечи зажигания. Существуют традиционные системы зажигания и электронные системы зажигания. В настоящее время большинство моделей автомобилей уже используют электронные системы зажигания. Первичная цепь сформировалась из базового контактного типа и емкостного типа до системы без распределителя и одной катушки на цилиндр, которая обычно используется сегодня.

Используйте щуп P130A, подключите один конец к каналу 1 осциллографа,

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

а другой конец заземлите с помощью черного зажима. С помощью острого наконечника проткните заземляющий провод первичной обмотки, и подсоедините щуп к металлической игле острого наконечника. Используйте токовые клещи, чтобы подключить другой конец к каналу 2 осциллографа. Зажмите другой конец на шнуре питания первичной обмотки, обратите внимание на направление тока (для проверки тока подключите токовые клещи).

Используйте осциллограф AVU1 для проверки первичной обмотки системы зажигания (напряжение, ток, напряжение + ток, сигнал можно проверить отдельно, чтобы помочь пользователям устранить возможные неисправности). Данная операция показана на рисунке 5-1:

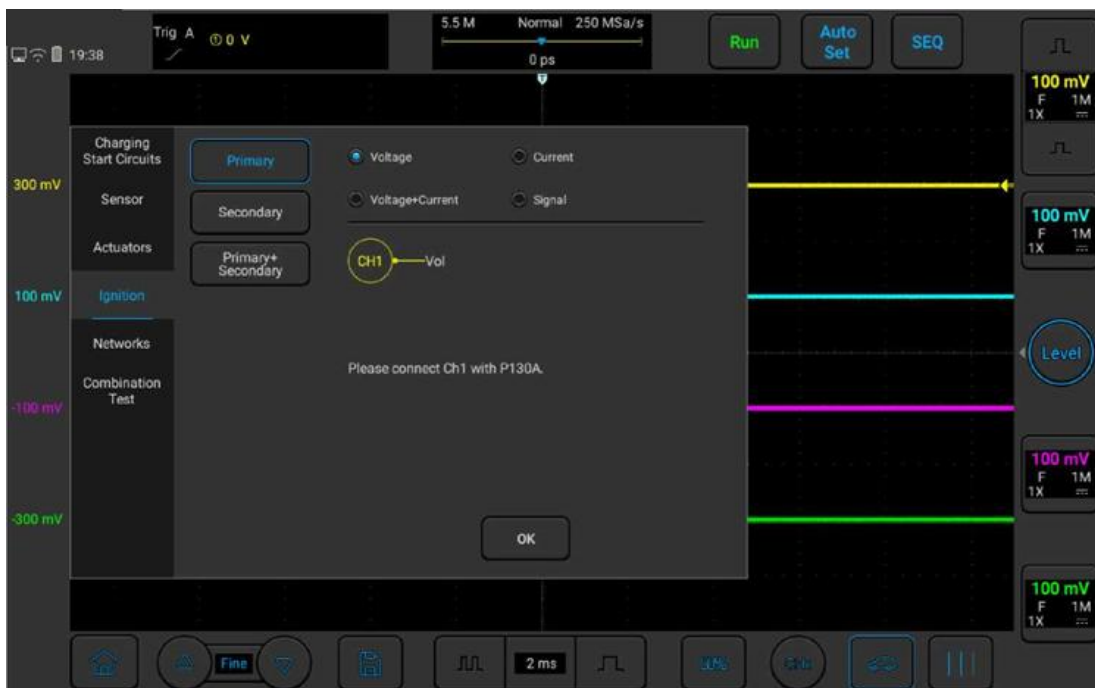


Рисунок 5-1. Первичная обмотка системы зажигания

На рисунке ниже представлены фактические измерения первичной обмотки системы зажигания определенной модели:



Рисунок 5-1. Фактическое испытание первичной обмотки системы зажигания

## 5.2 Вторичная обмотка

Вторичная обмотка имеет больше витков, чем первичная, и может генерировать высокое напряжение до 40 кВ, что может привести к поломке и воспламенению свечи зажигания. Существует несколько типов: система зажигания с распределителем, система зажигания без распределителя/недействительная искра, независимое зажигание COP, зажигание с интегрированным блоком multi-COP.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки вторичной обмотки системы зажигания ( ⚠ необходимо использовать щуп вторичной обмотки системы зажигания) [напряжение (кВ), выходное напряжение обмотки и напряжение (мВ) можно проверить отдельно, чтобы помочь пользователям устранить возможные неисправности]. Данные операции см на рисунке 5-2:



Рисунок 5-2. Испытание вторичной обмотки системы зажигания

### 5.3 Первичная обмотка + вторичная обмотка

При измерении первичных и вторичных форм сигнала одновременно используйте щуп P130A, один конец которого подключите к каналу 1 осциллографа, в другой конец с черным зажимом заземлите, воткните иглу в заземляющий провод первичной обмотки, а щуп подсоедините к металлической игле. Используйте подходящий щуп вторичной обмотки системы зажигания, подключив один конец к каналу 2 осциллографа, и проверьте другой конец в соответствии с различными типами системы зажигания двигателя.

Используйте осциллограф AVU1 для одновременной проверки трех индикаторов вторичной обмотки системы зажигания [Синхронизируйте проверку напряжения первичной и вторичной обмотки, напряжение и ток первичной обмотки, а также напряжение вторичной обмотки (⚠ используйте щуп вторичной обмотки системы зажигания)]. Данная операция показана на рисунке 5-3:



Рисунок 5-3. Испытание первичной + вторичной обмотки системы зажигания

На следующем рисунке показаны фактические измерения первичной и вторичной обмотки системы зажигания двигателя BMW 5 серии N20:

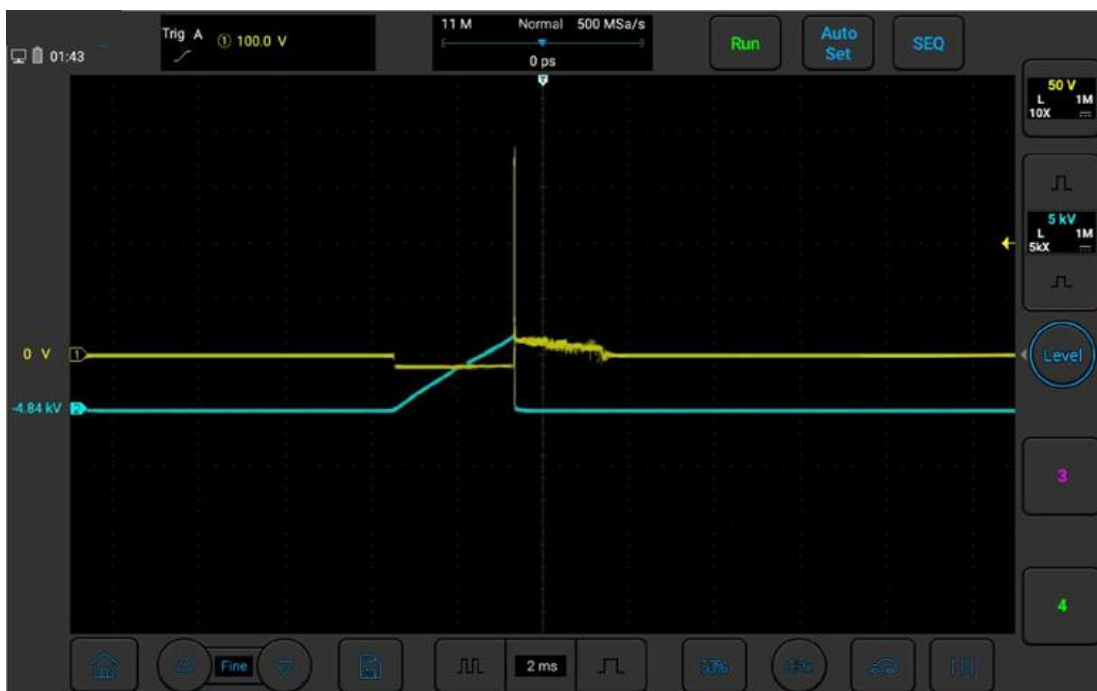


Рисунок 5-4. Первичный + вторичный сигнал зажигания двигателя BMW 5 серии N20

## 5.4 Сети

### 5.4.1 CAN High и CAN Low

CAN-шина — это система связи, которая широко используется в современных транспортных средствах. В автомобиле может быть от 2 до 3 сетей CAN-шин, как высокоскоростных, так и низкоскоростных. Общая высокая скорость передачи составляет 500к, что обычно используется для передачи электроэнергии. Низкая скорость составляет 250к, что обычно используется для передачи показаний счетчика. Каждая сеть CAN-шины может соединять несколько типов нескольких устройств, заменяя традиционный многопроводной кабель, значительно снижая вес и повышая надежность.

CAN-шина имеет 2 провода: CAN high с более высоким сигналом и CAN low с более низким сигналом, эти сигналы находятся в дифференциальной зависимости. CAN-шина может находиться в состоянии ожидания и передачи. В состоянии ожидания оба провода CAN high и CAN low имеют напряжение 2,5 В. При передаче сигналов высокий уровень CAN high составляет 3,5 В, а низкий уровень — 2,5 В; высокий уровень CAN low составляет 2,5 В, низкий уровень — 1,5 В. Используйте кабель BNC - «банан», один конец которого подключен к каналу 1 осциллографа, другой конец с черным штекером заземлен, а красный соединитель прокалывает иглой провод CAN high штекера. Используйте кабель BNC - «банан», один конец которого подключен к каналу 2 осциллографа, другой конец заземлен, а красный соединитель прокалывает иглой провод CAN low штекера.

Конкретную информацию по проводам CAN high и CAN low можно найти в техническом руководстве транспортного средства.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки CAN-шины. Данная операция показана на рисунке 5-5:



Рисунок 5-5. Испытание CAN-шины

На рисунке ниже представлены фактические измерения CAN-шины определенной модели:

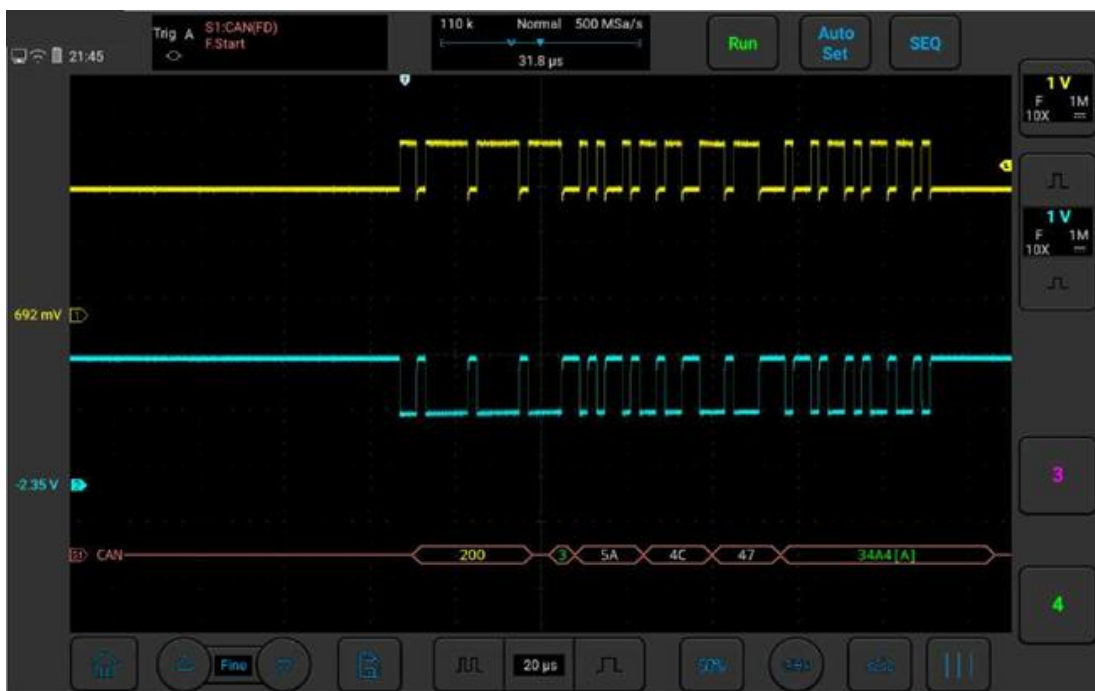


Рисунок 5-6. Измерения CAN-шины

## 5.4.2 LIN-шина

Протокол LIN является сокращением от Local Interconnect Network  
**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

(локальная соединительная сеть).

Коммуникация по Lin-шине очень распространена в автомобилях. Она является низкоскоростной, в сети установлено несколько устройств управления. Она может управлять некритичными для безопасности и низкоскоростными устройствами на транспортных средствах, такими как дворники, окна, зеркала, кондиционеры, электронные сиденья и т. д. LIN-шина является однопроводной, имеет высокий и низкий уровень при передаче данных, высокий уровень составляет 12 В, а низкий уровень — 0 В. LIN-шина обычно имеет заголовок синхронизации, за которым следуют данные. Если есть только сигнал от синхронизированного заголовка, это означает, что устройство не ответило.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки LIN-шины. Данная операция показана на рисунке 5-7:



Рисунок 5-7. Испытание LIN-шины

На следующем рисунке показаны фактические размеры LIN-шины автомобиля Audi A6 определенного года выпуска:



Рисунок 5-8. Измерение LIN-шины автомобиля Audi A6

### 5.4.3 Шина FlexRay

С увеличением объема передаваемой информации в автомобиле была разработана шина Flexray с более высокой скоростью передачи, которая может достигать 10 Мбит/с. Она обладает преимуществами высокой скорости, определяемости и отказоустойчивости. Она может работать с CAN, LIN и другими шинами.

Шина Flexray по-прежнему имеет 2 линии, а форма сигнала имеет дифференциальный характер. В режиме ожидания напряжение двух проводов составляет 2,5 В. При передаче данных оба провода будут иметь напряжение 1 В вверх и вниз, и значения напряжения на двух проводах будут противоположными.

Используйте щуп P130A, один конец которого подключите к каналу 1 осциллографа, а другой конец заземлите с помощью черного зажима. С помощью иглы для прокалывания проткните легко проверяемый положительный штекер шины Flexray, и подсоедините щуп к металлическому кончику прокалывающей иглы. Используйте щуп P130A, один конец которого подключите к каналу 2 осциллографа, а другой конец

заземлите с помощью черного зажима. С помощью иглы проткните легко проверяемый отрицательный штекер шины Flexray и подсоедините щуп к металлическому кончику иглы.

Конкретное место измерения шины Flexray можно найти в техническом руководстве транспортного средства.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки шины FlexRay. Данная операция показана на рисунке 5-9:

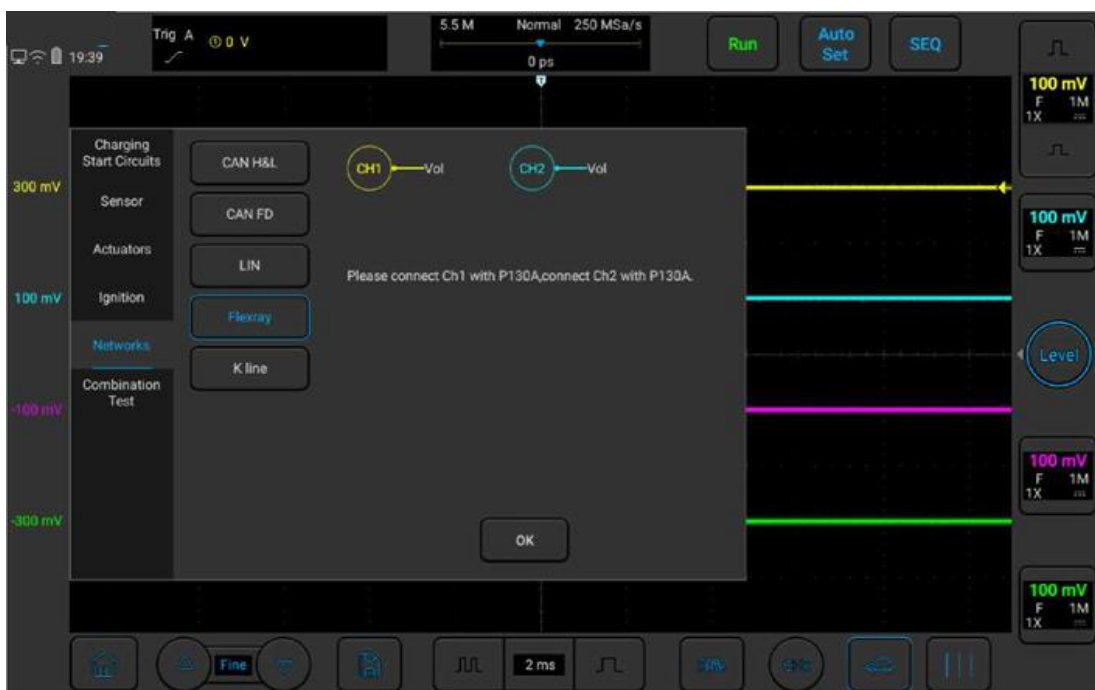


Рисунок 5-9. Проверка шины FlexRay

#### 5.4.4 К-линия

К-линия — это специальная линия для передачи данных между блоком управления автомобиля и диагностическим прибором, скорость передачи низкая. В целом, К-линия сильно отличается от CAN-шины и большинства сетей связи. Например, сеть CAN-шины не имеет центрального или главного ECU: все ECU равны, поскольку они могут отправлять и получать информацию по сети. К-линия имеет только одну линию, и информация передается в двоичном формате, а также передается импульсный сигнал напряжения. Разделяется на 0 и 1, 0 — высокий уровень, напряжение 12 В

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

или выше, 1 — низкий уровень, напряжение 0 В.

Используйте осциллограф AVU1 для проверки К line. Данная операция показана на рисунке 5-10 ниже:

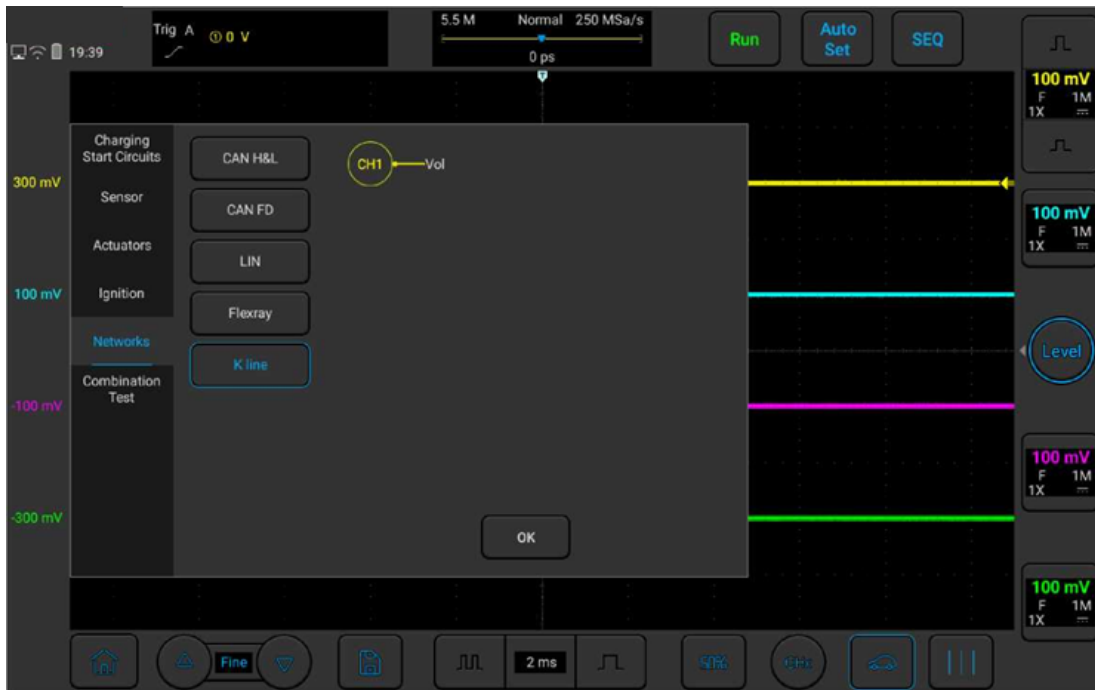


Рисунок 5-10. Проверка К-линии

## 5.5 Комбинированные испытания

Электронные неисправности автомобилей иногда бывают более сложными. Необходимо использовать осциллограф AVU1 для проведения комбинированного испытания, сравнения нескольких собранных сигналов и помощи пользователям в оценке неисправности путем наблюдения и анализа временных и количественных отношений между сигналами. AVU1 — мощный инструмент для решения таких сложных проблем.

### 5.5.1 Коленчатый вал + распределительный вал

Используйте кабель BNC-«банан», один конец которого подключен к каналу 1 осциллографа, другой конец заземлен с помощью черного штекера, а красный соединитель прокалывает сигнальную линию датчика

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

коленчатого вала иглой. Используйте кабель BNC-«банан», один конец которого подключен к каналу 2 осциллографа, а другой конец заземлен с помощью черного штекера, а красный соединитель прокалывает сигнальную линию датчика распределительного вала игольчатым щупом. Используйте осциллограф AVU1 для выполнения комбинированного испытания на коленчатом валу + распределительном валу. Данная операция показана на рисунке 5-11:

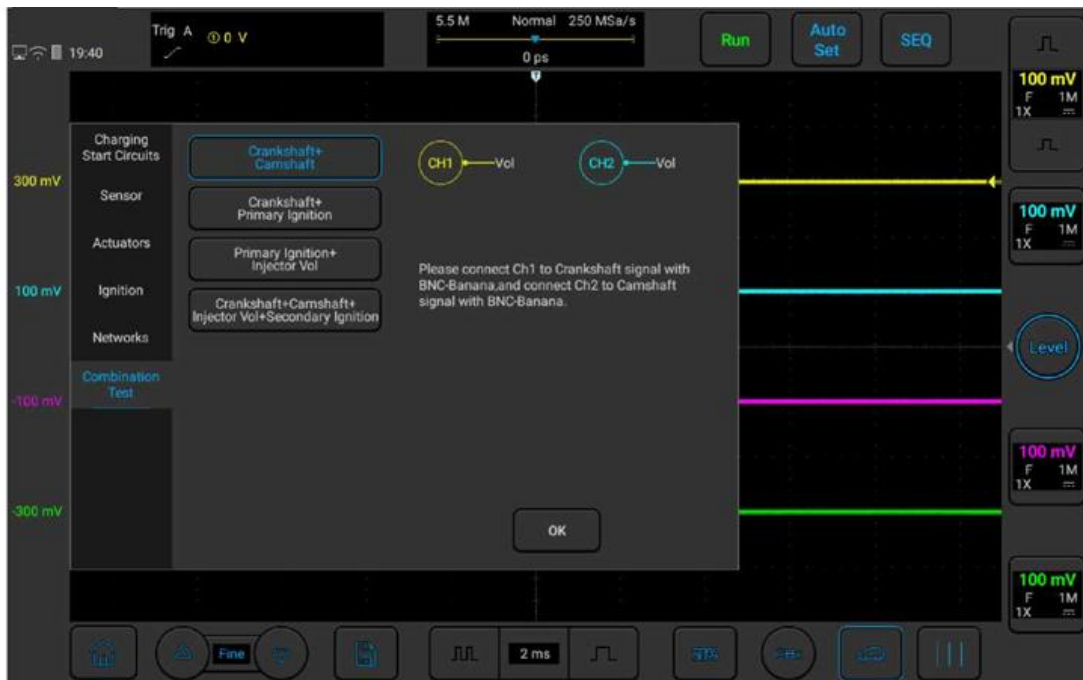


Рисунок 5-11. Комбинированное испытание коленчатого вала и распределительного вала

### 5.5.2 Коленчатый вал + первичная обмотка системы зажигания

Измерьте коленчатый вал и первичную обмотку системы зажигания одновременно. Здесь можно проверить, является ли угол опережения зажигания нормальным, и найти причину перебоя зажигания на высоких оборотах двигателя. Проверьте, является ли сигнал коленчатого вала нормальным или достигнуто ли напряжение первичной обмотки системы зажигания и время закрытия.

Используйте щуп P130A, один конец которого подключен к каналу 1 осциллографа, а другой конец заземлен с помощью черного зажима. С помощью иглы проткните сигнальную линию на конце штекера инжектора,

и подсоедините щуп к металлическому наконечнику иглы.

Используйте щуп P130A, один конец которого подключен к каналу 2 осциллографа, а другой конец заземлен с помощью черного зажима. С помощью иглы проткните заземляющий провод первичной обмотки, и подсоедините щуп к металлическому наконечнику иглы.

Используйте осциллограф AVU1 для выполнения комбинированного испытания на коленчатом валу + первичной обмотке системы зажигания. Данная операция показана на рисунке 5-12:

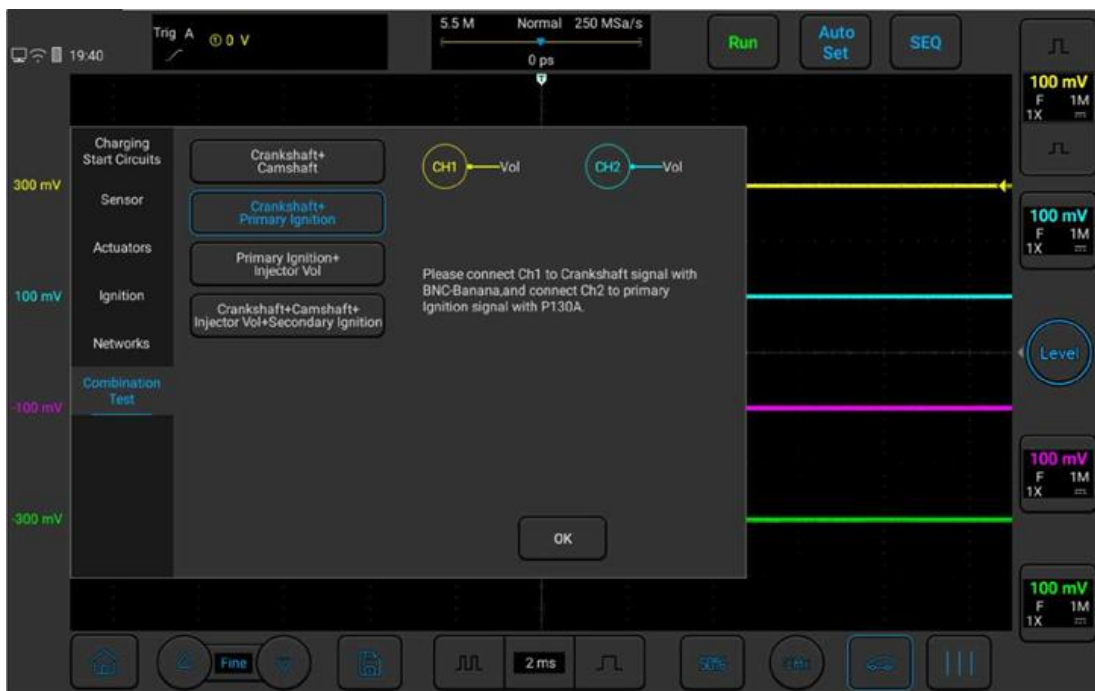


Рисунок 5-12. Комбинированное испытание коленчатого вала и первичной обмотки системы зажигания

### 5.5.3 Первичная обмотка системы зажигания + напряжение инжектора

Если возникли проблемы с запуском или двигатель внезапно перестал работать, может потребоваться одновременная проверка первичной обмотки системы зажигания и топливного инжектора. Если первичная обмотка системы зажигания неисправна, сигнал топливного инжектора не генерируется.

Используйте щуп P130A, один конец которого подключен к каналу 1 осциллографа, а другой конец заземлен с помощью черного зажима. С

помощью иглы проткните сигнальную линию на конце штекера инжектора, и подсоедините щуп к металлическому наконечнику иглы.

Используйте щуп P130A, один конец которого подключите к каналу 2 осциллографа, а другой конец заземлите с помощью черного зажима. С помощью иглы проткните заземляющий провод первичной обмотки, и подсоедините щуп к металлическому наконечнику иглы для прокалывания.

Используйте осциллограф AVU1 для выполнения комбинированного испытания на первичной обмотке системы зажигания + напряжении инжектора. Данная операция показана на рисунке 5-13:

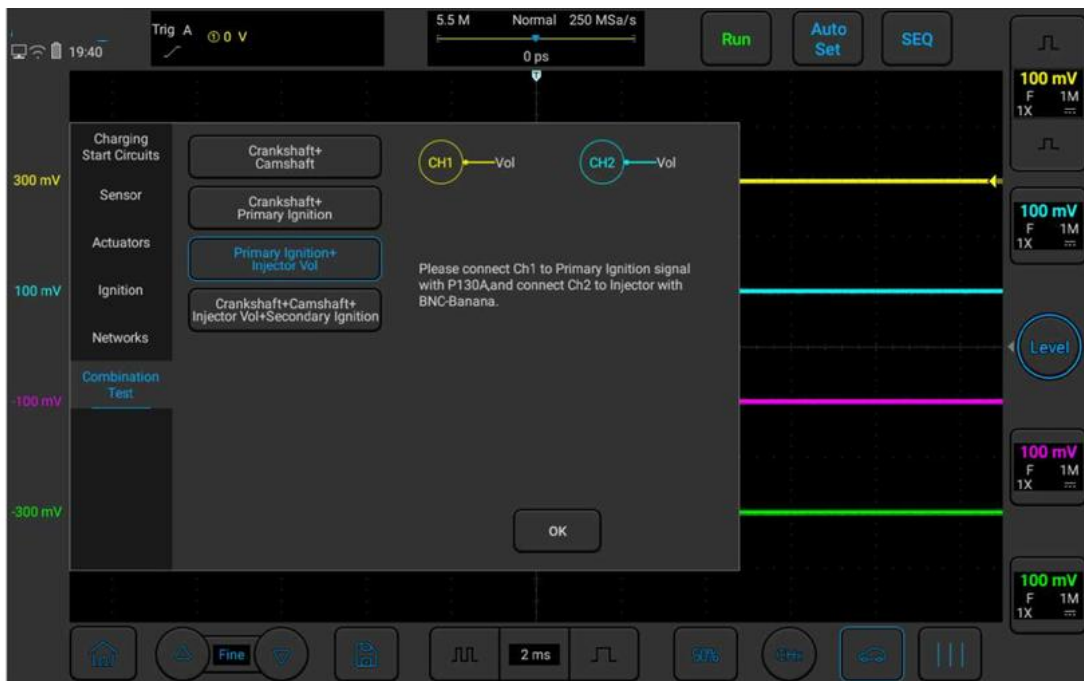


Рисунок 5-13. Первичная обмотка системы зажигания + напряжение инжектора

#### **5.5.4 Коленчатый вал + Распределительный вал + Инжектор + Вторичная обмотка системы зажигания**

Используйте кабель BNC - «банан», один конец которого подключен к каналу 1 осциллографа, другой конец заземлен с помощью черного штекера, а красный соединитель введен в сигнальную линию датчика коленчатого вала с помощью иглы.

Используйте кабель BNC - «банан», один конец которого подключен к каналу 2 осциллографа, другой конец заземлен с помощью черного

штекера, а красный соединитель введен в сигнальную линию датчика распределительного вала с помощью иглы.

Используйте щуп P130A, один конец которого подключен к каналу 3 осциллографа, а другой конец заземлен с помощью черного зажима. С помощью иглы проткните сигнальную линию на конце штекера инжектора, и подсоедините щуп к металлическому наконечнику иглы.

Используйте подходящий щуп для вторичной обмотки системы зажигания, подключите один конец к каналу 4 осциллографа, а другой конец подключите к вторичной системе зажигания транспортного средства.

Поверните ключ, запустите транспортное средство и проверьте форму сигнала.

Осциллограф AVU1 можно использовать для выполнения комбинированного испытания коленчатого вала + распределительного вала + топливного инжектора + вторичной обмотки системы зажигания. Данная операция показана на рисунке 5-14.



Рисунок 5-14. Комбинированное испытание коленчатого вала + распределительного вала + топливного инжектора + вторичной обмотки системы зажигания

## 5.6 Горизонтальная система

В данной главе содержится подробная информация о горизонтальной системе осциллографа. Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы изучить функции настройки и работу горизонтальной системы осциллографа серии AVU1.

- Перемещение сигнала по горизонтали
- Настройка строчной развертки (время/деление)
- Панорамирование и масштабирование отдельных или остановленных захватов
- Прокрутка, XY
- Режим масштабирования



Рисунок 5-15. Горизонтальная система

### 5.6.1 Перемещение сигнала по горизонтали

Коснитесь области отображения формы сигнала и проведите влево и

вправо для грубой настройки положения формы сигнала по горизонтали всех аналоговых каналов. После перемещения формы сигнала нажмите кнопку точной настройки в левом нижнем углу экрана для точной настройки.

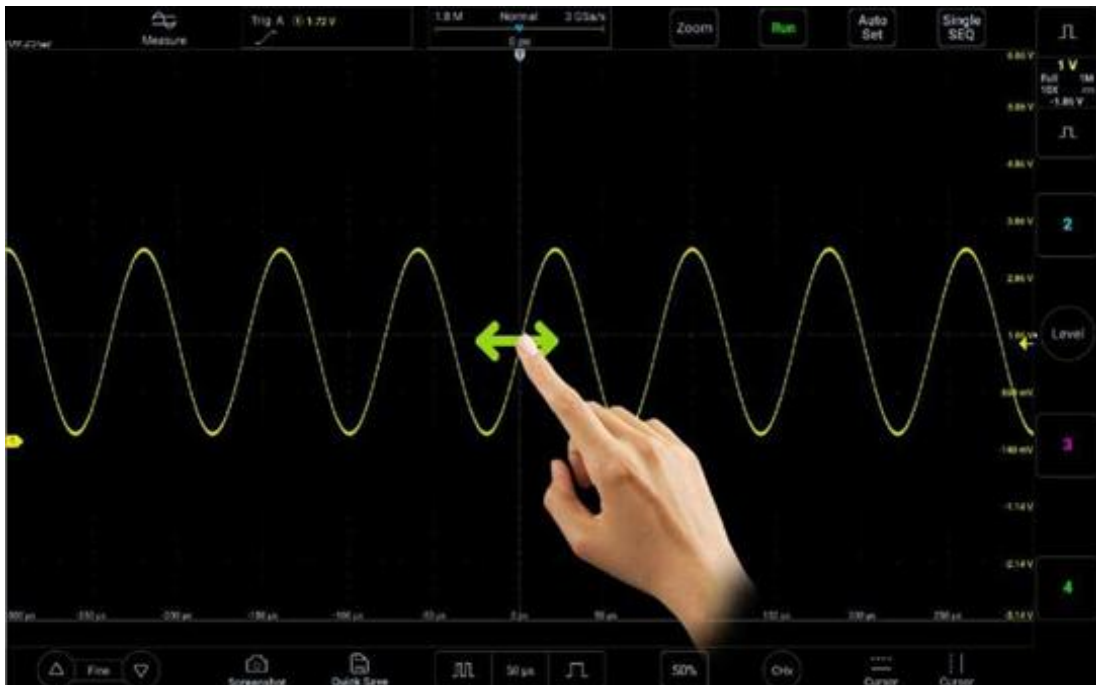






Рисунок 5-16. Перемещение формы сигнала по горизонтали на экране

## 5.6.2 Настройка строчной развертки (время/деление)

### Метод 1: Программные клавиши

Нажмите на кнопки  ,  , чтобы настроить строчную развертку всех аналоговых каналов (текущие каналы). Нажмите на кнопку  , чтобы увеличить строчную развертку; нажмите на кнопку  , чтобы уменьшить строчную развертку (см. рисунок «Настройка строчной развертки»). Строчная развертка выполняется на 1-2-5, в то время как форма сигнала изменяется по мере изменения строчной развертки.

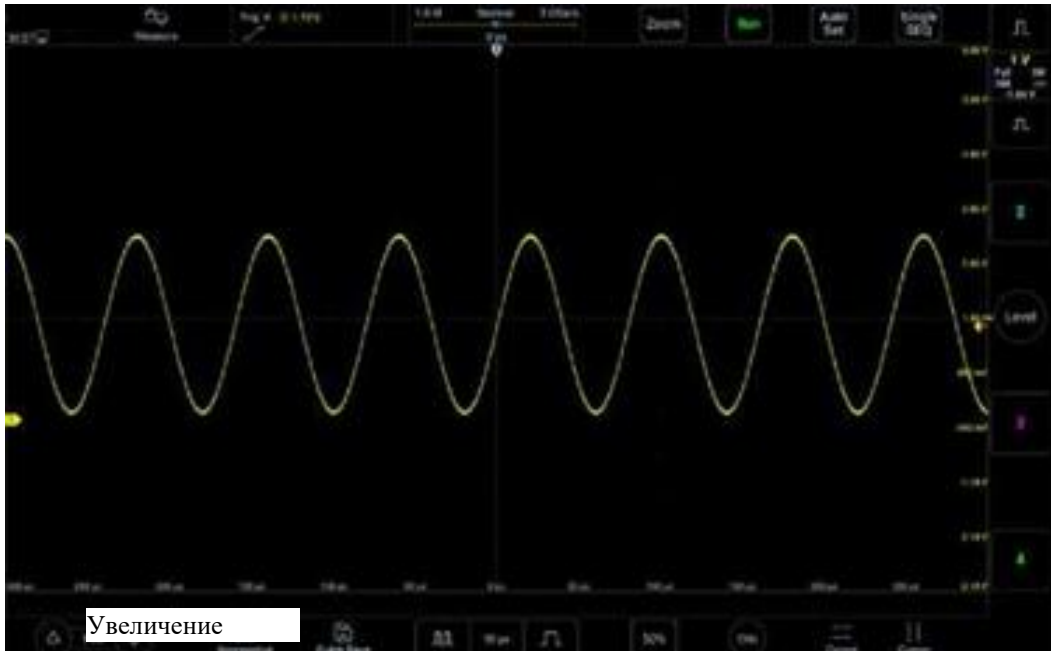


Рисунок 5-17. Настройка строчной развертки

## Метод 2: Ручка выбора временной развертки

Нажмите на **10 ms**, чтобы открыть список строчной развертки (см. рисунок 4-4 «Список строчной развертки»), затем нажмите на список, чтобы выбрать подходящую строчную развертку. Строчная развертка с синим заполненным фоном является текущей выбранной строчной разверткой.

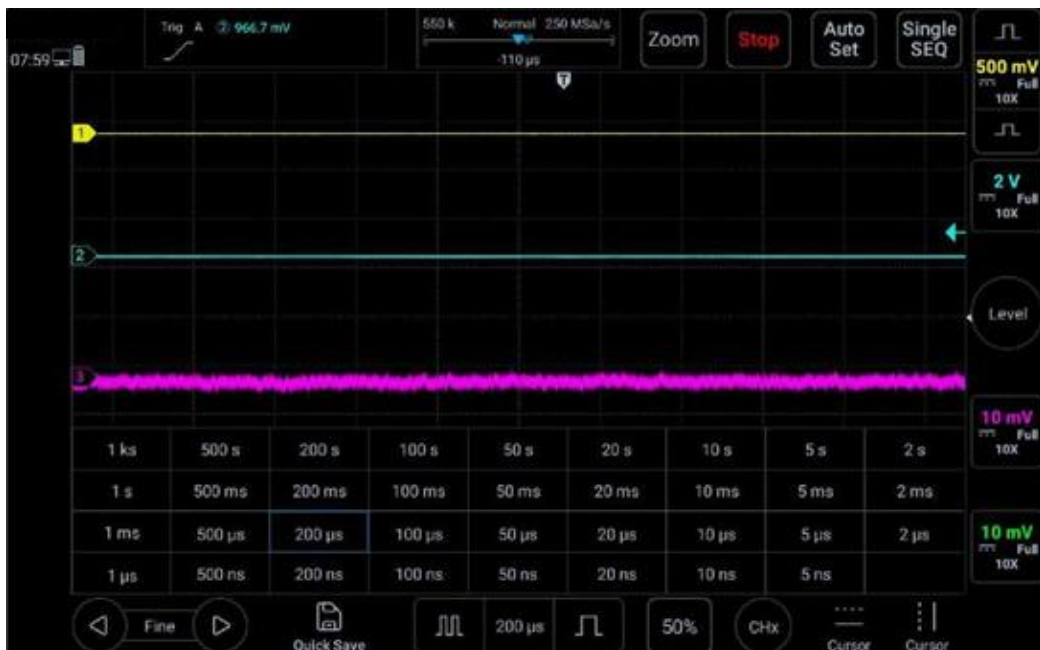


Рисунок 5-18. Ручка строчной развертки

### 5.6.3 Панорамирование и масштабирование отдельных или остановленных захватов

После остановки осциллографа на экране остановленного дисплея может отображаться несколько полученных данных с полезной информацией, но перемещать по горизонтали и масштабировать можно только данные последнего полученного изображения. Данные одиночного изображения или остановленного изображения можно перемещать по горизонтали и масштабировать. Подробную информацию см. в разделах [«Перемещение формы сигнала по горизонтали»](#) и [«Настройка строчной развертки \(время/деление\)»](#).

### 5.6.4 Прокрутка, XY

В главном меню нажмите на сенсорную клавишу **Display**, затем выберите нужный режим строчной развертки. Режим строчной развертки может быть YT, ROLL и XY.



Рисунок 5-19. Режим отображения

### YT — Обычный режим просмотра осциллографа

В режиме YT отображается относительное соотношение между вертикальным напряжением и горизонтальным временем. Ось Y представляет напряжение, ось X представляет время, а форма сигнала отображается после триггера (форма сигнала отображается слева направо).

**Примечание:** если строчная развертка большая (например, 200 мс и более), форма сигнала иногда не отображается в течение длительного

времени. Это связано с тем, что в режиме YТ триггер формы сигнала срабатывает перед отображением. Она тесно связана со строчной разверткой и может быть приблизительно рассчитана как: количество делений с левой стороны позиции триггера \* положение уровня строчной развертки. Для сокращения времени ожидания переместите позицию триггера влево.

**Случай, когда позиция триггера перемещена за пределы экрана формы сигнала, здесь не рассматривается.**

### ROLL — Режим вращения

В режиме ROLL форма сигнала прокручивается справа налево для обновления дисплея (см. рисунок 5-19. Режим ROLL). Диапазон регулировки строчной развертки режима ROLL в рабочем состоянии составляет 200 мс/дел~1 кс/дел.

В режиме ROLL информация, связанная с триггером, недействительна, включая положение, уровень триггера, напряжение триггера и т. д.



Рисунок 5-19. Режим «ROLL»

В режиме «ROLL» нажмите **Run Stop**, чтобы остановить отображение формы сигнала; нажмите **Run Stop** снова, чтобы очистить отображение формы сигнала и перезапустить сбор данных; нажмите **SEQ** чтобы выполнить одиночную последовательность, она остановится автоматически после завершения захвата полноэкранного изображения.

Режим ROLL обычно используется для наблюдения за формами сигналов с частотами ниже 5 Гц.

Режим ROLL активируется по умолчанию. Когда строчная развертка больше 100 мс, она автоматически переходит в режим ROLL. Если необходимо просмотреть сигнал, который должен быть запущен при большой строчной развертке, отключите режим ROLL.

Включение и выключение режима Roll: в главном меню нажмите на программную клавишу **Display**.

В опции «Common» можно включать и выключать режим «Roll» (см. рисунок 5-20). Когда режим прокрутки активирован, и строчная развертка находится в пределах 200 мс~1 кс, осциллограф автоматически переходит в режим прокрутки.



Рисунок 5-20. Включение/выключение режима «Roll»

## XY — Режим «XY»

Вертикальное количество CH1 отображается на горизонтальной оси в режиме «XY», а вертикальное количество CH2 отображается на вертикальной оси (см. рисунок 5.21 «Режим «XY»»).

Режим XY можно использовать для сравнения частотного и фазового соотношения двух сигналов.

Режим «XY» можно использовать для датчиков для отображения напряжения — смещения, расхода — давления, напряжения — частоты или напряжения — тока, например для построения диодной кривой. Также можно использовать курсор для измерения формы сигнала в режиме XY.

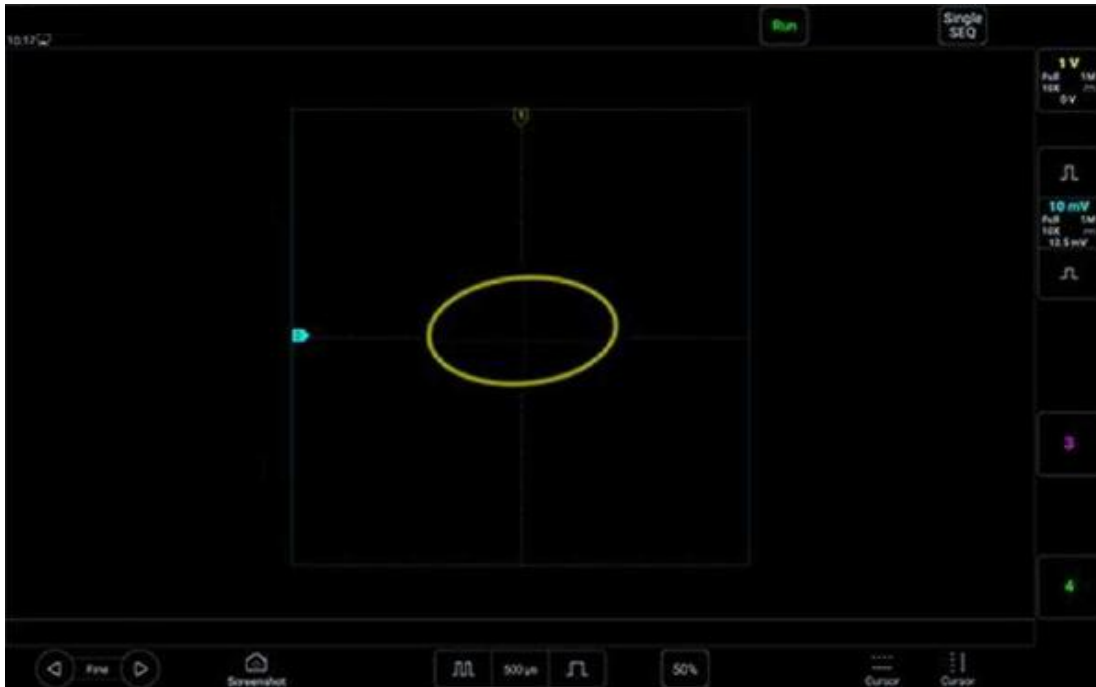


Рисунок 5-21. Режим «XY»

### Пример режима XY

В этом упражнении демонстрируется обычная практика режима отображения XY путем измерения сдвига фаз между двумя сигналами одинаковой частоты с использованием метода Лиссажу.

Подключите синусоидальные сигналы к CH1 и подключите синусоидальные сигналы той же частоты и разных фаз к CH2.

Нажмите на кнопку настройки «Auto», нажмите «Display» в главном меню, затем выберите «XY» в «Time Base».

Перетащите сигналы так, чтобы они были отцентрированы на экране дисплея. Отрегулируйте вертикальную чувствительность CH1 и CH2 и растяните сигналы для просмотра.

Разницу фаз ( $\theta$ ) можно рассчитать с помощью следующей формулы (предполагая, что амплитуды двух каналов одинаковы):

$$\sin \theta = \frac{A}{B} \text{ или } \frac{C}{D}$$

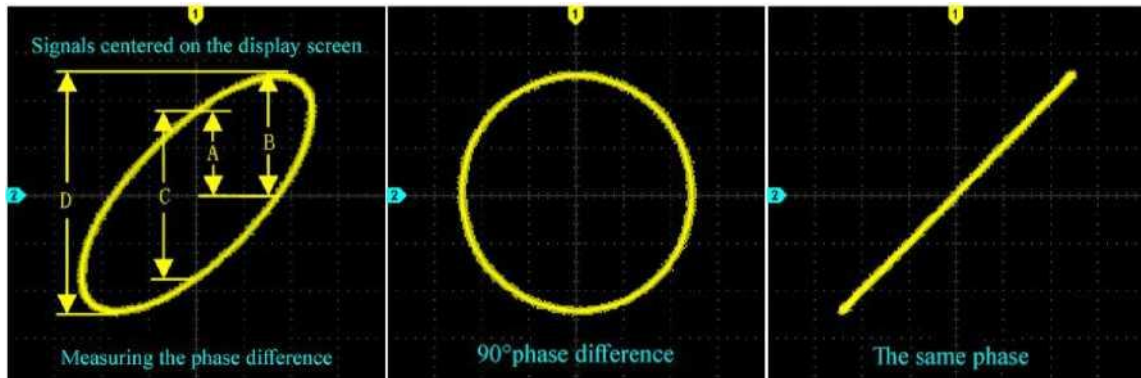


Рисунок 5-22. Сигнал режима строчной развертки «XY», центр экрана дисплея

Нажмите кнопку «Cursor», чтобы активировать горизонтальный курсор. Установите курсор у2 в верхней части сигнала, а курсор у1 в нижней части сигнала. Запишите значение  $\Delta y$  в правом верхнем углу экрана. Переместите курсоры Y1 и Y2 в точку пересечения сигнала и оси Y.

Запишите значение  $\Delta y$  еще раз.

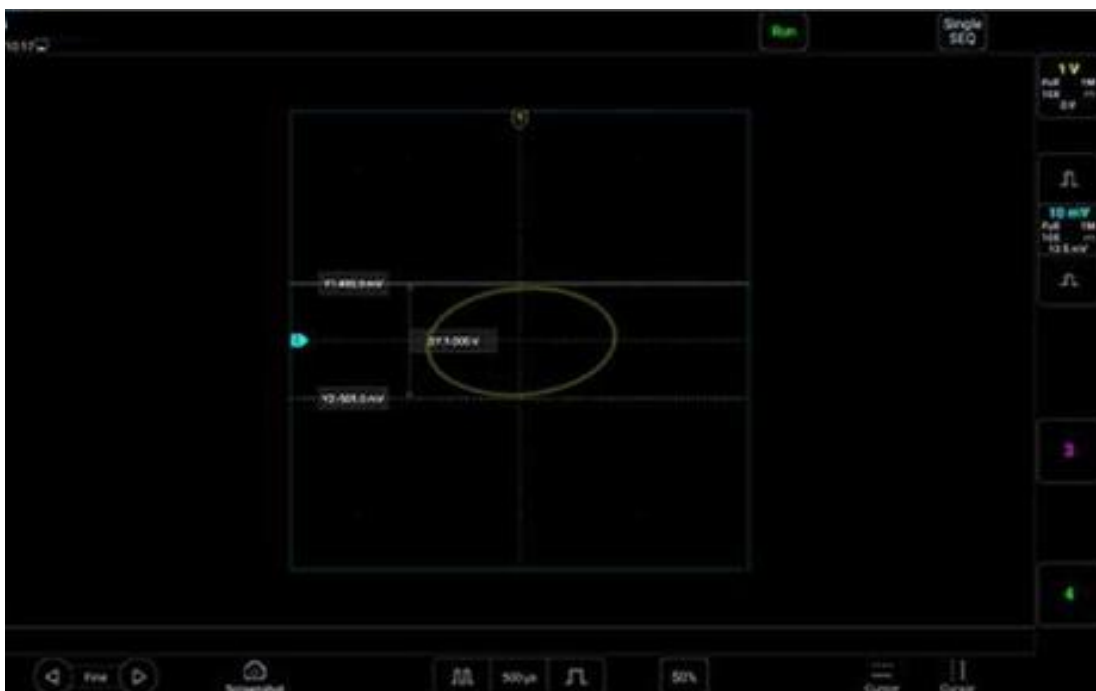


Рисунок 5-23. Измерение разности фаз и использование курсора

Для расчета разности фаз используется следующая формула.

$$\theta = \arcsin \frac{Y2}{Y1};$$

Например, если первое значение  $\Delta u$  равно 9,97 В, то второе значение  $\Delta u$  равно 5,72 В:

$$\theta = \arcsin \frac{5,72}{9,97}$$

### 5.6.5 Режим масштабирования


Zoom (Масштабирование) — это горизонтально расширенная версия обычного дисплея. Откройте функцию масштабирования, дисплей разделится на две части (см. рисунок 5-24 «Интерфейс масштабирования»). Верхняя часть экрана дисплея показывает обычный вид окна дисплея, а нижняя часть — увеличенное окно дисплея.



Рисунок 5-24. Интерфейс масштабирования

Вид окна масштабирования — это увеличенная часть обычного окна отображения. Функцию «Zoom» можно использовать, чтобы просмотреть часть обычного окна, расширенного по горизонтали, чтобы узнать больше об анализе сигналов.

### **Включение и выключение режима масштабирования:**

Откройте выпадающее меню и нажмите на кнопку  , чтобы включить/выключить функцию масштабирования.

Окно масштабирования обрамлено рамкой в обычном окне, а другая часть, не отображаемая в окне масштабирования, покрыта серой тенью. В этом поле отображается часть обычного сканирования, которая была увеличена внизу окна.

Нажмите на кнопку строчной развертки, чтобы настроить строчную развертку окна масштабирования. Размер поля в обычном окне изменится в соответствии со строчной разверткой окна масштабирования.

Перетащите форму сигнала окна масштабирования по горизонтали, чтобы настроить положение формы сигнала. Поле в главном окне перемещается в противоположную сторону от формы сигнала. Или напрямую перетащите поле в обычном окне, чтобы быстро найти форму сигнала для просмотра.

### **Примечание:**

Минимальная строчная развертка отображается в обычном окне, тогда как форма сигнала на экране находится точно в пределах емкости памяти. Если текущая строчная развертка меньше минимальной строчной развертки в обычном окне при текущей емкости памяти, при открытии окна масштабирования строчная развертка в обычном окне автоматически устанавливается на минимальную строчную развертку в обычном окне при текущей емкости памяти.

Курсор, расчетная осциллограмма и эталонная форма сигнала не отображаются в обычном окне, но могут отображаться в окне масштабирования.

Если режим Roll остановлен, режим масштабирования может быть включен. Нажмите на «Run/Stop», чтобы автоматически отключить режим

масштабирования.

## 5.7 Вертикальная система

В данной главе содержится подробная информация о вертикальной системе осциллографа. Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы изучить функции настройки и работу вертикальной системы осциллографа серии AVU1.

- Открытие/закрытие канала, установка текущего канала
- Настроить чувствительности по вертикали
- Настройка вертикального положения
- Открытие меню канала

На рисунке ниже показано «Меню канала CH1», отображаемое после открытия меню канала CH1.

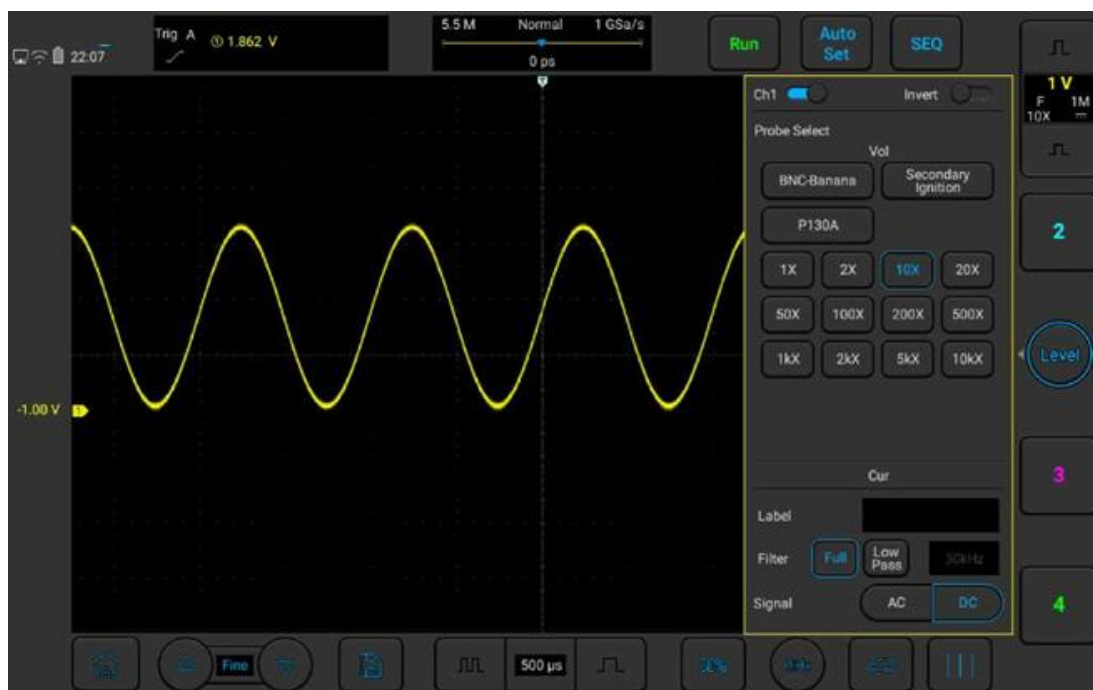



Рисунок 5-25. Интерфейс отображения меню канала

### 5.7.1 Активация/деактивация формы сигнала (канал, математические, эталонные формы сигнала)

Значки каналов **1**, **2**, **3**, **4**, **Math**, **Ref** в правой части области отображения формы сигнала осциллографа (проведите пальцем вверх или вниз, чтобы переключиться на математический канал и эталонный канал) соответствуют шести каналам CH1, CH2, CH3, CH4, математической функции и эталонному каналу. Значки каналов в открытом состоянии будут выглядеть следующим образом: . Проведите пальцем вправо, чтобы закрыть нужный канал.

Текущий канал: Осциллограф может отображать несколько форм сигналов одновременно, но только одна форма сигнала предпочтительно отображается на самом верхнем слое, а канал, который предпочтительно отображается на самом верхнем слое, называется текущим каналом. Индикатор для текущего канала сплошной, а индикатор канала, который не является текущим, пустой, как показано на рисунке 5-26.

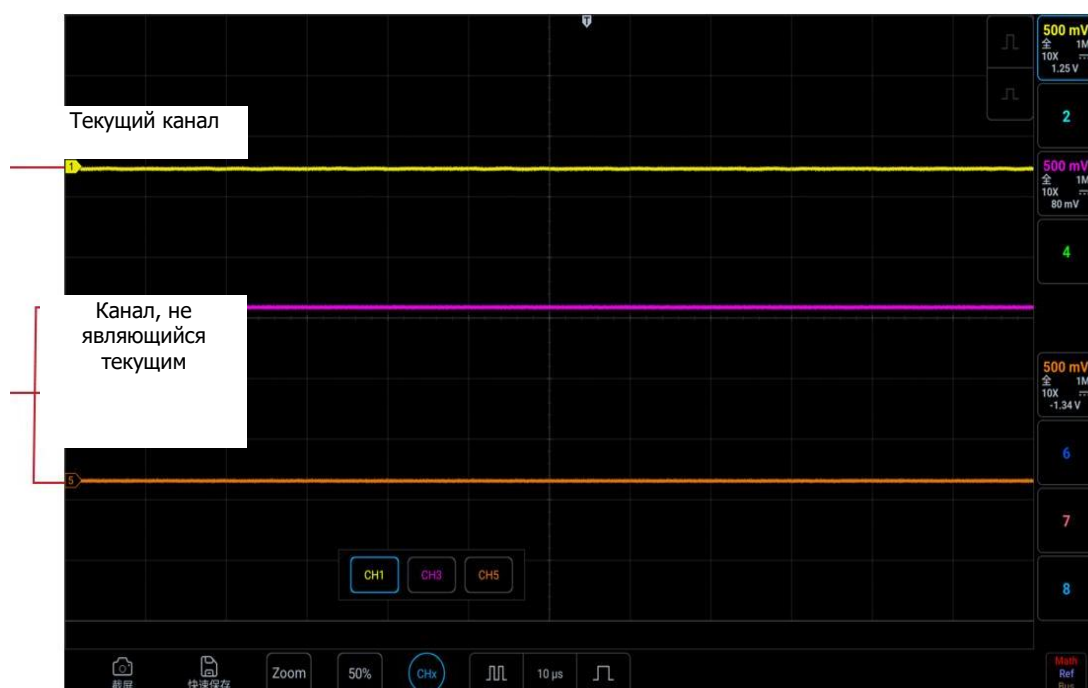


Рисунок 5-26. Текущий канал и канал, не являющийся текущим

Содержимое интерфейса отображения канала осциллографа включает в себя вертикальную шкалу, кнопку чувствительности вертикальной шкалы, режим связи, инвертирование, ограничение полосы пропускания канала, как показано на рисунке 5-27.



Рисунок 5-27. Интерфейс отображения канала

Если канал CH1 включен, но его состояние не является текущим, нажмите на индикатор формы сигнала CH1 или вертикальной чувствительности или канала 3 или на кнопку вертикальной чувствительности или выбора текущего канала, чтобы установить канал CH1 в качестве текущего канала, как показано на рисунке 5-28.



Рисунок 5-28. Открытие, закрытие и переключение каналов




2. Нажмите, чтобы выбрать текущий канал
1. Нажмите кнопку установки текущего канала

Рисунок 5-29. Использование кнопки выбора текущего канала

Нажмите на значок текущего канала в нижней части экрана, чтобы открыть меню переключения на текущий канал, и нажмите на кнопку, чтобы оно загорелось, как показано на рисунке 5-29. Нажмите кнопку в меню, чтобы переключить текущий канал. Когда эта функция активирована:


- текущий канал можно переключить в меню переключения каналов;
- текущее меню каналов можно переместить в любое место экрана;
- в меню переключения каналов отображается только открытый канал;
- при открытии математической или эталонной формы сигнала автоматически открывается меню переключения текущего канала.

### 5.7.2 Настройка чувствительности по вертикали

Нажмите на кнопку вертикальной чувствительности  или кнопку



справа от значка канала, чтобы настроить вертикальное отображение формы сигнала, соответствующей каналу, чтобы форма сигнала отображалась на экране в требуемом размере.

Шкала вертикальной чувствительности (В/дел.) после каждой настройки отображается на значке канала. Например,  означает, что текущая вертикальная чувствительность CH1 составляет 1,0 В/дел.

Коэффициент вертикальной чувствительности регулирует вертикальную чувствительность аналогового канала с шагом 1-2-5 (коэффициент затухания пробника равен 1X), а диапазон вертикальной чувствительности пробника 1:1 составляет 1 мВ/дел-10 В/дел (опционально минимум 500 мкВ/дел).

### **5.7.3 Настройка вертикального положения**

**Метод настройки вертикального положения:**

Грубая настройка: В области отображения формы сигнала удерживайте форму сигнала и проведите пальцем вверх и вниз для изменения вертикального положения формы сигнала.

Точная настройка: Нажмите кнопку точной настройки в левом нижнем углу экрана, чтобы точно настроить вертикальное положение формы сигнала для текущего канала.

### **5.8 Открытие меню канала**

Проведите пальцем вправо по значку канала, чтобы открыть меню нужного канала.

Меню канала изображено на рисунке 5-30. В вертикальном меню можно настроить инверсию формы сигнала канала, ограничение полосы пропускания канала, тип пробника, коэффициент затухания пробника, режим сопряжения каналов, эталон вертикального расширения, метку канала и включение/выключение канала.



Рисунок 5-30. Меню каналов

### 5.8.1 Установка связи между каналами

Нажмите значок под «Coupling Mode» и выберите режимы связи между каналами «DC», «AC» и «GND» во всплывающем окне.

**DC:** Связь по постоянному току. Могут проходить как компоненты постоянного тока, так и компоненты переменного тока измеряемого сигнала, а также данный режим может использоваться для просмотра форм сигналов вплоть до 0 Гц без большого смещения постоянного тока.

**AC:** Связь по переменному току. Измеряемый сигнал постоянного тока блокируется, и может проходить только компонент переменного тока, а также данный режим может использоваться для просмотра форм сигналов с большими смещениями постоянного тока.

Осциллограф подключен к прямоугольному сигналу с частотой 1 кГц, амплитудой 2 В и смещением 1 В. Формы сигналов связей между каналами постоянного тока, переменного тока и заземления показаны на рисунках 5-7, 5-8.

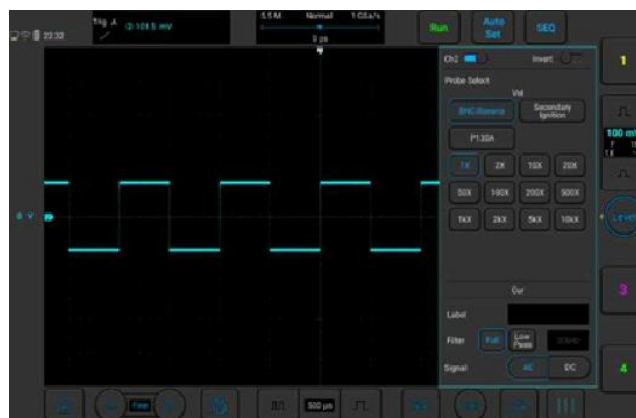
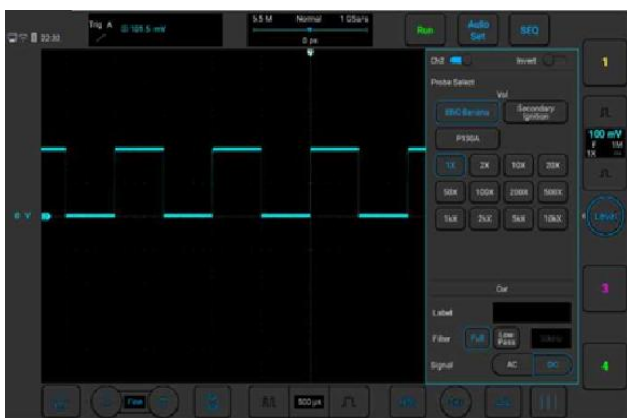


Рисунок 5-31. Связь по постоянному току      Рисунок 5-32. Связь по переменному току

**Примечание:** Эта настройка действительна только для текущего канала. Для того чтобы переключиться с текущего канала, просто коснитесь значка канала, значка индикатора канала или горизонтального положения, на которое указывает значок индикатора канала для прямого переключения. Выходить из меню нет необходимости.

## 5.8.2 Установка предела полосы пропускания

Откройте меню каналов, найдите поле выбора «Bandwidth» в меню каналов, установите нужное ограничение полосы пропускания, фильтрацию верхних и нижних частот.

**Полная полоса пропускания:** позволяет пропускать сигналы всех частот.

**Фильтр низких частот:** разрешается пропускать только те сигналы, которые ниже текущего установленного верхнего предела частоты (с настройками, такими же, как у фильтра верхних частот).

Низкочастотную фильтрацию можно установить в диапазоне частот от 30 кГц до 100 МГц.

Разницу в ограничении пропускной способности можно отобразить с помощью формы сигнала. Полная пропускная способность показана на рисунке 5-33, низкочастотная — на рисунке 5-34.

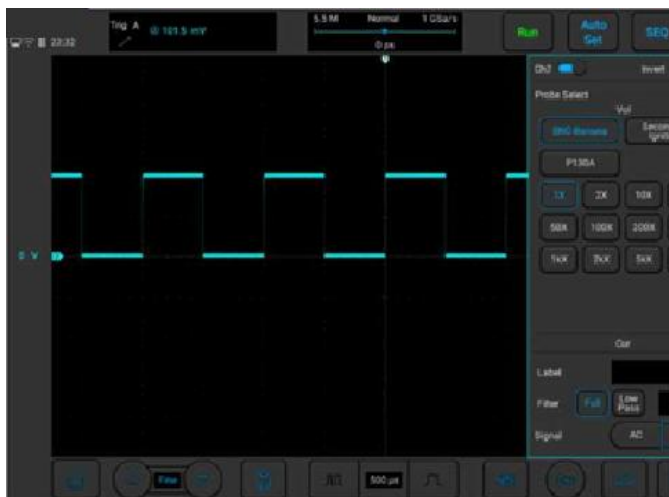


Рисунок 5-33. Полная полоса пропускания



Рисунок 5-34. Фильтр низких частот

### 5.8.3 Инверсия с учетом формы сигнала

При выборе «Invert» значение напряжения отображаемой формы сигнала инвертируется. Инверсия влияет на способ отображения канала. При использовании базового триггера необходимо настроить уровень триггера, чтобы сохранить стабильность формы сигнала.



Рисунок 5-35. Перед инверсией с учетом формы импульса

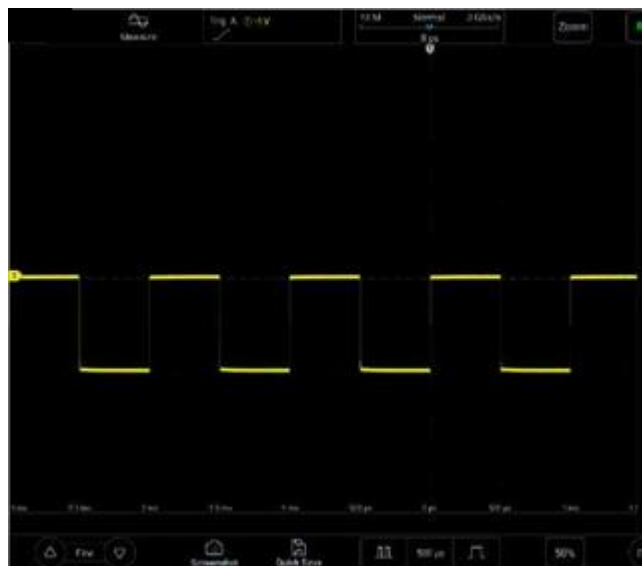



Рисунок 5-36. После инверсии с учетом формы импульса

### 5.8.4 Настройка типа пробника

Пробники подразделяются на токовые и пробники напряжения.

## Последовательность изменения типа пробника:

Откройте меню каналов, найдите поле  «Probe Type» в меню каналов, затем выберите:

- Vol - соответствующий пробник напряжения.
- Cur - соответствующий токовый пробник.

### 5.8.5 Настройка коэффициента затухания пробника

При измерении с помощью пробника правильные результаты измерения могут быть получены только путем настройки правильного коэффициента затухания пробника. Для соответствия коэффициенту затухания фактического пробника необходимо соответствующим образом настроить коэффициент затухания канала в меню канала. При изменении коэффициента затухания пробника соответствующий коэффициент затухания должен быть установлен в меню канала, чтобы обеспечить правильность амплитуды формы сигнала и результата измерения, отображаемого осциллографом. Помимо некоторых распространенных коэффициентов затухания каналов серия AVU1 также поддерживает пользовательские настройки затухания каналов, которые могут быть установлены в диапазоне от 1mX до 999kX.

Коэффициент затухания пробника и коэффициент затухания в меню приведены в следующей таблице:

| Коэффициент затухания пробника |     | Коэффициент затухания пробника |       | Коэффициент затухания пробника |     | Коэффициент затухания пробника |     |
|--------------------------------|-----|--------------------------------|-------|--------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| Коэффициент затухания в меню   |     | Коэффициент затухания в меню   |       | Коэффициент затухания в меню   |     | Коэффициент затухания в меню   |     |
| 0,001:1                        | 1mX | 0,1:1                          | 100mX | 10:1                           | 10X | 1000:1                         | 1kX |

|         |      |       |       |       |      |         |      |
|---------|------|-------|-------|-------|------|---------|------|
| 0,002:1 | 2mx  | 0,2:1 | 200mx | 20:1  | 20x  | 2000:1  | 2kx  |
| 0,005:1 | 5mx  | 0,5:1 | 500mx | 50:1  | 50x  | 5000:1  | 5kx  |
| 0,01:1  | 10mx | 1:1   | 1x    | 100:1 | 100x | 10000:1 | 10kx |
| 0,02:1  | 20mx | 2:1   | 2x    | 200:1 | 200x |         |      |
| 0,05:1  | 50mx | 5:1   | 5x    | 500:1 | 500x |         |      |

Таблица 5-1. Таблица соответствия коэффициентов затухания пробника

### 5.8.6 Метка канала

Метки можно добавлять к каждому аналоговому каналу по мере необходимости, и добавленная метка отображается позади индикатора канала.

Доступные метки каналов: нет, пользовательские, предустановленные (включая ACK, ADDR, CAN\_H, CAN\_L, CLK, CS, DATA, H\_L, IN, L\_H, MISO, MOSI, RX, SCL, SDA, SS, TX, OUT).



Рисунок 5-37. Метка

Примечание: Настройка поддерживает ввод до 16 символов.

### 5.8.7 Входное сопротивление канала

Входное сопротивление осциллографа, соответствующее фактическим испытательным согласующим кабелем или пробником составляет «1 МОм».

1 МОм: считается также высоким сопротивлением, подходит для большинства пассивных пробников и позволяет свести к минимуму нагрузочное воздействие осциллографа на тестируемое устройство.

## Глава 6. Система триггера

В данной главе содержится подробная информация о системе триггера осциллографа. Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы изучить функции настройки и работу системы триггера осциллографа серии AVU1.

- Триггер и настройка триггера
- Триггер по фронту
- Триггер по длительности импульса
- Логический триггер
- Триггер по N-му фронту
- Триггер по наклону
- Триггер по лимиту времени
- Триггер по видеосигналу
- Триггер по условиям последовательной шины
- Триггер по короткому импульсу (ранту)

### 6.1 Триггер и настройка триггера

#### Что такое триггер?

Осциллограф может захватить форму сигнала только в том случае, если он изначально соответствует заданному условию. Это действие захвата формы сигнала в соответствии с условием называется **триггером**. Так называемый захват формы сигнала заключается в том, что осциллограф

захватывает сигнал и отображает его. **Если захвата не происходит, отображение формы сигнала отсутствует.**

### Для чего можно использовать триггер?

- (1) Осциллограф может стабильно отображать периодический сигнал.
- (2) Выделите сегмент, который вы хотите наблюдать, из быстрого и сложного сигнала

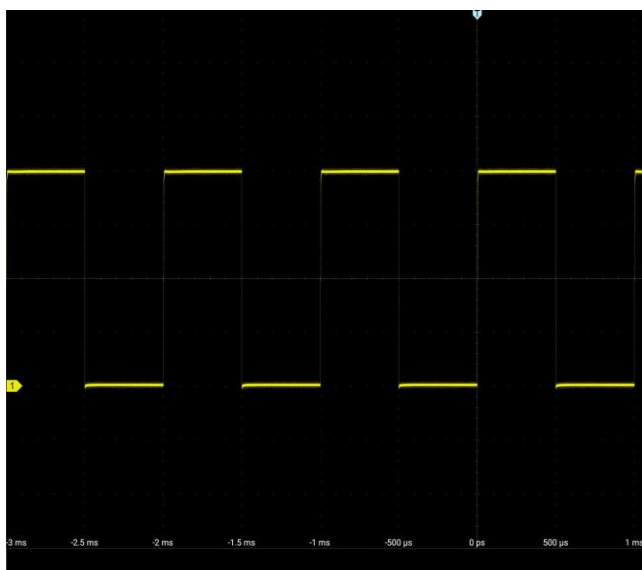


Рисунок 6-1. Стабильно отображаемый периодический сигнал

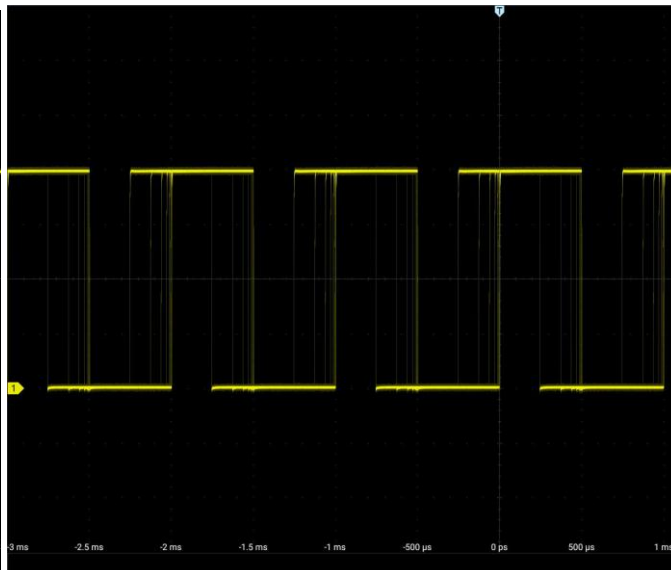


Рисунок 6-2. Нестабильно отображаемый периодический сигнал

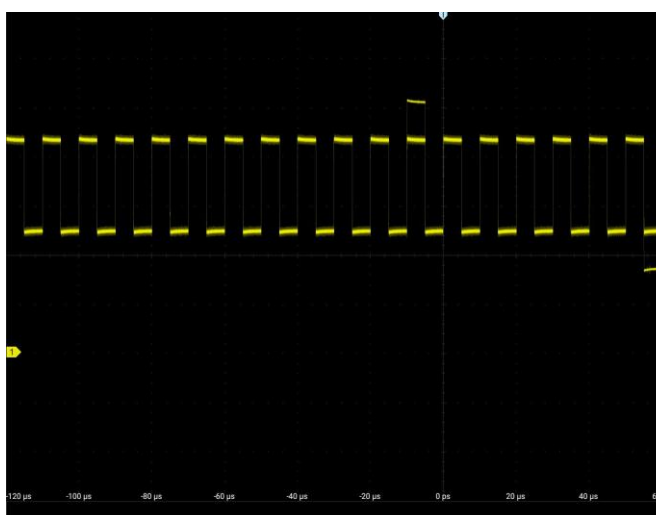


Рисунок 6-3. Аномальный сигнал в периодических сигналах

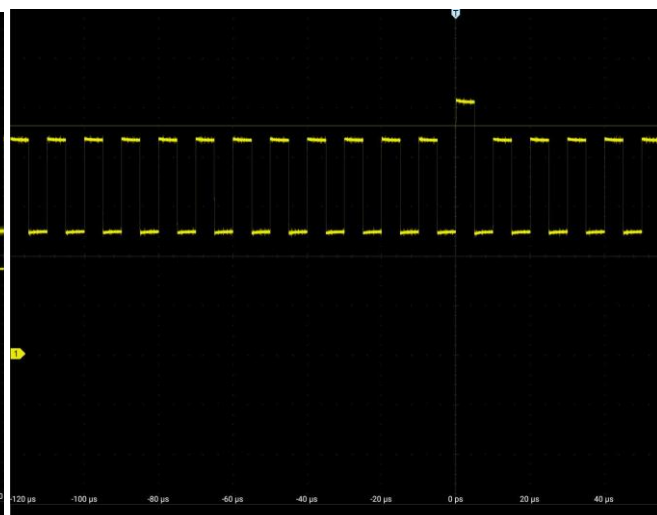


Рисунок 6-4. Аномальный сигнал, зафиксированный при установке уровня триггера

## Что такое принудительный триггер?

Когда осциллограф не удовлетворяет условиям срабатывания, триггер, сгенерированный осциллографом искусственно или автоматически, является принудительным триггером. Принудительный триггер означает, что независимо от выполнения условий осциллограф захватывает только сегмент сигнала и отображает его. Автоматический принудительный триггер задается в меню. В настройках триггера обычно есть опция режима триггера, которую можно установить, как «Normal» или «Auto». Нормальный триггер — это срабатывание в соответствии с заданными условиями. «Auto» (Автоматический триггер) является разновидностью принудительного триггера. Если осциллограф не срабатывает в течение определенного периода времени, он запускается принудительно.



Рисунок 6-5. Настройка режима триггера осциллографа

Если характеристика сигнала не понятна, осциллограф следует установить в режим **«Auto»**, который может гарантировать, что осциллограф также сможет отображать форму сигнала, если другие настройки триггера неверны. Хотя форма сигнала не обязательно стабильна, она может предоставить интуитивное суждение для дальнейшей настройки осциллографа. Сигнал на рисунке 6-5 является результатом принудительного триггера в режиме **«Auto»**.

Во время установки определенного условия триггера для определенного сигнала, особенно когда временной интервал для удовлетворения условия триггера большой, необходимо установить режим триггера на **«Normal»**, чтобы предотвратить автоматический принудительный триггер осциллографа.

На рисунке 6-6 показана концептуальная демонстрация памяти собранных данных. Для того чтобы понять событие триггера, память собранных данных можно разделить на буферы до триггера и после триггера. Положение события триггера в памяти собранных данных определяется настройками точки отсчета времени и положения триггера (горизонтальной задержки).

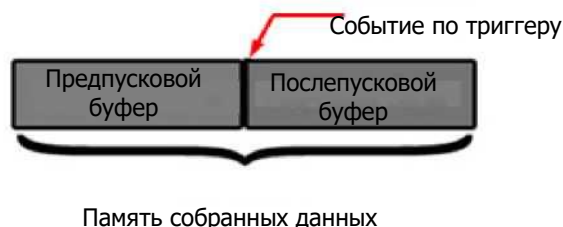


Рисунок 6-6. Концептуальная демонстрация памяти собранных данных

Все события, отображаемые слева от точки триггера, происходят до триггера. Эти события называются сообщениями перед триггером, которые показывают события до точки триггера. Все события справа от точки триггера называются сообщениями после триггера. Количество доступных диапазонов задержки (сообщения до триггера и после триггера) зависит от выбранной строчной развертки и емкости памяти.

### Регулировка положения триггера (горизонтальная задержка)

Проведите пальцем влево и вправо в области отображения формы сигнала, точка триггера  $m$  перемещается по горизонтали, изменяется время задержки по горизонтали, и время задержки отображается в верхней центральной части экрана, то есть отображается расстояние между точкой триггера  $m$  и центральной линией  $\blacktriangledown$  области отображения формы сигнала.

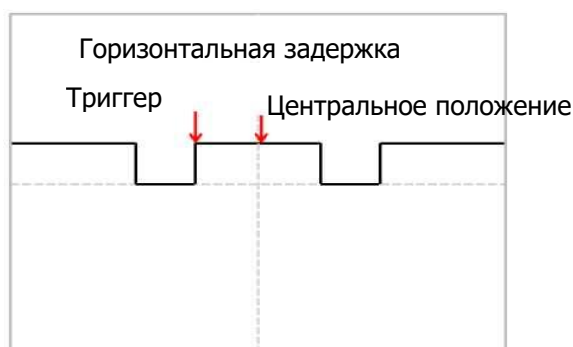


Рисунок 6-7. Горизонтальная задержка

Когда точка триггера  $\nabla$  расположена слева от центральной линии  $\nabla$  области отображения формы сигнала, время задержки отображается как положительное значение; когда точка триггера  $\nabla$  расположена справа от точки отсчета времени  $\nabla$ , время задержки отображается как отрицательное значение; когда точка триггера  $\nabla$  совпадает с центральной линией  $\nabla$  области отображения формы сигнала, время задержки равно нулю.

## Уровень триггера

Уровень триггера – это напряжение сигнала, соответствующее установленной точке триггера. При изменении уровня срабатывания триггера на экране временно появляется горизонтальная линия, указывающая положение уровня (конкретное значение уровня срабатывания отображается в правом верхнем углу экрана), затем горизонтальная линия исчезает, уровень срабатывания обозначается небольшой стрелкой  $\blacktriangleleft$ , и этот значок индикации можно перетаскивать для настройки значения уровня срабатывания триггера. Уровень триггера показан на рисунке 6-8 (стрелка указывает на линию уровня триггера).

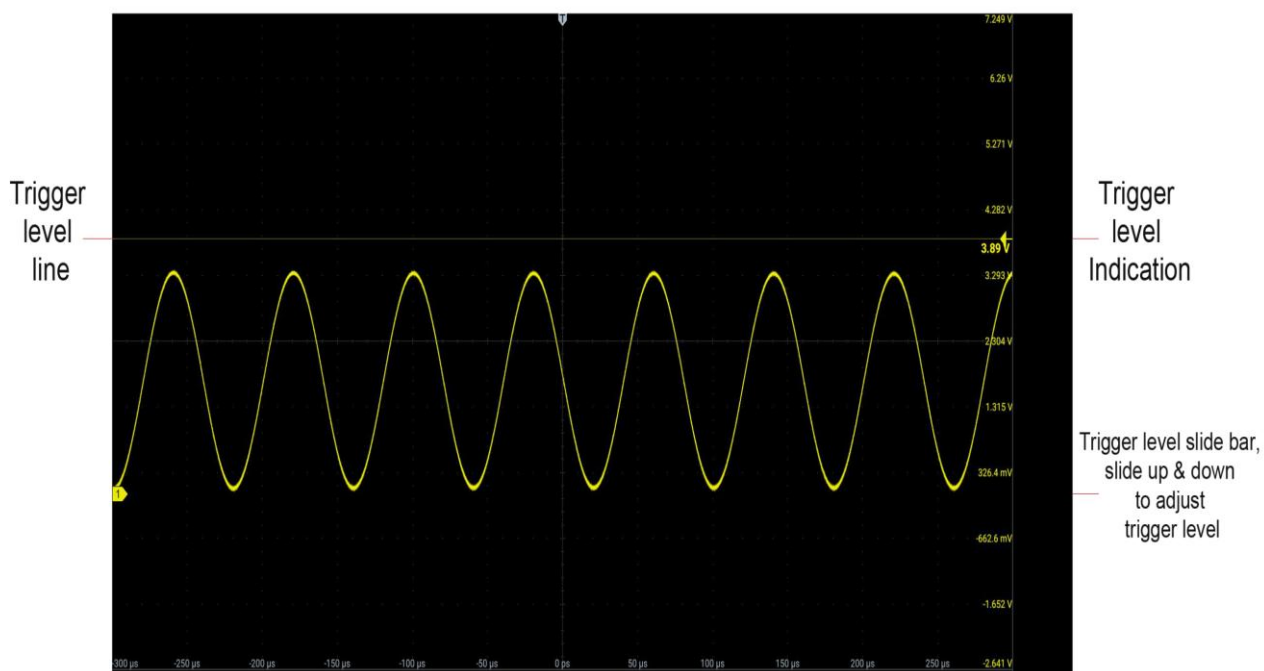


Рисунок 6-8. Уровень триггера

## Настройка уровня триггера

Уровень триггера можно отрегулировать как грубо, так и точно.

Грубая настройка: Проведите пальцем вверх и вниз в области регулировки уровня срабатывания.

Точная настройка: Нажмите кнопку точной настройки в левом нижнем углу экрана для точной настройки уровня срабатывания.

## Ярлыки настройки триггера

Проведите пальцем влево по ползунку уровня триггера, чтобы открыть ярлыки настройки триггера, которые включают источник триггера, режим триггера и т. д.

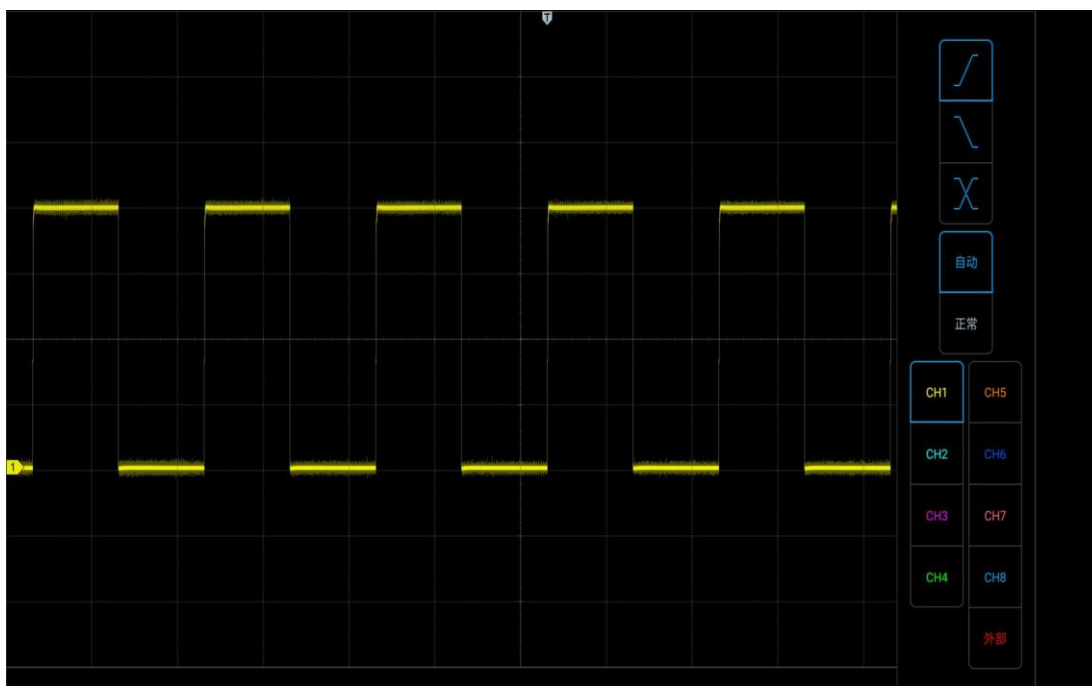


Рисунок 6-9. Ярлыки настройки триггера

## Установка времени удержания триггера

Время удержания триггера может устанавливать время ожидания осциллографа после триггера и до повторного подключения цепи триггера.

Во время удержания осциллограф не выполнит повторное срабатывание до окончания времени удержания, и время удержания может использоваться для сложных форм сигнала стабильного триггера. Время удержания триггера варьируется от 200 нс до 10 с.

Удержание можно использовать для триггера по повторяющимся сигналам с несколькими фронтами (или другими событиями) между повторениями сигнала. Если известно наименьшее время между триггерами, удержание можно также использовать для триггера по первому фронту.

Например, чтобы получить стабильный триггер по повторяющемуся импульсному триггеру, показанному ниже, установите время удержания на значение  $>200$  нс, но  $<600$  нс.

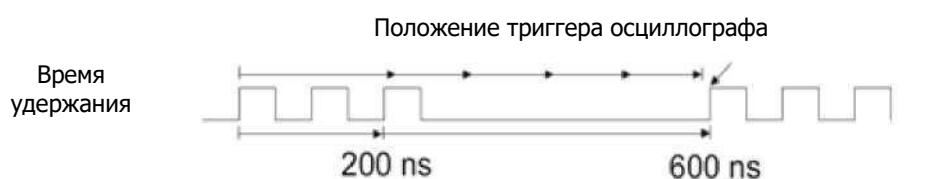


Рисунок 6-10. Время удержания триггера

### Установка времени удержания триггера:

Нажмите на «Trigger» в главном меню, чтобы открыть меню триггера. В разделе «Common» нажмите на поле после «Rejection Time», чтобы открыть интерфейс настройки времени удержания. Время триггера отображается в верхнем левом углу, точная шкала времени настройки отображается в верхнем правом углу, а грубая шкала времени отображается внизу, как показано на рисунке 6-11.

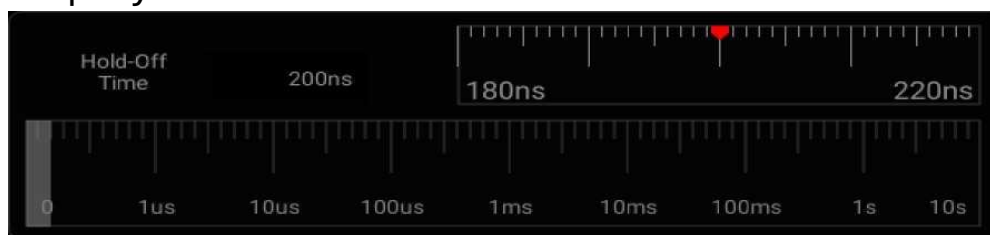



Рисунок 6-11. Интерфейс установки времени удержания триггера

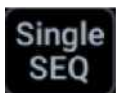
При настройке времени проведите по шкале или коснитесь шкалы грубой настройки для выполнения грубой настройки. Затем проведите по шкале точной настройки, чтобы выполнить точную настройку времени удержания.

## Запрос на операцию удержания триггера


Обычно используется для сложных форм сигнала. Правильная настройка отклонения обычно немного меньше одного повторения формы сигнала. Установка времени удержания на это время может стать единственной точкой триггера для повторяющегося сигнала.

Изменение настройки строчной развертки не повлияет на время удержания триггера.

- Используя функцию масштабирования, можно нажать «Run/Stop»,  чтобы остановить, затем горизонтально переместить и масштабировать данные, чтобы найти положение, в котором повторяется форма сигнала. Используйте курсор, чтобы измерить это время, а затем задайте время удержания.
- Используйте кнопку «SingleSEQ» для однократного сбора данных



Обычно при выполнении однократного сбора данных необходимо инициировать некоторые операции на измеряемом оборудовании, и нежелательно, чтобы осциллограф автоматически срабатывал перед

этим операциями. Индикатор состояния триггера  отображается в верхнем левом углу экрана перед началом операций в цепи (это означает, что предпусковой буфер заполнен).

## 6.2 Триггер по фронту

Когда фронт сигнала триггера достигает определенного уровня триггера,

заданный сигнал запускается и генерируется. Триггер срабатывает по любому из фронтов: нарастающему (указательный значок  в верхней части экрана), спадающему (  ) или двойному фронту (  ). Уровень триггера можно настроить так, чтобы изменить вертикальное положение точки триггера на фронте триггера, а именно точку пересечения линии уровня триггера и фронта сигнала. Стабильную форму сигнала можно обеспечить с помощью правильной настройки режима связи триггера по фронту. Описание меню триггера по фронту представлено в таблице ниже:

| Вариант триггера  | Настройка         | Описание   |
|-------------------|-------------------|--|
| Источник триггера | CH1               | Установка канала CH1 в качестве источника сигнала триггера             |
|                   | CH2               | Установка канала CH2 в качестве источника сигнала триггера             |
|                   | CH3               | Установка канала CH3 в качестве источника сигнала триггера             |
|                   | CH4               | Установка канала CH4 в качестве источника сигнала триггера             |
| Наклон            | Нарастающий фронт | Настройка сигнала триггера по переднему фронту                         |
|                   | Спадающий фронт   | Настройка сигнала триггера по заднему фронту                           |
|                   | Двойной фронт     | Настройка сигнала триггера по переднему фронту, либо по заднему фронту |
|                   | Постоянный        | Постоянные и переменные составляющие тока,                             |

|            |                 |  |
|------------|-----------------|--|
| Соединение | ток             | проходящие через сигналы триггера  |
|            | Переменный ток  | Фильтрация постоянной составляющей сигналов триггера   |
|            | Подавление ВЧ   | Подавление сигналов выше 50 кГц в сигналах запуска   |
|            | Подавление НЧ   | Подавление сигналов ниже 50 кГц в сигналах запуска   |
|            | Подавление шума | Низкочувствительная связь по постоянному току для подавления высокочастотного шума в сигналах триггера |

**Настройте триггер по нарастающему фронту для канала CH1 и соединение по постоянному току, для чего выполните следующие действия:**

1) Нажмите на «Trigger» в главном меню, чтобы открыть меню триггера, выберите триггер по фронту из перечня типов триггера и установите триггер по фронту следующим образом, как показано на рисунке 6-12:

- Источник триггера: CH1;
- Режим соединения триггера: DC;
- Триггер по нарастающему фронту.

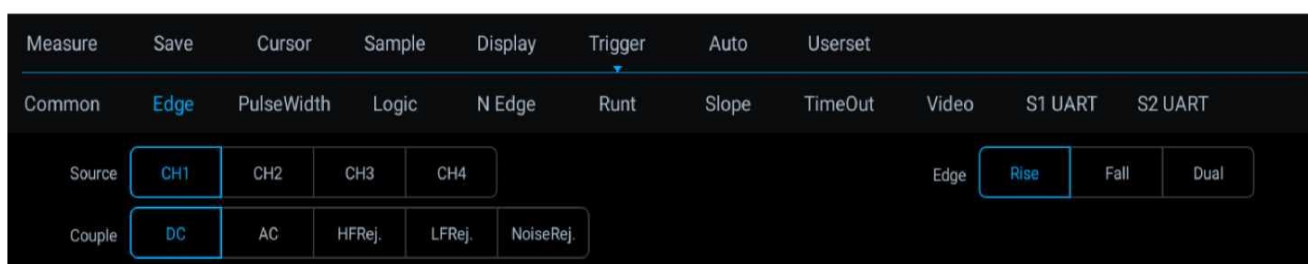


Рисунок 6-12. Меню настройки триггера по фронту

- 2) Отрегулируйте уровень триггера, чтобы обеспечить стабильный триггер сигнала, например, установите уровень триггера на 1 В.

### Описание соединения триггера

Когда открыто меню настройки триггера по фронту, опция соединения триггера отображается под меню. Соединение триггера включает DC, AC, HFRej., LFRej., NoiseRej, см. рисунок 6-13:



Рисунок 6-13. Меню соединения триггера

- 1) DC-соединение (связь по постоянному току) – позволяет сигналам постоянного и переменного тока поступать в путь триггера.
- 2) AC-соединение (связь по переменному току) – удаляет любое напряжение сдвига постоянной составляющей из формы сигнала триггера.

В случае формы сигнала с большим смещением постоянного тока стабильный триггер по фронту можно обеспечить с помощью соединения по переменному току.


- 3) HFRej. (High Frequency Rejection Coupling (связь с подавлением высоких частот)) – удаляет высокочастотные компоненты из формы сигнала триггера, используя подавление высоких частот для удаления высокочастотных шумов или шумов от быстрых системных тактовых сигналов, из путей триггера, таких как радиостанции AM или FM.
- 4) LFRej. (Low Frequency Rejection Coupling (связь с подавлением низких частот)) – удаляет любые ненужные низкочастотные компоненты из формы сигнала триггера, например, частоты линии электропередач, которые могут помешать правильному триггеру.

Если в форме сигнала присутствует низкочастотный шум, можно получить стабильный триггер по фронту с помощью соединения с подавлением низких частот.

- 5) NoiseRej. (Noise Rejection Coupling (Связь с подавлением шума)) — подавление шума может добавить дополнительный гистерезис в схему триггера. Увеличивая полосу гистерезиса триггера, можно уменьшить вероятность триггера по шуму. Но это также снижает чувствительность триггера, поэтому для срабатывания триггера осциллографа требуется немного больший сигнал.

**Примечание:** Связь с триггером отличается от связи с каналом.

### 6.3 Триггер по длительности импульса

Триггер срабатывает, когда длительность импульса сигнала триггера (8 нс~10 с, значок индикации типа триггера в верхней части экрана ) достигает установленного условия, а напряжение сигнала достигает установленного уровня триггера. Меню триггера по длительности импульса показано в следующей таблице:

| Вариант триггера  | Настройка | Описание   |
|-------------------|-----------|--|
| Источник триггера | CH1       | Установка канала CH1 в качестве источника сигнала триггера |
|                   | CH2       | Установка канала CH2 в качестве источника сигнала триггера |
|                   | CH3       | Установка канала CH3 в качестве источника сигнала триггера |
|                   | CH4       | Установка канала CH4 в качестве источника сигнала          |

|                                |               | триггера  |
|--------------------------------|---------------|---|
| Полярность                     | Положительная | Триггер по установке положительного значения длительности импульса сигналов   |
|                                | Отрицательная | Триггер по установке отрицательного значения длительности импульса сигналов   |
| Условия триггера               | $<T$          | Триггер при длительности импульса сигнала меньше длительности импульса $T$    |
|                                | $>T$          | Триггер при длительности импульса сигнала больше длительности импульса $T$    |
|                                | $=T$          | Триггер при длительности импульса сигнала, равной длительности импульса $T$   |
|                                | $\neq T$      | Триггер при длительности импульса сигнала, неравной длительности импульса $T$ |
| Длительность импульса триггера | 8 нс~10 с     | Настройка длительности импульса триггера                                      |

**Примечания:** Условия «больше», «меньше», «равно» или «не равно» указывают на то, что погрешность составляет 6%.

Этапы триггера по длительности импульса положительной полярности: (в качестве примера взят канал CH1)

- 1) Нажмите на «Trigger» в главном меню, чтобы открыть меню триггера, выберите триггер по длительности импульса из перечня типов триггера и установите триггер по длительности импульса следующим образом, как показано на рисунке 6-14:

- Источник триггера: CH1;
- Полярность импульса триггера: положительная;
- Уровень триггера: 1,98В
- Условие и длительность импульса триггера: «больше», время настройки составляет 1 мкс.



Рисунок 6-14. Меню настройки триггера по длительности импульса

## Описание настройки триггера по длительности импульса:

### 1) Выбор полярности импульса

Значок выбранной полярности импульса отображается в правом верхнем углу экрана дисплея. Положительный импульс выше текущего уровня триггера (значок индикации положительного импульса CH1  $\lrcorner \text{① } 1.00\text{V}$ ), а отрицательный импульс ниже текущего уровня триггера (значок индикации отрицательного импульса CH1  $\lrcorner \text{① } 1.00\text{V}$ ). При триггере по импульсу положительной полярности, если ограничения верны, триггер сработает при переходе импульса с высокого на низкий уровень; при триггере по импульсу отрицательной полярности, если ограничения верны, триггер сработает при переходе импульса с низкого на высокий уровень (рисунок 6-15. Изменение уровня импульса отрицательной

полярности.)



Рисунок 6-15. Изменение уровня импульса отрицательной полярности

## 2) Настройка условия триггера и времени длительности импульса

Ограничения по времени, которые можно задать в условии триггера: <, >, =, < >.

- Меньше, чем значение времени (<)

Например, для положительного импульса, если установлено значение  $T < 80$  нс, триггер сработает стабильно только тогда, когда длительность импульса меньше 80 нс (рисунок 6-16. Время триггера  $T < 80$  нс).

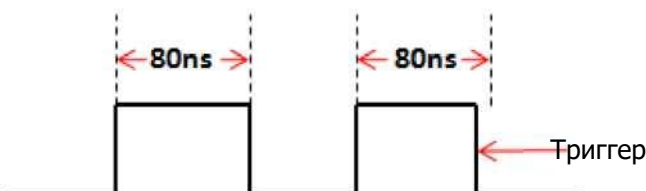


Рисунок 6-16. Время триггера  $T < 80$  нс

- Больше, чем значение времени (>)

Например, для положительного импульса, если установлено значение  $T > 80$  нс, триггер сработает стабильно только тогда, когда длительность импульса больше 80 нс (рисунок 6-17. Время триггера  $T > 80$  нс).

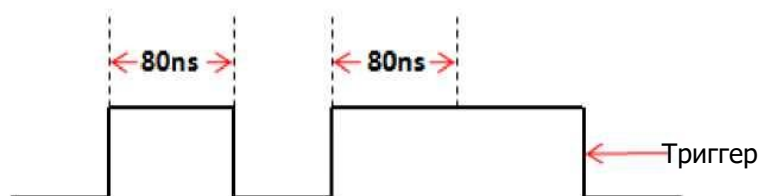


Рисунок 6-17. Время триггера  $T > 80$  нс

- Равно значению времени (=)

Например, для положительного импульса, если установлено значение  $T = 80$  нс, триггер сработает стабильно только тогда, когда длительность импульса равна 80 нс (рисунок 6-18. Время триггера  $T = 80$  нс).

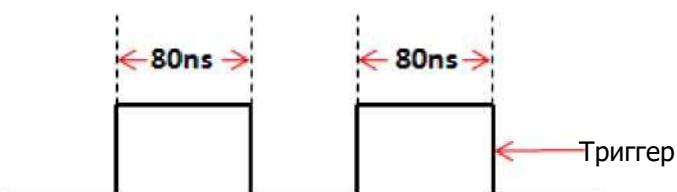
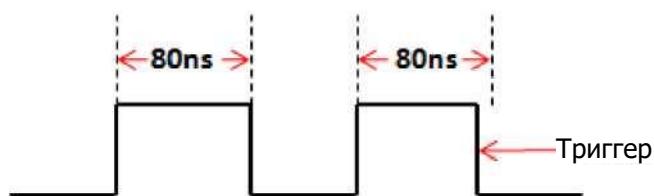


Рисунок 6-18. Время триггера  $T = 80$  нс

- Не равно значению времени (<>)

Например, для положительного импульса, если установлено значение  $T \neq 80$  нс, триггер сработает стабильно только тогда, когда длительность импульса не равна 80 нс (рисунок 6-19. Время триггера  $T \neq 80$  нс).

Рисунок 6-19. Время триггера  $T \neq 80$  нс

Длительность импульса триггера может быть установлена в диапазоне от 8 нс до 10 с.

Коснитесь поля настройки длительности импульса  , чтобы открыть интерфейс настройки времени (как показано на рисунке 6-20), и отрегулируйте длительность импульса. Отрегулируйте длительность импульса, регулируя или двигая ползунок по шкале времени.

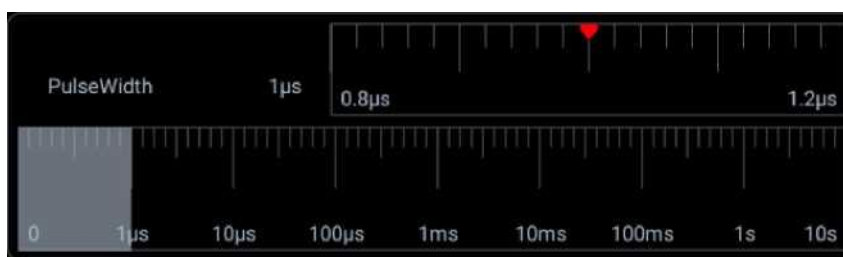


Рисунок 6-20. Интерфейс регулировки длительности импульса

## 6.4 Логический триггер

Триггер срабатывает, когда уровень между аналоговыми каналами удовлетворяет определенной логической операции (AND (И), OR (ИЛИ), NAND (НЕ-И), NOR (НЕ-ИЛИ)), а напряжение сигнала достигает установленного уровня триггера и длительности логики триггера (8 нс~10 с). Описание меню триггера по логике представлено в таблице ниже:

| Вариант триггера | Настройка |         | Описание                   |
|------------------|-----------|---------|----------------------------|
| Источник         | CH1       | Высокий | CH1 установлен как высокий |

|          |                 |  |                                     |
|----------|-----------------|--|-------------------------------------|
| триггера |                 | Низкий                                       | CH1 установлен как низкий           |
|          |                 | Нет  | CH1 установлен как недействительный |
|          | CH2             | Высокий                                      | CH2 установлен как высокий          |
|          |                 | Низкий                                       | CH2 установлен как низкий           |
|          |                 | Нет  | CH2 установлен как недействительный |
|          | CH3             | Высокий                                      | CH3 установлен как высокий          |
|          |                 | Низкий                                       | CH3 установлен как низкий           |
|          |                 | Нет  | CH3 установлен как недействительный |
|          | CH4             | Высокий                                      | CH4 установлен как высокий          |
|          |                 | Низкий                                       | CH4 установлен как низкий           |
|          |                 | Нет  | CH4 установлен как недействительный |
|          | Логика триггера | AND  |                                     |
| ИЛИ      |                 | Выбрана логика источника триггера как «OR»   |                                     |
| NAND     |                 | Выбрана логика источника триггера как «NAND» |                                     |
| NOR      |                 | Выбрана логика источника триггера как «NOR»  |                                     |
| Условия  | Изменение на    | Триггер срабатывает при изменении логики     |                                     |

|              |  |   |
|--------------|--|---|
| триггера     | действительное значение                | на действительное значение  |
|              | Изменение на недействительное значение | Триггер срабатывает при изменении логики на недействительное значение                   |
|              | <, >, =, ≠ T                           | Если логический статус для времени удержания равно <, >, =, ≠ T, то срабатывает триггер |
| Время логики | 8 нс-10 нс                             | Настройка времени логики триггера   |

**Примечания:** Условия «больше», «меньше», «равно» или «не равно» указывают на то, что погрешность составляет 6%.

Этапы логических операций триггера между каналами:

- 1) Нажмите на «Trigger» в главном меню, чтобы открыть меню триггера, выберите логический триггер из перечня типов триггера и установите логический триггер следующим образом, как показано на рисунке 6-21:
  - Логические уровни: CH1, CH3: High; CH2, CH4: CH5, CH6, CH7, CH8: High; (без эталона для канала логической операции, выбор уровня – None для того, чтобы исключить помехи логической операции);
  - Логический вентиль: AND;
  - Условие: <;
  - Логическое время: 1 нс.

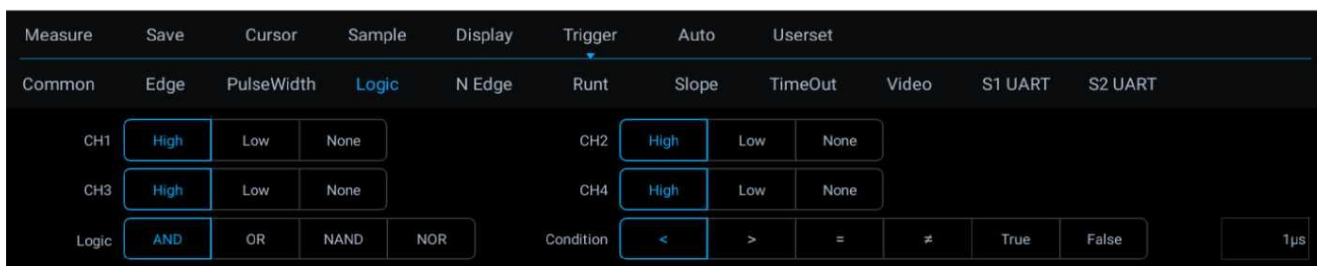


Рисунок 6-21. Меню настройки логического триггера

## Описание настройки логического триггера:

### Настройка уровня логики

После источника триггера выберите «High», «Low» и «None» для канала. Соответствующее значение уровня триггера отображается в правом верхнем углу экрана дисплея.

«High»: указывает на значение выше текущего уровня срабатывания триггера, значок индикации « $\overline{0.0V}$ ».

«Low»: указывает на значение ниже текущего уровня триггера, значок индикации « $\underline{0.0V}$ ».

«None»: этот канал недействителен.

Переключение канала уровня триггера: коснитесь стрелки ползунка уровня триггера или используйте ярлык для настройки триггера

### Логические условия

- 1) «True»: триггер при изменении логики на действительное значение
- 2) «False»: Триггер при изменении логики на недействительное значение



Рисунок 6-22. Регулировка уровня триггера

Длительность импульса триггера может быть установлена в диапазоне от 8 нс до 10 с.

Коснитесь поля настройки времени (  ), чтобы открыть интерфейс регулировки времени и настроить логическое время. Подробности см. в разделе «Настройка длительности импульса».

## 6.5 Триггер по N-му фронту

Когда сигнал триггера срабатывает по N-му фронту после указанного времени простоя, это триггер по N-му фронту. Описание меню триггера по N-му фронту представлено в таблице ниже:

| Вариант триггера  | Настройка | Описание   |
|-------------------|-----------|--|
| Источник триггера | CH1       | Установка канала CH1 в качестве источника сигнала триггера |
|                   | CH2       | Установка канала CH2 в качестве источника                  |

|           |                   |  |
|-----------|-------------------|--|
|           |                   | сигнала триггера   |
|           | CH3               | Установка канала CH3 в качестве источника сигнала триггера |
|           | CH4               | Установка канала CH4 в качестве источника сигнала триггера |
| Время     | 8 нс~10 с         | Время простоя  |
| Фронт     | Нарастающий фронт | Настройка сигнала триггера по переднему фронту             |
|           | Спадающий фронт   | Настройка сигнала триггера по заднему фронту               |
| N-й фронт | 1~65535           | Установлен триггер по N-му фронту после времени простоя    |

**Настройка канала CH1 на триггер по 5-му переднему фронту через 500 мкс. Выполните следующие действия:**

1) Нажмите на «Trigger» в главном меню, чтобы открыть меню триггера, выберите триггер по N-му фронту из перечня типов триггера и установите триггер по N-му фронту следующим образом, как показано на рисунке 6-23:

- Источник триггера: CH1;
- Время: 80 мкс
- Фронт сигнала: нарастающий;
- N-й фронт: 101



Рисунок 6-23. Меню триггера по N-му фронту

- 2) Отрегулируйте уровень триггера, чтобы обеспечить стабильный триггер сигнала, например, установите уровень триггера на 1,64 В.

## 6.6 Триггер по короткому импульсу (ранту)

Когда установлены высокий и низкий пороги, для триггера используется импульс, который пересекает один порог, но не пересекает другой. Доступны два типа: положительный короткий импульс и отрицательный короткий импульс.

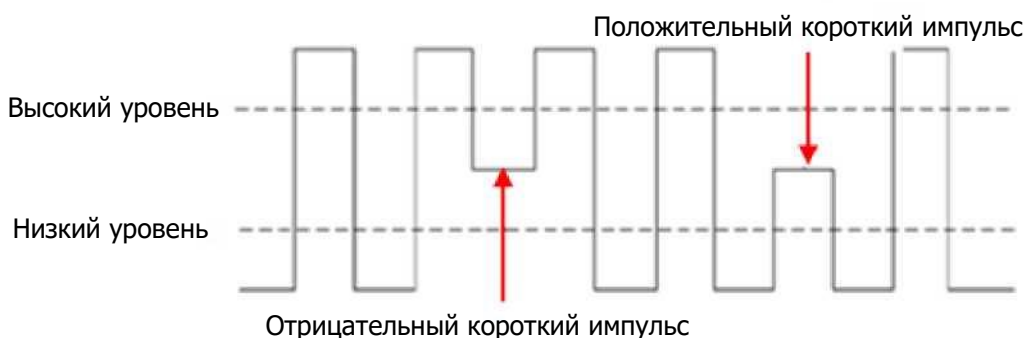


Рисунок 6-24. Кроткий триггер

Описание меню триггера по ранту представлено в таблице ниже:

| Вариант триггера  | Настройка     | Описание   |
|-------------------|---------------|--|
| Источник триггера | CH1           | Установка канала CH1 в качестве источника сигнала триггера                                       |
|                   | CH2           | Установка канала CH2 в качестве источника сигнала триггера                                       |
|                   | CH3           | Установка канала CH3 в качестве источника сигнала триггера                                       |
|                   | CH4           | Установка канала CH4 в качестве источника сигнала триггера                                       |
| Полярность        | Положительная | Установка сигнала для триггера по положительному короткому импульсу                              |
|                   | Отрицательная | Установка сигнала для триггера по отрицательному короткому импульсу                              |
|                   | Любой         | Установлен сигнал для триггера по положительному, либо отрицательному короткому импульсу         |
| Условия триггера  | <T            | Триггер при длительности импульса сигнала меньше длительности импульса T                         |
|                   | >T            | Триггер при длительности импульса сигнала больше длительности импульса T                         |
|                   | <>T           | Триггер при длительности импульса сигнала больше нижнего предела T1 и меньше верхнего предела T2 |

|                                |           |  |
|--------------------------------|-----------|--|
|                                | Нет       | Нет ограничений для триггера по короткому импульсу |
| Длительность импульса триггера | 8 нс~10 с | Настройка длительности импульса триггера           |



Рисунок 6-25. Меню настройки короткого триггера

## 6.7 Триггер по наклону

**Триггер по наклону** означает запуск, когда форма сигнала достигает заданного условия времени при переходе от одного уровня к другому.

Время положительного наклона: время, необходимое для того, чтобы сигнал перешел от низкого уровня к высокому.

Время отрицательного наклона: Время перехода формы сигнала от высокого уровня к низкому.

Как показано на рисунке 6-26.

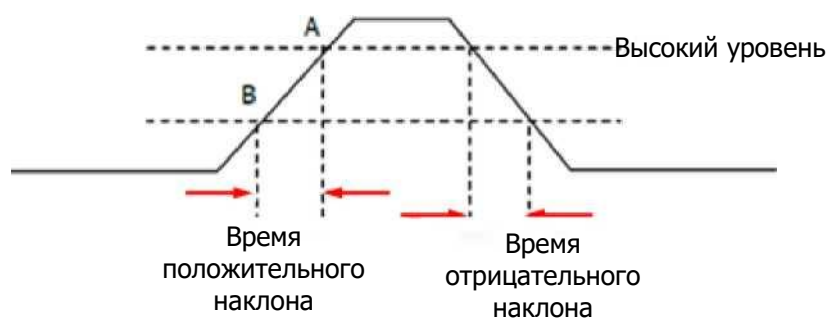



Рисунок 6-26. Время положительного/отрицательного наклона

Если наклон сигнала триггера включает в себя время удержания (8 нс ~ 10 с), тип триггера в верхней части экрана – это только значок , и триггер срабатывает при достижении заданного условия. Триггер по наклону подходит для наблюдения пилообразных или треугольных волн. Описание меню триггера по наклону представлено в таблице ниже:

| Вариант триггера  | Настройка | Описание   |
|-------------------|-----------|--|
| Источник триггера | CH1       | Установка канала CH1 в качестве источника сигнала триггера |
|                   | CH2       | Установка канала CH2 в качестве источника сигнала триггера |
|                   | CH3       | Установка канала CH3 в качестве источника сигнала триггера |
|                   | CH4       | Установка канала CH4 в качестве источника сигнала триггера |
| Фронт             | Передний  | Триггер установлен на положительный наклон сигнала         |
|                   | Задний    | Триггер установлен на отрицательный наклон сигнала         |
|                   | Любой     | Триггер установлен на обнаружении изменения наклона        |

|                  |           | сигнала  |
|------------------|-----------|--|
| Условия триггера | $<T$      | Триггер при времени удержания наклона сигнала меньше $T$   |
|                  | $>T$      | Триггер при времени удержания наклона сигнала больше $T$   |
|                  | $<>T$     | Триггер при времени удержания наклона сигнала меньше верхнего предела $T1$ и больше нижнего предела $T2$ |
| Время            | 8 нс~10 с | Установка времени удержания наклона сигнала запуска  |

**Установите состояние наклона СН1 как время нарастания и удержания менее 1 мс. Выполните следующие действия:**

- 1) Нажмите на «Trigger» в главном меню, чтобы открыть меню триггера, выберите триггер наклона из перечня типов триггера и установите триггер наклона следующим образом, как показано на рисунке 6-27:
  - Источник триггера: СН1;
  - Фронт: нарастающий;
  - Условие: больше, чем
  - Время удержания наклона: 1 мкс;
  
- 2) Отрегулируйте уровень триггера, отрегулируйте высокий или низкий уровень триггера, нажмите стрелку на обоих концах желоба. Переключите уровень триггера между высоким и низким.



Рисунок 6-27. Меню настройки триггера по наклону

Время удержания наклона может быть установлено в диапазоне от 8 нс до 10 с.

**Примечание:** Стабильную форму сигнала триггера можно получить, только если выбрать, выбрав канал, к которому подключены сигналы, в качестве источника триггера.

## 6.8 Триггер по лимиту времени

Триггер по лимиту времени срабатывает, когда время от пересечения сигнала и уровня триггера и выше (или ниже) уровня триггера достигает установленного времени, как показано на рисунке 6-28:



Рисунок 6-28. Схема триггера по лимиту времени

Описание меню триггера по лимиту времени представлено в таблице ниже:

| Вариант триггера  | Настройка     | Описание  |
|-------------------|---------------|---|
| Источник триггера | CH1           | Установка канала CH1 в качестве источника сигнала триггера  |
|                   | CH2           | Установка канала CH2 в качестве источника сигнала триггера  |
|                   | CH3           | Установка канала CH3 в качестве источника сигнала триггера  |
|                   | CH4           | Установка канала CH4 в качестве источника сигнала триггера  |
| Полярность        | Положительная | Выберите для подсчета времени, когда передний фронт входного сигнала проходит через уровень триггера. |
|                   | Отрицательная | Выберите для подсчета времени, когда задний фронт входного сигнала проходит через уровень триггера.   |
|                   | Любой         | Выберите для подсчета времени, когда передний или   |

|       |           |  |
|-------|-----------|--|
|       |           | задний фронт входного сигнала проходит через уровень триггера. |
| Время | 8 нс~10 с | Продолжительность тайм-аута                                    |

**Установите положительную полярность сигнала триггера CH1 и время ожидания 15 мкс. Выполните следующие действия:**

1) Нажмите «Trigger» в главном меню, чтобы открыть меню триггера, выберите триггер по лимиту времени из перечня типов триггера и установите триггер по лимиту времени, как показано на рисунке 6-29:

- Источник триггера: CH1;
- Фронт: положительный;
- Продолжительность лимита времени: 100 мкс;

2) Отрегулируйте уровень триггера, чтобы обеспечить стабильный триггер формы сигнала.



Рисунок 6-29. Триггер по лимиту времени

## 6.9 Триггер по видеосигналу

Метод триггера по видеосигналам зависит от видеоформатов. Обычно используются форматы PAL/625, SECAM, NTSC/525, 720P, 1080I и 1080P. Триггер по видеосигналу может срабатывать при различных значениях шкалы напряжения, соответствующую шкалу напряжения можно настроить по мере необходимости для наблюдения за формой сигнала. Описание меню триггера по видеосигналу представлено в таблице ниже:

| Вариант триггера       | Настройка     | Описание   |
|------------------------|---------------|--|
| Источник триггера      | CH1           | Установка канала CH1 в качестве источника сигнала триггера |
|                        | CH2           | Установка канала CH2 в качестве источника сигнала триггера |
|                        | CH3           | Установка канала CH3 в качестве источника сигнала триггера |
|                        | CH4           | Установка канала CH4 в качестве источника сигнала триггера |
| Полярность             | Положительная | Установка сигнала триггера по положительной полярности     |
|                        | Отрицательная | Установка сигнала триггера по отрицательной полярности     |
| Стандарт видеосигналов | 625/PAL       | Триггер на основе сигнала PAL                              |
|                        | SECAM         | Триггер на основе сигнала SECAM                            |

|   |               |   |
|---|---------------|---|
|   | 525/NTSC      | Запуск на основе сигнала NTSC                                       |
|   | 720P          | Триггер на основе сигнала 720P (50Гц, 60Гц)                         |
|   | 1080I         | Триггер на основе сигнала 1080I (50Гц, 60Гц)                        |
|   | 1080P         | Триггер на основе сигнала 1080P (24Гц, 25Гц, 30Гц, 50Гц, 60Гц)      |
| Строка  |               | Линии триггера  |
| Триггер                                       | Нечетные поля | Триггер по переднему фронту первого зубца импульса в нечетных полях |
|   | Четные поля   | Триггер по переднему фронту первого зубца импульса в четных полях   |
|   | Все поля      | Триггер по переднему фронту первого найденного зубца импульса       |
|   | Все строки    | Запуск по всем горизонтальным синхроимпульсам                       |
|   | Строка        | Строка 625 (PAL, SECAM)   |
| Нечетная строка 263, четная строка 262 (NTSC) |               |   |
| Строка 750 (720P)                             |               |   |

|  |  |                               |  |
|--|--|-------------------------------|--|
|  |  | Строка 1125<br>(1080I, 1080P) |  |
|--|--|-------------------------------|--|

**Установите CH1 в качестве канала триггера, положительную полярность, стандартный видеосигнал NTSC, триггер во всех полях и выполните следующие шаги:**

1) Нажмите на «Trigger» в главном меню, чтобы открыть меню триггера, выберите триггер по видеосигналу из перечня типов триггера и установите триггер по видеосигналу следующим образом, как показано на рисунке 6-30:

- Источник триггера: CH1;
- Полярность: положительная;
- Стандарт: 525/NTSC;
- Триггер: Нечетные поля



Рисунок 6-30. Триггер по видеосигналу

Подсказки:

- Для того чтобы лучше рассмотреть детали формы сигнала в видеосигнале, сначала установите большую емкость памяти.
- Во время отладки триггера по видеосигналу, поскольку цифровой осциллограф имеет функцию отображения многоуровневой шкалы серого, различная яркость может отражать частоту различных частей сигнала. Опытные пользователи могут быстро оценить качество сигнала во время процесса отладки и обнаружить аномальные состояния.

## **6.10 Триггер по условиям последовательной шины**

См. [«Триггер и декодирование последовательной шины» \(опция\)](#)

## **Глава 7. Система анализа**

В данной главе содержится подробная информация о системе анализа осциллографа. Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы изучить функции настройки и работу системы анализа осциллографа серии AVU1.

- Автоматическое измерение
- Измерение частоты частотомером
- Курсор
- Фазовые линейки

### **7.1 Автоматическое измерение**

#### **Настройка измерения**

Проведите пальцем сверху вниз, откройте главное меню, нажмите

«Measure», чтобы войти в меню измерений. В этом меню есть 23 элемента измерений. Меню измерений, дисплей выбранного элемента измерения и дисплей элементов измерения показаны на рисунке 7-1:



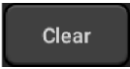
Область выбора измерения

Выбранные параметры, не более десяти

Область отображения значения измерения

Рисунок 7-1. Меню автоматического измерения

## Автоматическое измерение

- 1) Выбор канала: Выберите канал для измерения над меню измерений.
- 2) Выбор измерения: Выберите нужный элемент измерения в меню измерений. Выбранный элемент измерения отображается в области отображения «Selected Parameters» ниже.
- 3) Отмена элемента измерения: В области отображения «Selected Parameters» ниже меню измерений нажмите на элемент измерения, который необходимо удалить, или нажмите на кнопку , чтобы удалить все элементы измерения.

## Примечание:

Измерения и математические функции будут пересчитаны при перемещении/масштабировании и открытии/закрытии каналов.

Осциллограф имеет функцию автоматической памяти измерений. При выключении и повторном запуске параметры, добавленные при автоматическом измерении, не удаляются автоматически.

## Все измерения

Проведите пальцем снизу вверх, откройте **выпадающее меню**, см.


рисунок 7-2, нажмите , чтобы открыть все элементы измерения, отобразите текущее значение измерения канала. Переключите текущий канал, чтобы открыть все элементы измерения других каналов, как показано на рисунке 7-3; щелкните еще раз, чтобы отключить все измерения.



Рисунок 7-2. Выпадающее меню



Рисунок 7-3. Все результаты измерения

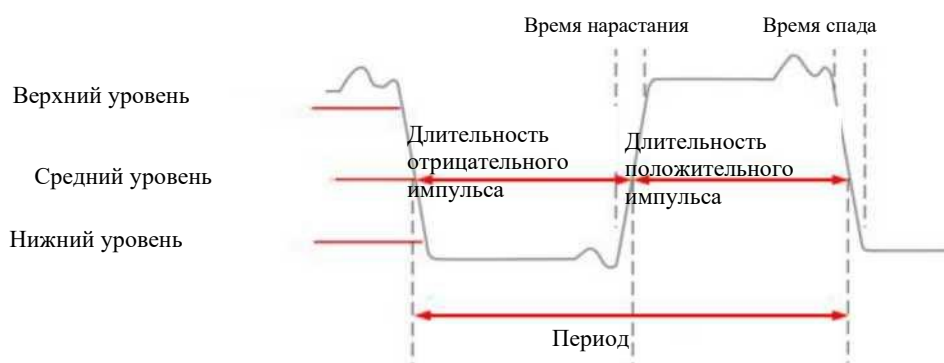


Рисунок 7-4. Временные параметры

## Период

Время первого полного цикла сигнала в форме сигнала

## Частота

Обратная зависимость от времени периода

## Время нарастания

Время, необходимое для нарастания переднего фронта первого импульса формы сигнала от 10% до 90% амплитуды, с поддержкой пользовательских пороговых значений

## Время спада

Время, необходимое для падения заднего фронта первого импульса формы сигнала от 90% до 10% амплитуды, с поддержкой пользовательских порогов

## Задержка

Может измерять временную задержку между передними или задними фронтами между каналами, с шестнадцатью допустимыми комбинациями измерений.

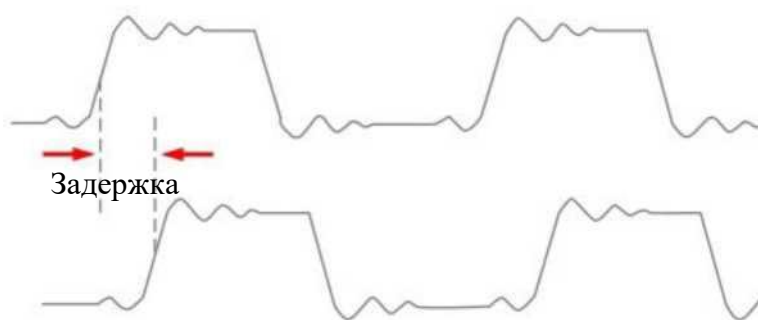

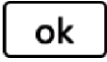


Рисунок 7-5. Схема измерения задержки

- 1) Откройте меню автоматического измерения и коснитесь , чтобы появилось меню выбора фазы.
- 2) Левый канал по умолчанию является текущим каналом, а другие каналы можно выбрать с помощью открытой области каналов (кроме эталонного канала). Есть четыре выбора фронта: первый передний фронт, первый задний фронт, последний передний фронт, последний задний фронт.
- 3) Правый канал – это контрастный канал задержки, который можно выбрать между каждым каналом и математическим каналом. Есть четыре выбора фронта: первый передний фронт, первый задний фронт, последний передний фронт и последний задний фронт.
- 4) Нажмите на кнопку  для подтверждения.

### Положительный рабочий цикл

Значение измерения первого цикла в форме сигнала

Положительный рабочий цикл = (ширина / длительность положительного импульса формы сигнала) \* 100%

### Отрицательный рабочий цикл

Значение измерения первого цикла в форме сигнала

Отрицательный рабочий цикл = (ширина / длительность отрицательного

импульса формы сигнала) \* 100%

### **Длительность положительного импульса**

Значение измерения первого положительного импульса в форме сигнала, взятое за время между двумя точками амплитуды 50%

### **Длительность отрицательного импульса**

Значение измерения первого отрицательного импульса в форме сигнала, взятое за время между двумя точками амплитуды 50%

### **Ширина всплеска**

Длительность всплеска, измеренная по всей форме сигнала

### **Выброс**

#### **Положительный выброс**

Положительный выброс = [(макс. - выс.) / амплитуда] \* 100%

#### **Отрицательный выброс**

Отрицательный выброс = [(низ. - мин.) / амплитуда] \* 100%

### **Фаза**

Измерение времени. Количество времени, на которое одна волна опережает или отстает от другой, выраженное в градусах, где 360° составляют один цикл волны.

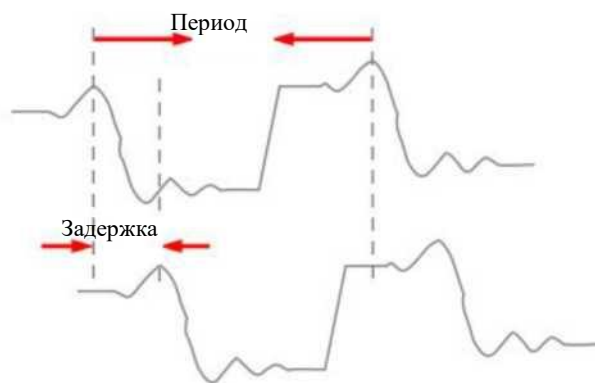


Рисунок 7-6. Схема измерения фазы

### Наибольший из пиков

Во всем измерении формы волны наибольший из пиков = макс. - мин.

### Амплитуда

Во всем измерении формы волны амплитуда = высокая (100%) - низкая (0%)

На рисунке ниже показаны точки измерения напряжения.

Настройка типа пробника канала используется для настройки единицы измерения для каждого входного канала: вольты или амперы.

См. раздел 5.4.4 [«Настройка типа пробника»](#).



Рисунок 7-7. Измерение напряжения

**Высокий**

Берется 100% всей формы волны и рассчитывается с помощью метода минимума/максимума или метода гистограммы.

**Низкий**

Берется 0% всей формы волны и рассчитывается с помощью метода минимума/максимума или метода гистограммы.

**Макс.**

Самый высокий положительный пик, измеренный по всей форме волны.

**Мин.**

Самый высокий отрицательный пик, измеренный по всей форме волны.

**Среднеквадратичное значение**

Истинное среднеквадратичное значение по всей форме волны.

**Среднеквадратичное значение С**

Истинное среднеквадратичное значение первого цикла формы волны.

**Среднее значение**

Среднее арифметическое по всей форме волны.

**Среднее значение С**

Среднее арифметическое первого цикла формы волны.

**Среднее значение АС**

Фактическое действующее значение переменного компонента всей формы сигнала

### **Положительный наклон**

Отношение разности между высоким и низким значениями первого переднего фронта формы волны к времени нарастания

### **Отрицательный наклон**

Отношение разности между низким и высоким значениями первого заднего фронта волны к времени спада

### **Примечание:**

Если требуемая для измерения форма сигнала не отображается на экране полностью, в позиции измеренного значения отображается «Отсечение в положительном направлении» или «Отсечение в отрицательном направлении».

При работе математической функции, если форма сигнала исходного канала отображается полностью, а расчетная осциллограмма кажется выходящей за пределы экрана, это не влияет на значение измерения расчетной осциллограммы.

Если исходный канал отсечен, значение измерения расчетной осциллограммы является значением исходного канала во время отсечения формы волны на экране.

### **Статистика**

Проведите пальцем сверху вниз, чтобы открыть главное меню, нажмите на «Measure», затем выберите «Statistics», чтобы войти в меню статистики. Осциллограф поддерживает статистику и отображает текущее значение

нескольких результатов измерений, включая среднее, максимальное, минимальное, отклонение и количество. Количество отсчетов может достигать 10 000 раз. Нажмите на кнопку «Reset», чтобы очистить исторические данные всех элементов измерения и выполнить статистику снова, как показано на рисунке 7-8:



Рисунок 7-8. Статистика

## 7.2 Измерение частоты частотомером

Откройте главное меню, нажмите «Measure» и «Counter», чтобы войти в меню настроек аппаратного частотомера, и выберите канал для измерения, как показано на рисунке 7-9. Значение измерения отображается в верхнем левом углу экрана, как показано на рисунке 7-10.

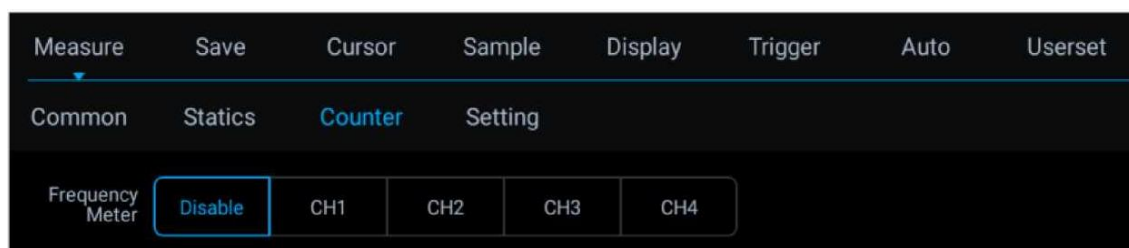


Рисунок 7-9. Открытие меню измерений частотомера



Рисунок 7-10. Измерение частотомером

### 7.3 Курсор

Активируйте курсор и поместите его на точку измерения, чтобы прочесть значение измерения формы волны. Существует два типа курсоров: горизонтальный и вертикальный курсор. Горизонтальный курсор измеряет величину вертикального направления, а вертикальный курсор измеряет величину горизонтального направления, как показано на рисунке 7-11.



Рисунок 7-11. Описание измерения курсора



**Примечание:**


**Показание  $\Delta$ :** показывает разницу между двумя положениями курсора.

**Показания напряжения после Y1, Y2:** указывают положение активированных горизонтальных курсоров относительно нулевого потенциала.

**Показания времени после X1, X2:** указывают положение активированных вертикальных курсоров относительно точки триггера.

**$1/\Delta X$ :** частота

Включение вертикального курсора: коснитесь значка курсора  , чтобы открыть вертикальные курсоры. Значок  будет включен и активирован.

Выключение вертикального курсора: коснитесь значка курсора  , чтобы отключить вертикальные курсоры.

Нажмите на линию индикатора вертикального курсора, чтобы переключить курсоры.

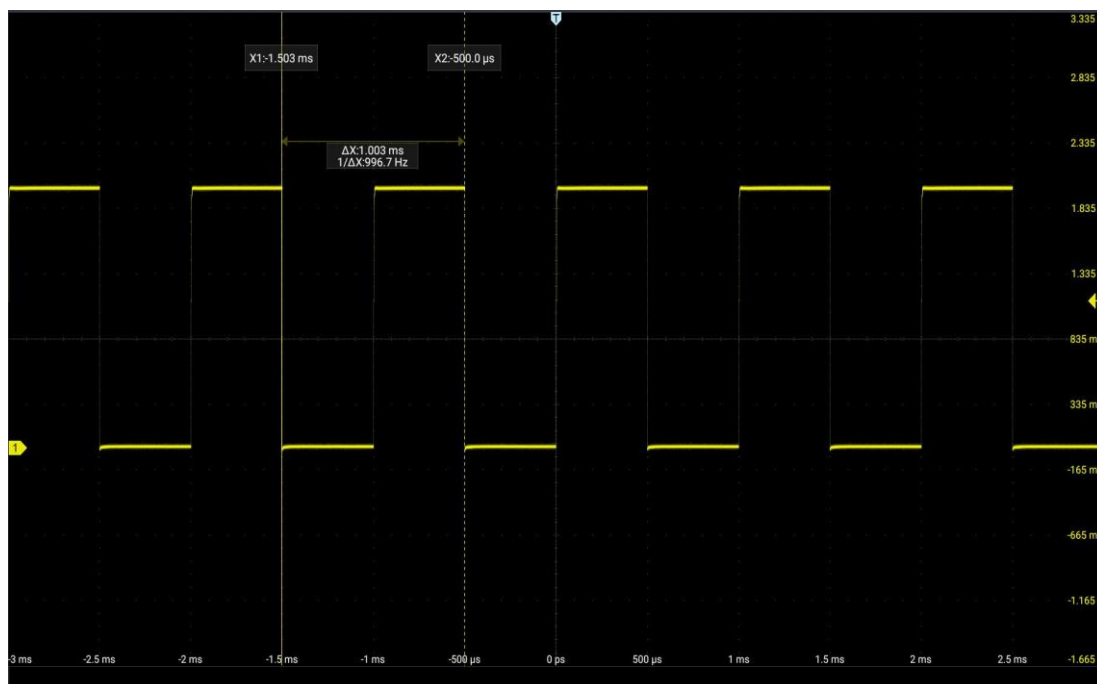


Рисунок 7-12. Поле выбора включения и выключения курсора

### Описания вертикального перемещения курсора:

1. Одним пальцем нажмите и удерживайте линию индикатора курсора на экране, чтобы выполнить грубую настройку курсора. Нажмите на кнопку точной настройки в нижнем левом углу экрана, чтобы выполнить точную настройку только что настроенного курсора.
2. Соединение с курсором: когда курсор активирован, проведите двумя пальцами и войдите в состояние соединения с курсором.

Примечание: во время процесса скольжения текущая операция изменяется, если только первые два пальца не покинут экран. Если один палец покинет экран, а другой палец останется, текущая настройка соединения продолжится.

### Включение/выключение и активация горизонтального курсора

Включение/выключение горизонтального курсора, переключение, активация и операции перемещения, аналогичные операциям вертикальных курсоров, здесь подробно не описаны. Для получения подробной информации см. раздел по вертикальным курсорам.

### Пример испытания курсора

Когда вертикальные курсоры активированы, два курсора перемещаются вместе, чтобы проверить изменения длительности импульса в последовательности импульсов.

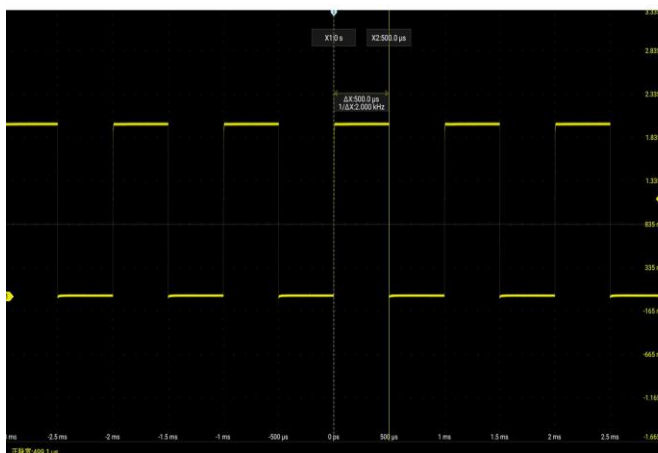


Рисунок 7-13. Длительность импульса при измерении курсором

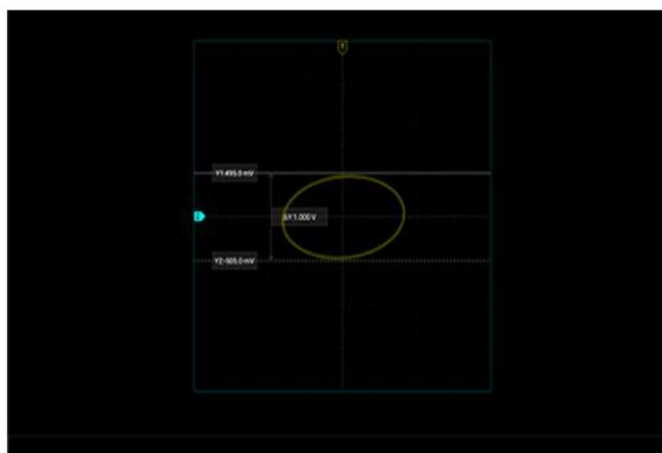


Рисунок 7-14. Измерение курсором в режиме XY

В горизонтальном режиме XY курсор X отображает значение CH1 (V или A), а курсор Y отображает значение CH2 (V или A).

## 7.4 Фазовые линейки

Фазовые линейки помогают измерить синхронизацию циклической формы сигнала на осциллограмме. Фазовые линейки выполняют измерения относительно начала и конца указанного временного интервала. В поле настроек фазовой линейки есть Number of cylinder и Angle. Для того чтобы использовать фазовые линейки, перетащите две ручки фазовой линейки на форму волны из их неактивного положения.

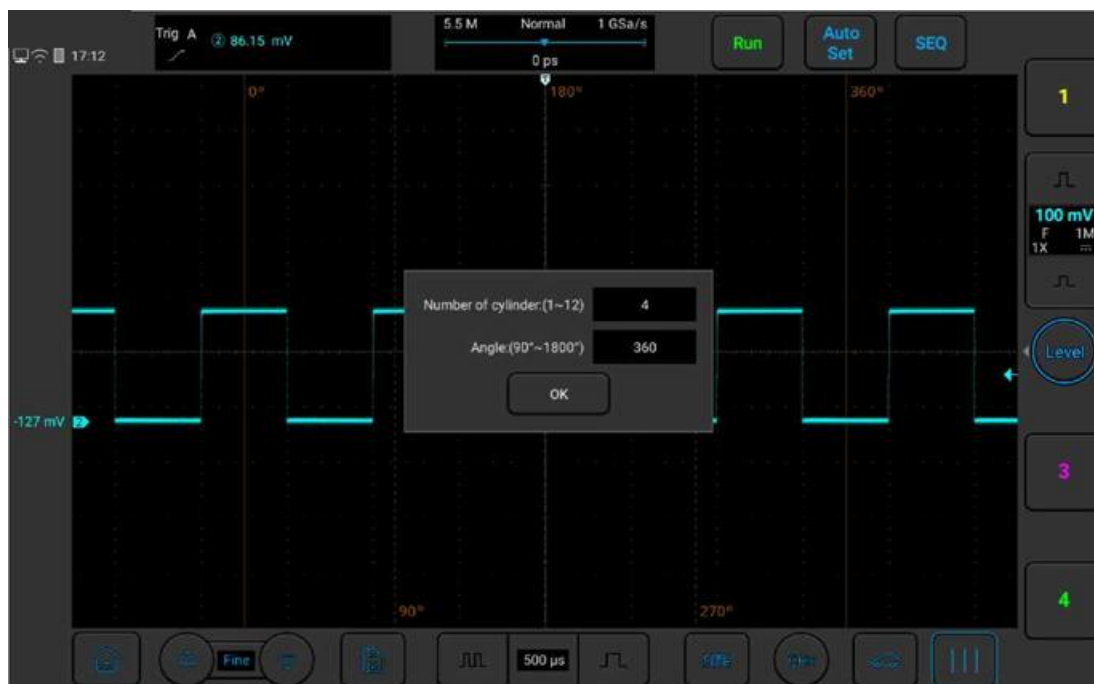


Рисунок 7-15. Курсоры фазы

## Глава 8. Захват изображения экрана, емкость памяти и хранение формы сигнала

В этой главе содержится подробная информация о функции захвата изображения экрана и емкости памяти осциллографа. Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы изучить систему хранения осциллографа серии AVU1.

- Функция снимка изображения экрана
- Видеозапись
- Хранение формы сигнала
- Сохранение настроек

### 8.1 Функция снимка изображения экрана

Функция снимка изображения экрана может локально сохранять информацию о текущем изображении на экране дисплея в формате изображения.



Снимок экрана: Нажмите на значок , чтобы сделать снимок экрана в

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

интерфейсе приложения «Oscilloscope». Или дважды нажмите кнопку питания, чтобы сделать снимок экрана любого интерфейса.



Рисунок 8-1. Захват изображения экрана

### Временная метка и инверсия цвета

Осциллограф имеет функцию инвертирования цветов и добавления временных меток к скриншотам. Откройте главное меню, нажмите «Save» и войдите в меню «Picture», по желанию отключите/включите кнопки «Timestamp» и «InverseColor».

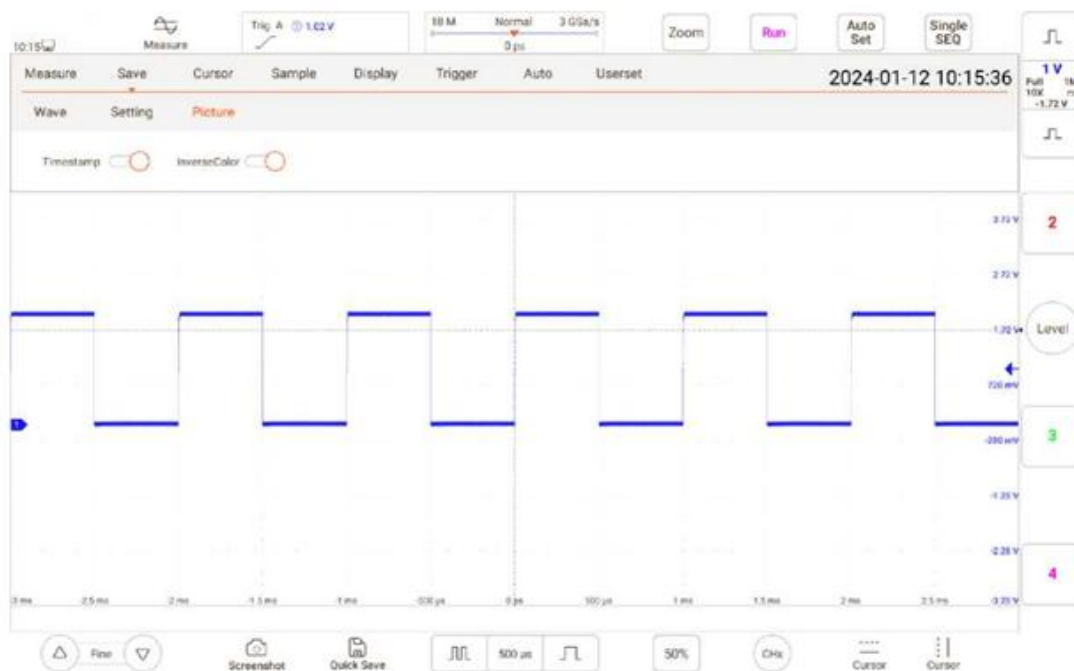


Рисунок 8-2. Временная метка и инверсный цвет

## 8.2 Видеозапись

Функция записи видео похожа на функцию захвата изображения экрана, а отображаемая информация текущего экрана может храниться локально в видеоформате.

Метод записи видео — проведите пальцем сверху вниз в приложении, отличном от осциллографа, откройте выпадающее меню, нажмите на экран для начала записи и выполните обратный отсчет три секунды для завершения записи видео, как показано на рисунке 8-3. Запись можно отменить, нажав на треугольную, круглую или квадратную кнопку в нижней части экрана до окончания обратного отсчета.

Во время записи видео можно завершить запись, нажав на время записи видео в левом верхнем углу экрана. Или можно выйти из интерфейса приложения осциллографа, чтобы открыть выпадающее меню, и нажать «Stop Recording», чтобы завершить запись видео.

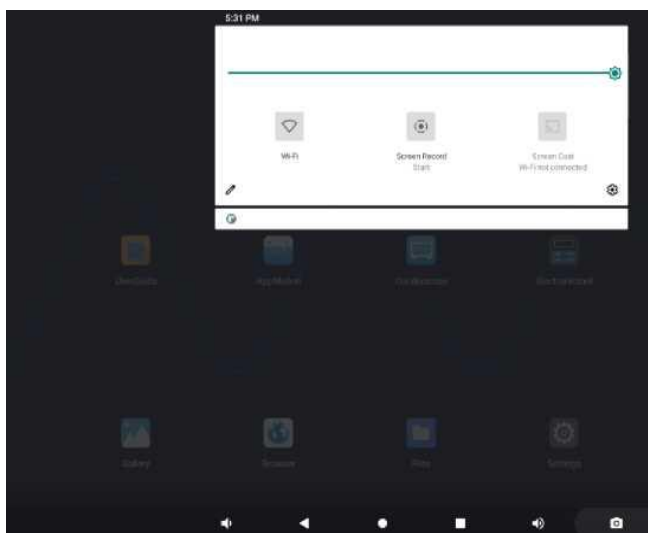


Рисунок 8-3. Метод видеозаписи

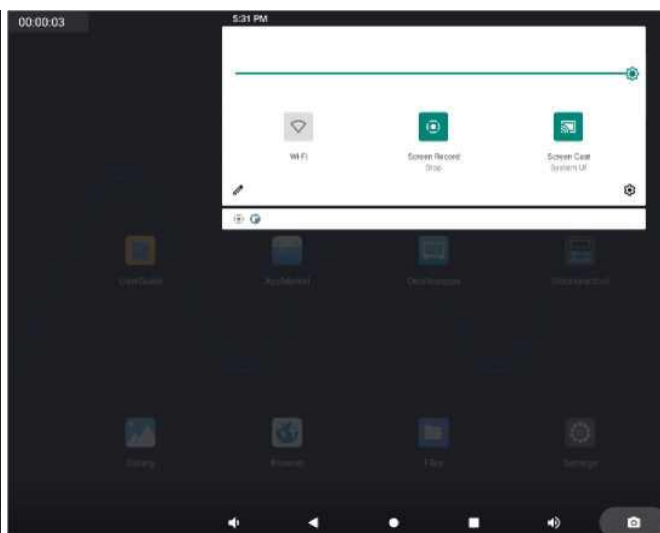


Рисунок 8-4. Видеозапись

Подробную информацию о просмотре видео см. в разделе [«Галерея»](#).

### 8.3 Хранение формы сигнала

Осциллограф может сохранять форму сигнала аналогового канала или математического канала локально или на USB-устройстве. Тип файла может быть WAV, CSV или BIN.

Осциллограф предоставляет четыре эталонных канала, которые можно вызвать для загрузки файлов формата WAV в эталонный канал и открытия эталонного канала для отображения эталонной формы сигнала.

#### Сохранение файла эталона


Проведите пальцем сверху вниз, откройте главное меню и нажмите «Save», чтобы открыть меню. Сохраните интерфейс эталонной формы сигнала для указанного канала следующим образом:



Рисунок 8-5. Сохранение интерфейса эталонной формы сигнала канала CH1

Расположение: хранится локально и на USB-устройстве.

Типы файлов: WAV, CSV и BIN.

Имя файла: Начальное имя файла отображается как: год + месяц + день + серийный номер хранилища. Нажмите на поле имени файла, чтобы открыть виртуальную клавиатуру, нажмите на , чтобы удалить имя файла, и используйте виртуальную клавиатуру, чтобы переименовать файл.

Сохранить: Нажмите «Save», чтобы сохранить файл эталона и открыть всплывающее сообщение об успешном сохранении. Последний сохраненный файл будет отображаться в верхней части вызванного меню.

Сохранить в: Нажмите кнопку R\* (R1, R2, R3, R4), чтобы сохранить текущую форму сигнала канала непосредственно в соответствующий эталонный канал, и появится сообщение об успешном сохранении.

Назад: Нажмите «Back», чтобы вернуться на предыдущий уровень.

### **Способ 1: Нажмите на кнопку «Save»**

В меню «Save Reference Waveform» выберите форму сигнала в канале для сохранения, выберите место сохранения файла, тип файла и имя файла, а затем нажмите кнопку «Save», чтобы сохранить файл эталонной формы сигнала.

### **Сохраните эталонную форму сигнала, выполнив следующие шаги:**

- 1) Текущий канал устанавливается как канал для сохранения, который может быть аналоговым, математическим или эталонным каналом.
- 2) В главном меню нажмите «Save», чтобы войти в меню сохранения.
- 3) В меню сохранения нажмите «Save», чтобы открыть меню «Save Reference Waveform» и выполнить следующие настройки:
  - Место хранения: локально.
  - Выбор типа файла: WAV.
  - Ввод имени файла: CH1.
- 4) Нажмите «Save», чтобы сохранить файл эталона. Появится окно с сообщением об успешном сохранении.

Если файл эталонной формы сигнала необходимо сохранить на USB-устройстве, осциллограф должен быть подключен к внешнему USB-устройству. После подключения местом сохранения эталонной формы сигнала предпочтительно является USB-устройство.

На количество сохраненных файлов эталонных форм сигналов ограничений не существует.


### **Способ 2: Нажмите кнопку R\***

В меню «Save Reference Waveform» нажмите кнопку R\* (R1, R2, R3, R4), чтобы сохранить осциллограмму текущего канала непосредственно в соответствующий эталонный канал, появится сообщение об успешном сохранении. Имя файла отображается как Ref\* в эталонном канале (\* – это

соответствующее имя эталонного канала). Файлы эталонных форм сигналов, сохраненные этим методом, будут перезаписаны после загрузки других эталонных сигналов и не смогут быть восстановлены.

### Способ 3: Нажмите на кнопку «Quick Save»



Нажмите на  в нижней части экрана, чтобы сохранить все осциллограммы канала в качестве эталонных осциллограмм и захватить изображение текущего экрана. Именами файлов являются начальные имена файлов по умолчанию.

### Управление файлами эталонов

В менеджере файлов откройте сигналы в файле классификации, чтобы управлять эталонными файлами с помощью таких операций, как копирование, вырезание, удаление, переименование, сжатие и т. д., как показано на рисунке 8-4. Выберите файлы эталонов и нажмите кнопку корзины, чтобы удалить их. Нажмите «More» в нижней части экрана, нажмите «Rename», чтобы открыть виртуальную клавиатуру и изменить имя файла эталона. Нажмите «Compress», чтобы открыть экранную клавиатуру, и введите имя файла для сжатия. При подключении USB-устройства файлы с осциллографа можно переместить на USB-устройство.

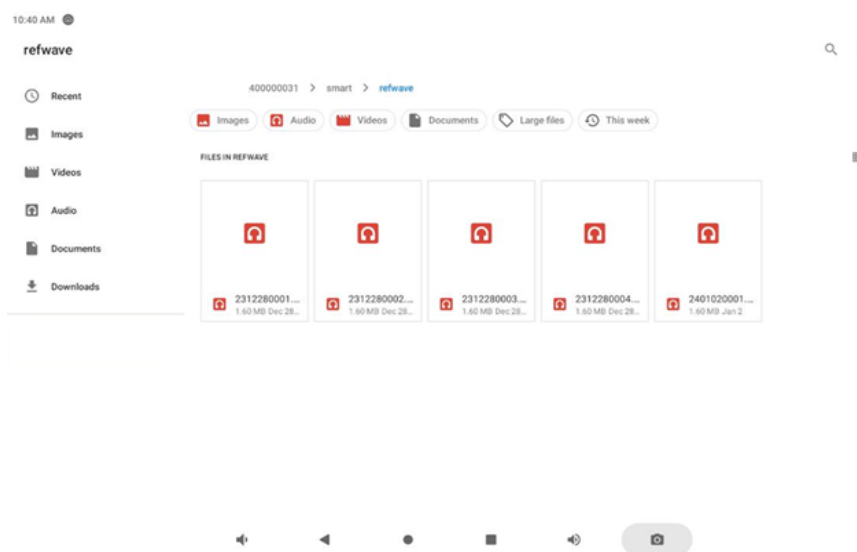


Рисунок 8-6. Удаление эталонных файлов

## Файлы CSV

### Структура файла CSV

Формат CSV содержит основную информацию о сохраненных данных: время сохранения, имя файла, длина данных, интервал выборки, время триггера, источник, вертикальный масштаб, вертикальное смещение, точность по вертикали, строчная развертка, точность по горизонтали, кратность пробника.

Данные и длина файла CSV могут быть сохранены в объеме до 360 К. Если длина записи осциллографа или отображаемых данных меньше 360 К, длина данных в файле CSV изменяется соответствующим образом.

### Максимальное и минимальное значения в файлах CSV

При выполнении измерений минимального и максимального значений значения «Min» и «Max» отображаемые на экране результатов измерений, могут не отображаться в файлах CSV.

Пояснение: если частота дискретизации осциллографа составляет 1 Гвыб/с, выборка выполняется каждые 1 нс. Если горизонтальное масштабирование установлено на 10 мкс/дел, на экран будет выведено 110 мкс данных (при условии, что на экране 11 делений). Чтобы найти общее количество выборок, осциллографу потребуется:  $110 \text{ мкс} \times 1 \text{ Гвыб/с} = 110\text{К}$  выборок. Для отображения 110К выборок осциллографу потребуется столбец размером 1280 пикселей. Осциллограф децимирует 110К выборок в 1280 пиксельных столбцов, и эта децимация будет отслеживать минимальные и максимальные значения всех точек, представленных в любом заданном столбце. Эти минимальные и максимальные значения будут отображаться в данном столбце экрана.

Используйте аналогичный процесс для сокращения собранных данных, чтобы получить записи, которые можно использовать для различных

анализов, например измерения и данные в формате CSV. Эта запись анализа (или запись измерения) намного больше 1280 и может фактически содержать до 60 000 точек. Однако, как только количество собранных точек превысит 60 000, необходимо использовать какой-либо метод извлечения. Коэффициенты понижения, используемые для создания CSV-записей, настроены таким образом, чтобы обеспечить наилучшую оценку всех образцов, представленных каждой точкой в записи. Поэтому минимальные и максимальные значения не будут отображаться в CSV-файле.

## 8.4 Сохранение настроек осциллографа

Осциллограф поддерживает сохранение до 10 текущих настроек и восстановление их одной клавишей.

Откройте главное меню, нажмите на «Save» и войдите в меню настроек, как показано на рисунке 8-7.

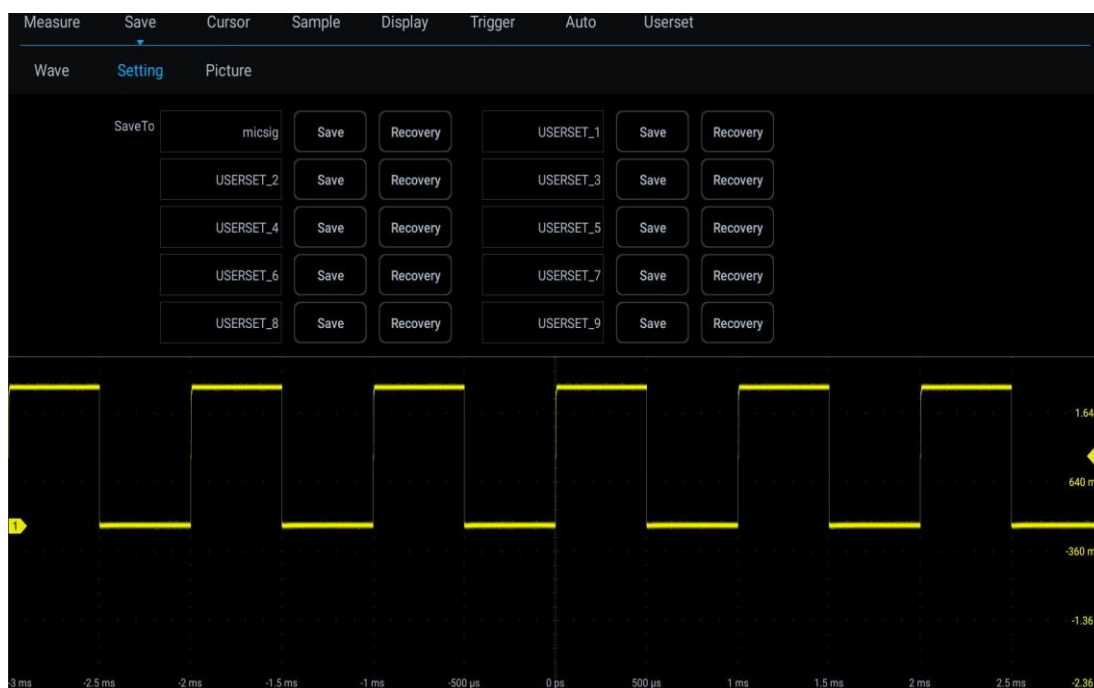


Рисунок 8-7. Сохранение настроек осциллографа

Коснитесь области черного поля, чтобы переименовать сохраненные настройки, нажмите кнопку «Save», чтобы сохранить, кнопку «Recovery»,

чтобы восстановить настройки.

## Глава 9. Математические операции и эталонный канал

В этой главе содержится подробная информация о математических операциях и эталонном канале осциллографа.

Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы изучить функции настройки и математические операции эталонных каналов осциллографа серии AVU1.

- Расчет двойной формы сигнала
- Измерение БПФ
- Вызов эталонной формы сигнала

### 9.1 Расчет двойной формы сигнала

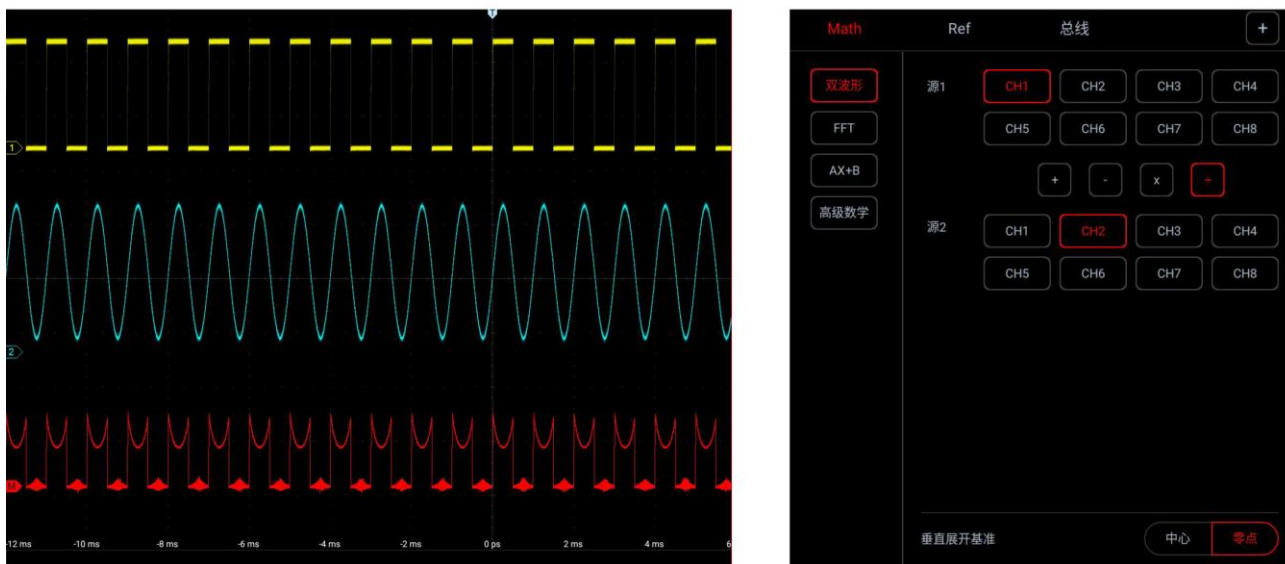




Рисунок 9-1. Форма сигнала математического канала

#### Отображение расчетной осциллограммы

Проведите пальцем вверх или вниз по области выбора канала, чтобы войти



в область выбора второго канала. Нажмите на программную клавишу , чтобы открыть математический канал. После открытия расчетной осциллограммы автоматически открывается селектор текущего канала.

Проведите пальцем влево по значку  математического канала, чтобы открыть меню математических каналов. При первом открытии математическая операция по умолчанию устанавливается как двухканальное вычисление.

### Подсказка математической операции


Если аналоговый канал или математическая функция обрезаны (не полностью отображаются на экране), результат математической функции также будет обрезан.

После отображения расчетной осциллограммы коснитесь значка канала, чтобы закрыть исходный канал для лучшего просмотра расчетной осциллограммы.

Вертикальную чувствительность и смещение каждого канала, участвующего в математической функции, можно настроить для удобства просмотра и измерения расчетной осциллограммы.

Осциллограмму математической функции можно измерить с помощью функций «Cursor» и «Measure».

### Настройка расчетной осциллограммы

- 1) Нажмите значок вертикальной чувствительности математического канала, непосредственно коснитесь расчетной осциллограммы или значка индикации математического канала  и установите математический канал в качестве текущего канала.
- 2) Подробную информацию о перемещении, регулировке вертикальной чувствительности, регулировке строчной развертки и вертикальном расширении эталонного значения математического канала см. в «главе

4 Горизонтальная система» и главе 5 «Вертикальная система».

- 3) Вертикальная чувствительность, единица измерения и строчная развертка, соответствующие расчетной осциллограмме, отображаются в области математического канала. Подробную информацию см. в разделе «Описание интерфейса дисплея осциллографа».

### Единицы измерения расчетных осциллограмм

Используйте поле «Probe Type» в меню канала, чтобы настроить единицу измерения канала (см. главу «[Настройка типа пробника](#)») и выберите Вольты или Амперы в качестве единицы измерения каждого входного канала. Единицы измерения математических функций сигнала включают:

| Математическая функция | Единица измерения  |
|------------------------|--------------------|
| +/-                    | V, A,              |
| x                      | VV, AA, W          |
| ÷                      | V/V, V/A, A/A, A/V |

Таблица 9-1. Список единиц измерения математических функций

**Примечание:** если единицы измерения двух операций исходных каналов различны, и комбинация единиц измерения не может быть идентифицирована, единица измерения математической функции будет отображаться как? (не определено).

### Математические операторы

Математические операторы выполняют арифметические операции на аналоговых входных каналах.

## Сложение или вычитание

В случае выбора сложения или вычитания значения источников функции 1 и 2 будут складываться или вычитаться точка за точкой с отображением результатов.

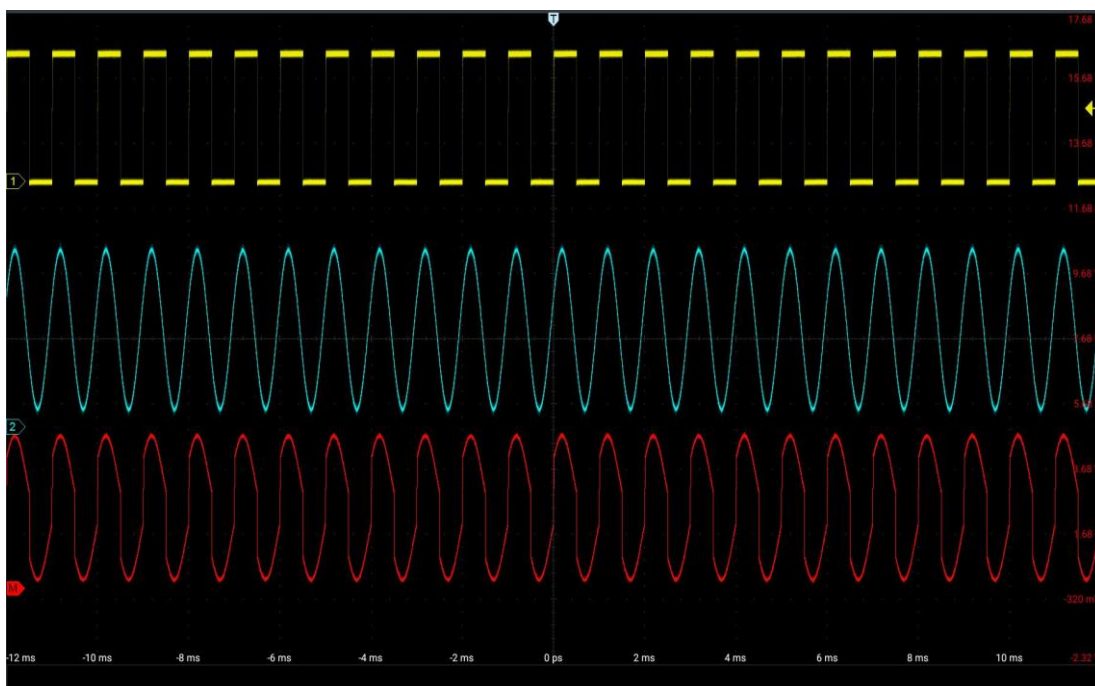


Рисунок 9-2. Математическая операция сложения CH1 и CH2

## Умножение или деление

При выборе умножения или деления значения источников функций 1 и 2 будут умножаться или делиться точка за точкой с отображением результатов.

Умножение используется при просмотре соотношения мощности, если один из каналов пропорционален току.

## 9.2 Измерение БПФ

Функция БПФ используется для вычисления быстрого преобразования Фурье с использованием аналогового входного канала. Запись БПФ определяет время оцифровки источника и преобразует его в частотную

область. После выбора функции БПФ спектр БПФ отображается в виде амплитуды в В-Гц или дБ-Гц на экране осциллографа. Показания горизонтальной оси меняются от времени к частоте (Гц), а единицы вертикальной оси меняются от вольт к В или дБ.

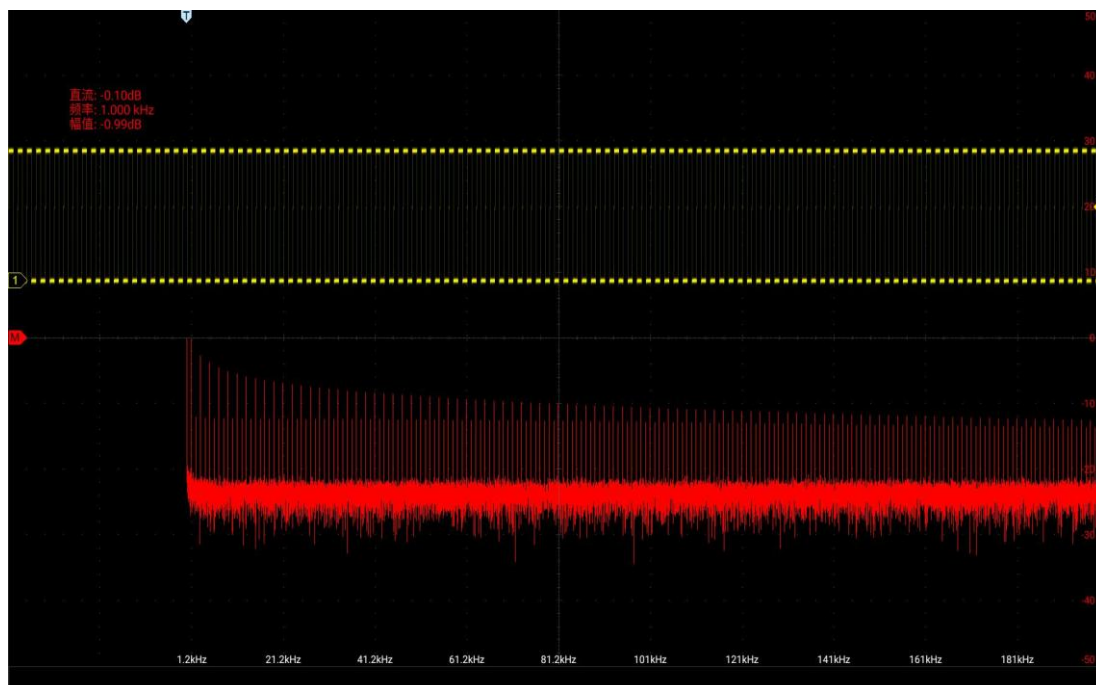


Рисунок 9-3. Окно БПФ

## Активация функции БПФ

- 1) Проведите пальцем вверх или вниз по области выбора канала, чтобы войти в область выбора второго канала. Нажмите на программную клавишу **Math**, чтобы открыть математический канал, проведите пальцем влево, чтобы открыть меню математического канала.
- 2) Нажмите на тип спектра «Line/Decibel» **FFT**, чтобы открыть окно функции БПФ (см. рисунок 8-3. Окно функции БПФ).
- 3) Нажмите на поле «Operation Source», чтобы выбрать канал, для которого требуется БПФ.
- 4) Нажмите на поле окна, чтобы выбрать функцию окна, применяемую к входному сигналу БПФ.

## **Выбор функции окна**

В функции БПФ можно выбрать четыре различных окна БПФ.

Каждое окно поочередно используется между разрешением по частоте и точностью амплитуды, и соответствующее окно может быть выбрано в соответствии с характеристиками следующих окон.

- **Прямоугольное окно**

Это лучший тип окна для частотных разрешений, которые очень близки к одному и тому же значению, но этот тип наименее эффективен для точного измерения амплитуды этих частот. Это лучший тип измерения спектра неповторяющихся сигналов и измерения частотной составляющей, близкой к постоянному току.

Используйте «Прямоугольное» окно для измерения переходных процессов или всплесков уровней сигнала до или после почти одного и того же события. Более того, это окно можно использовать для измерения синусоидальных волн одинаковой амплитуды с очень близкими частотами и широкополосных случайных шумов с относительно медленными спектральными изменениями.

- **Окно Хэмминга**

Это лучший тип окна для частотных разрешений, которые очень близки к одному и тому же значению, а точность амплитуды немного лучше, чем у «Прямоугольного» окна. Тип Хэмминга имеет немного более высокое разрешение по частоте, чем тип Хэннинга.

Окно Хэмминга используется для измерения синусоидальных, периодических и узкополосных случайных шумов. Это окно используется для измерения переходных процессов или всплесков уровней сигнала до или после событий со значительными различиями.

- **Окно Хэннинга**

Это лучший тип окна для измерения точности амплитуды, но оно менее

эффективно для разрешения частот.

Окно Хэннинга используется для измерения синусоидальных, периодических и узкополосных случайных шумов. Это окно используется для измерения переходных процессов или всплесков уровней сигнала до или после событий со значительными различиями.

- **Окно Блэкмана-Харриса**

Это лучший тип окна для измерения амплитуды частоты, но худший для измерения разрешения по частоте.

Измерение Блэкмана-Харриса используется, чтобы найти основную форму волны частоты одиночного сигнала для высших гармоник.

Поскольку осциллограф выполняет БПФ на записи конечной длины, алгоритм БПФ предполагает, что форма сигнала УТ непрерывно повторяется. Таким образом, когда период является целым, амплитуды формы сигнала УТ в начале и в конце одинаковы, и форма сигнала прерываться не будет. Однако, если период формы сигнала УТ не является целым, амплитуды формы сигнала в начале и в конце различны, что приводит к высокочастотному прерыванию перехода на стыке. В частотной области этот эффект называется утечкой. Поэтому, чтобы избежать утечки, исходная форма сигнала умножается на оконную функцию, что делает значения в начале и в конце равными нулю.

**Примечание:** Сигналы с постоянными составляющими или отклонениями могут вызывать ошибки или отклонения в компонентах формы сигнала БПФ. Для уменьшения составляющих постоянного тока можно выбрать муфту переменного тока.

## **Послесвечение**

Осциллограф поддерживает настройки стойкости БПФ. По умолчанию выбрано «None», можно выбрать «∞», чтобы никогда не стирать ранее

собранные результаты; выберите «Normal», чтобы задать время послесвечения, опционально можно выбрать 200 мс, 500 мс, 1 с, 2 с, 5 с, 10с.

## Тип спектра

Выберите «Line», вертикальная ось покажет V или A; выберите dB, вертикальная ось покажет dB. Форма сигнала в случае линейного спектра показана на рисунке 9-4.

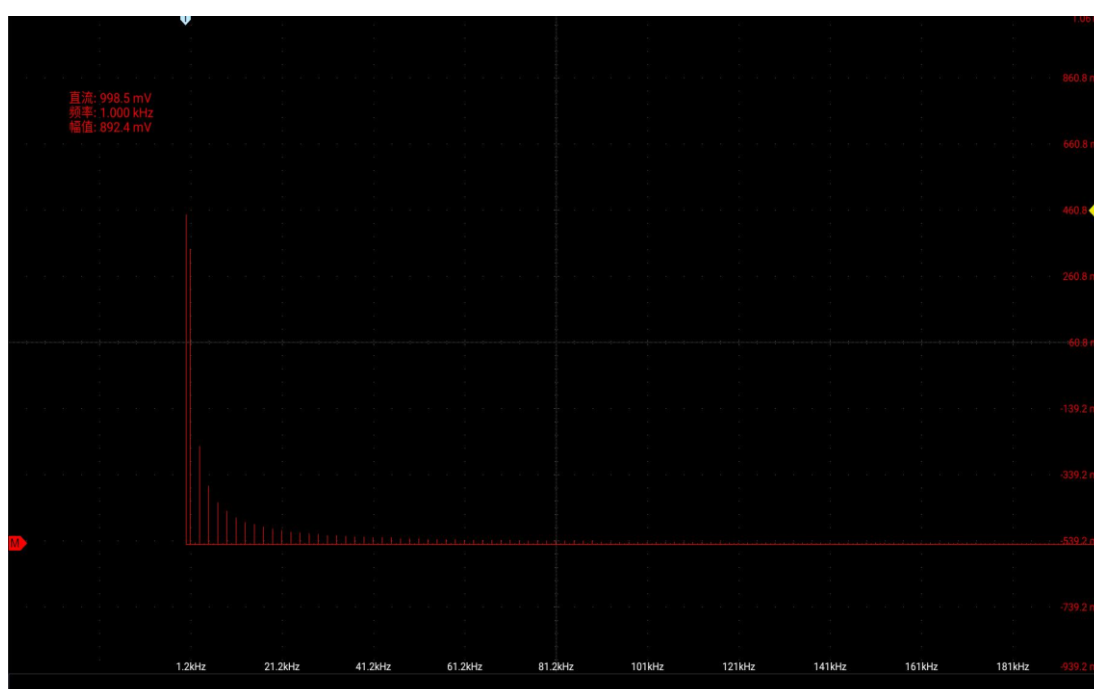


Рисунок 9-4. Амплитуда спектра как В-Гц

## Настройка форм сигнала БПФ

### Положение формы сигнала

- Выберите математический канал в качестве текущего канала. Коснитесь расчетной осциллограммы на экране одним пальцем и отрегулируйте положение отображения формы сигнала, перетаскивая его вверх и вниз, влево и вправо, или нажмите кнопку точной настройки в нижнем левом углу экрана для точной настройки.
- Выберите математический канал в качестве текущего, нажмите кнопку



50% в нижней части экрана и снова нажмите кнопку «Time Base», чтобы переместить крайнюю левую часть (0 Гц) осциллограммы в горизонтальный центр экрана.

### **Шкала строчной развертки**

Выберите математический канал в качестве текущего канала, нажмите на кнопку регулировки строчной развертки и отрегулируйте шкалу строчной развертки. Строчная развертка выполняется на 1-2-5 этапов, и форма сигнала также изменяется.

Для измерения БПФ показания горизонтальной оси изменяются от времени к частоте (Гц), и они больше не используют одну и ту же строчную развертку с другими аналоговыми каналами. Поэтому перед настройкой частоты строчной развертки необходимо установить математический канал в качестве текущего канала.

### **Вертикальная чувствительность**

Нажмите на  или  на правой стороне экрана, чтобы установить вертикальную чувствительность (В/дел или дБ/дел) для канала, чтобы форма сигнала отображалась на экране в соответствующем размере. Коэффициент вертикальной чувствительности выполняется на 1-2-5 этапов (с использованием пробника 1:1).

**Примечание:** Осциллограмма БПФ не поддерживает автоматическое измерение параметров.

## **9.3 Расширенные математические функции**

Осциллографы серии AVU1 поддерживают пользовательские формулы редактирования для расчета формы сигнала. Также поддерживают ввод функций, операторов, каналов, констант, переменных и т. д. Выражение поддерживает до 36 символов.

Нажмите соответствующую кнопку для ввода и редактирования формы сигнала (нажимайте по порядку; те, которые выделены серым цветом, неактивны).



Рисунок 9-5. Расширенные математические функции

| Тип        | Описание | Оцениваемый параметр  | Примечание   |
|------------|----------|---|--|
| Функция    |          | Sqrt (), Abs (), Deg (), Rad(), Exp(), Diff() , ln(), Sine(), Cos(), Tan(), Intg(), Log(), arcsin(), arccos(), arctan() | Функции могут быть вложенными.   |
| Канал      | Источник | Ch1, Ch2, Ch3, Ch4  |  |
| Переменная | Источник | Переменная 1, переменная 2  | Когда переменная записана в выражении, поле ввода переменной появляется в математическом меню, указывая, что ее можно ввести. Например, введите 4.1235 -3 для переменной |

|          |                     |  |  |
|----------|---------------------|--|--|
|          |                     |  | 1, что означает $4.1235 \times 10^{-3}$ .<br>Диапазон значений переменной -<br>9,9999~9,9999, диапазон<br>мощности переменной -9~9 |
| Оператор |                     | +, -, *, /, ==, !=, >, <, ≥, ≤,<br>&&,   , !() |  |
| Символ   | Скобки              | (, )   |  |
| Значение | Источник            | 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,<br>π, E          |  |
|          | Источник            | 10x  |  |
|          | Числовая<br>единица | f, p, n, u, m, K, M, G, T                      |  |

Таблица 9-2. Список расширенных математических функций

## 9.4 Вызов опорной формы сигнала

### Вызов и закрытие опорной формы сигнала


Проведите пальцем вверх или вниз по области выбора канала, чтобы войти в область выбора второго канала. Проведите кнопкой  влево, чтобы открыть справочное меню, см. рисунок 9-6.




Рисунок 9-6. Меню эталонного канала


Если в эталонный канал уже загружены формы сигналов, нажмите кнопку «Open/Close», чтобы открыть или закрыть эталонный канал. Эталонная форма сигнала отображается сине-фиолетовым цветом, а четыре сохраненные формы сигналов могут отображаться одновременно, при этом текущая эталонная форма сигналов ярче, чем эталонные формы сигналов, не являющиеся текущими.

Если в эталонный канал формы сигналов не загружены, включите переключатель «Call», чтобы вызвать формы сигналов.

**Возьмем в качестве примера R1, выполним следующие этапы работы:**

- 1) Откройте эталонное меню REF.
- 2) Нажмите на поле файла «Call» под R1, чтобы открыть столбец файла эталона.
- 3) Нажмите имя файла эталонной формы сигнала, который нужно вызвать. Файл загружается в канал R1. Затем канал R1 включается как текущий канал эталонной формы сигнала, и значок канала эталонной формы сигнала  выделяется. Отображаемое состояние меняется с

«Close» на «Open». Как показано на рисунке 9-7, более яркая эталонная осциллограмма отображается как текущий эталонный канал.

Если в эталонный канал уже загружены файлы, нажмите на  , чтобы открыть эталонные каналы всех загруженных эталонных файлов; нажмите на «Ref», чтобы отключить все открытые в данный момент эталонные осциллограммы. Кроме того, можно открыть один опорный канал с помощью кнопок «Open» и «Close».

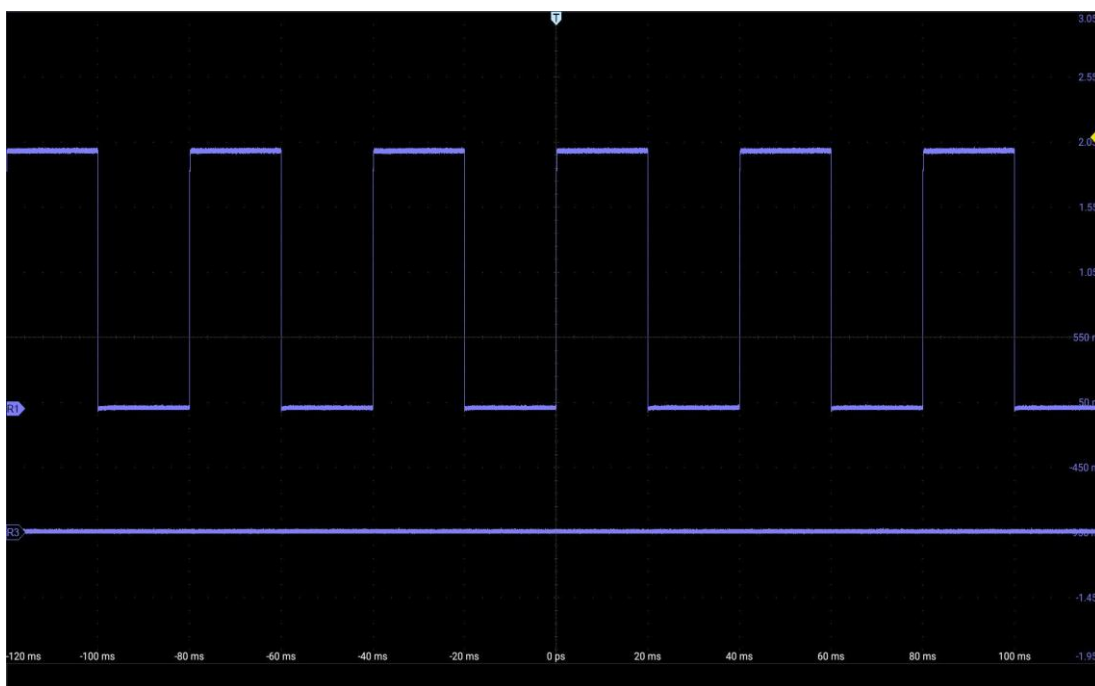



Рисунок 9-7. Текущий эталонный канал

### Заккрытие эталонной формы сигнала:

- 1) В меню эталонной формы сигнала нажмите кнопку «Open/Close» в R1, чтобы закрыть эталонную форму сигнала.
- 2) Повторите шаг 1, чтобы закрыть другие эталонные каналы.
- 3) Проведите пальцем вправо,  чтобы отключить все эталонные формы сигналов.

### Перемещение эталонной формы сигнала и настройка строчной развертки

Горизонтальное или вертикальное перемещение и масштабирование

эталонных форм сигналов не зависят от аналоговых каналов, а настройки между различными каналами эталонных форм сигналов также независимы друг от друга.

Для того чтобы настроить эталонную форму сигнала канала, сначала установите канал в качестве текущего канала, а затем настройте эталонную форму сигнала путем перемещения или масштабирования (в соответствии с методом аналогового канала).

Масштаб и строчная развертка эталонной формы сигнала текущего канала отображаются на кнопке эталона. После переключения текущего эталонного канала масштаб и строчная развертка на кнопке эталона изменяются с изменением текущего эталонного канала.

## **Глава 10. Настройки дисплея**

В этой главе содержится подробная информация о настройках дисплея и функциональных кнопках осциллографа. Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы изучить функции настройки и работу дисплея осциллографа серии AVU1.

- Настройки осциллограммы
- Настройка сетки
- Настройка цветовой температуры
- Настройка прозрачности меню
- Настройки хранения данных
- Центр горизонтального расширения
- Режим строчной развертки

В главном меню нажмите на кнопку «Display», чтобы войти в меню настроек дисплея, как показано на рисунке 10-1.



Рисунок 10-1. Настройки дисплея и функциональные кнопки

## 10.1 Настройки осциллограммы

Откройте меню отображения, нажмите на кнопку «Waveform», чтобы открыть меню отображения осциллограммы. Это меню используется для настройки режима отображения и яркости осциллограммы. Режим отображения осциллограммы делится на два типа: точки и векторы. Процент яркости осциллограммы регулируется, а настройка отображения осциллограммы показана на рисунке 10-2.

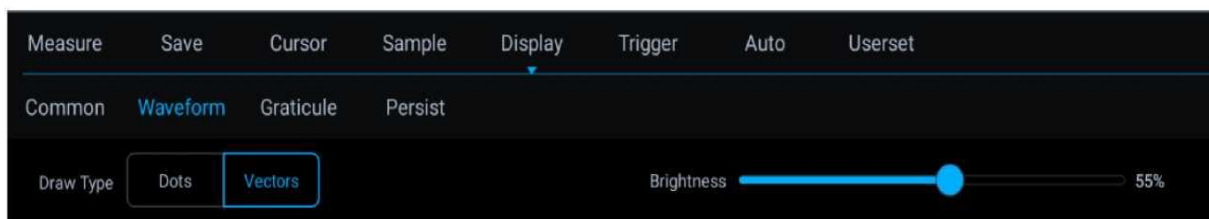


Рисунок 10-2. Меню отображения осциллограммы

## 10.2 Настройка сетки

Откройте меню отображения и нажмите кнопку «Graticule», чтобы открыть меню настроек сетки (рисунок 10-3). Режим отображения сетки включает в себя: «Full», «Grid», «Retical» и «Frame», а процент яркости можно регулировать.

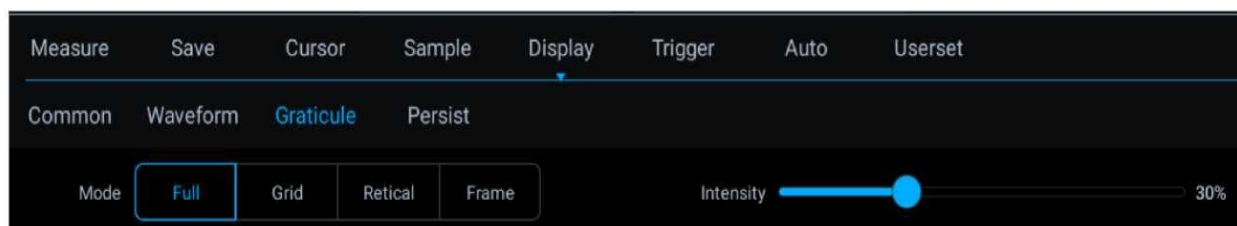


Рисунок 10-3. Меню отображения сетки

## 10.3 Настройки хранения данных

Откройте меню отображения и нажмите клавишу «Persist», чтобы открыть меню настроек хранения.

### 1) Настройки хранения данных

В меню настроек сохранения выберите:

- **None: Нет** – без сохранения.
- **Auto: Автоматический режим** – автоматическое сохранение.
- **Normal: Обычный режим** — установка времени сохранения — После выбора регулируемого сохранения нажмите на поле справа от «Adjust», чтобы появилось окно выбора времени сохранения (рисунок 10-4), и установите время сохранения. Его можно установить в диапазоне от 10 мс до 10 с.
- **∞: Бесконечное хранение** – результаты предыдущих измерений не удаляются.

Бесконечное хранение можно использовать при измерении шума и вибрации, отображения наихудших крайностей различных форм сигналов осциллограмм, поиска нарушений времени, захвата событий, которые происходят редко.



Рисунок 10-4. Настройка времени сохранения

## 2) Удаление сохраненных результатов

Чтобы стереть ранее полученные результаты с дисплея, нажмите на клавишу **Clear** или отрегулируйте строчную развертку и вертикальную чувствительность. Осциллограф сотрет сохраненные результаты с дисплея и снова начнет накопительный сбор данных.

## 10.4 Центр горизонтального расширения

Горизонтальное расширение делится на два типа: центр экрана и положение триггера:

### 1) Центр экрана

Выберите «Center», чтобы настроить строчную развертку для расширения или сжатия в обе стороны с центром экрана в качестве базовой точки, время задержки при этом не изменится.

### 2) Положение триггера

Выберите «TrigPos», чтобы настроить строчную развертку для расширения

или сжатия в обе стороны с положением триггера в качестве базовой точки. Время задержки зависит от строчной развертки.

## 10.5 Настройка цветовой температуры

Включите режим цветовой температуры, и отобразится осциллограмма, показанная на рисунке 10-5.



Рисунок 10-5. Активация режима цветовой температуры

## 10.6 Режим строчной развертки

Подробную информацию см. в разделе [«ROLL, XY»](#).

## Глава 11. Система выборки

В данной главе содержится подробная информация о системе выборки осциллографа. Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы изучить настройки и работу системы выборки осциллографа серии AVU1.

- Обзор процесса выборки
- Запуск, остановка и получение одиночной последовательности (управление работой)
- Выбор режима выборки
- Длина записи и частота выборки
- Сегментное хранение

## 11.1 Обзор процесса выборки

Для того чтобы понять процесс и режимы выборки осциллографа, необходимо понять принцип выборки, искажений вследствие недостаточной частоты выборки, полосу пропускания и частоту выборки осциллографа, время нарастания осциллографа, требуемую полосу пропускания осциллографа и влияние емкости памяти на частоту выборки.

### Принцип выборки

Согласно принципу выборки Найквиста для сигнала с ограниченной полосой пропускания с максимальной частотой  $f_{MAX}$  эквидистантная частота выборки  $f_s$  должна быть в два раза больше максимальной частоты  $f_{MAX}$ , чтобы можно было восстановить уникальный сигнал без искажений.

|                           |  |
|---------------------------|--|
| $f_{MAX} = \frac{f_s}{2}$ | <p>= частота Найквиста (<math>f_N</math>) = частота искажений вследствие недостаточной частоты сбора</p> |
|---------------------------|--|

### Искажения вследствие недостаточной частоты сбора данных

Искажения происходят, когда сигнал находится в процессе выборки ( $f_s < 2f_{MAX}$ ). Искажения вследствие недостаточной частоты выборки – это искажение сигнала, вызванное неправильным восстановлением низких частот из небольшого количества точек выборки.

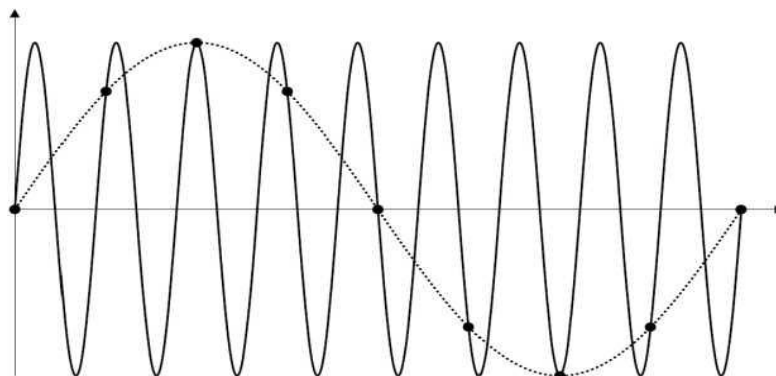


Рисунок 11-1. Искажения вследствие недостаточной частоты дискретизации

## Полоса пропускания и частота выборки осциллографа

Полоса пропускания осциллографа обычно относится к самой низкой частоте, на которой синусоида входного сигнала ослабляется на 3 дБ (амплитудная ошибка -30%).

Для полосы пропускания осциллографа, согласно принципу отбора проб, требуемая частота отбора проб составляет  $f_s = 2f_{BW}$ . Однако этот принцип предполагает, что нет частотной составляющей, превышающей  $f_{MAX}$  ( $f_{BW}$  в данном случае), и требует системы с идеальной частотной характеристикой «кирпичной стены».

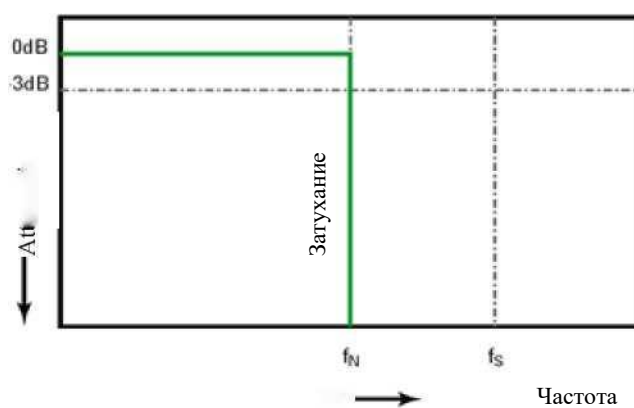


Рисунок 11-2. Теоретическая частотная характеристика «кирпичной стены»

Однако цифровые сигналы имеют частотные компоненты, которые превышают основную частоту (прямоугольная волна состоит из синусоидальных волн на основной частоте и бесконечного числа нечетных гармоник), а для полос пропускания 500 МГц и ниже осциллограф обычно

имеет гауссовскую частотную характеристику.

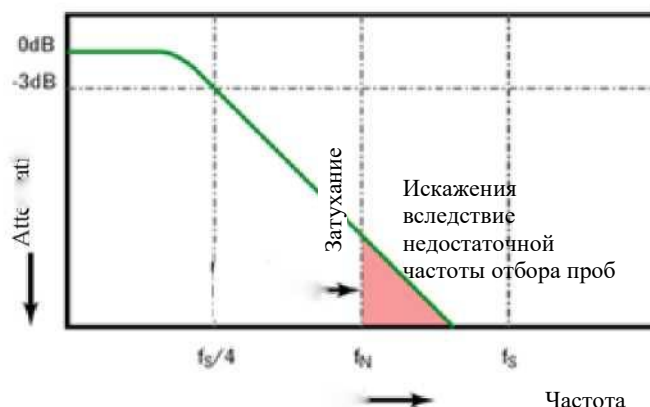


Рисунок 11-3. Частота выборки и полоса пропускания осциллографа

Полоса пропускания осциллографа ограничена до 1/4 частоты выборки и снижает частотную характеристику выше частоты Найквиста.

Поэтому, по сути, частота отбора проб осциллографа должна быть в 4 раза или более выше его полосы пропускания:  $f_s > 4f_{BW}$ . Это может уменьшить искажения и вызвать большее затухание в искаженных частотных компонентах.

### Время нарастания осциллографа

Время нарастания осциллографа тесно связано с его полосой пропускания. Время нарастания осциллографа с частотной характеристикой гауссовского типа составляет приблизительно  $0,35/f_{BW}$  (на основе стандарта от 10% до 90%).

Время нарастания осциллографа – это не самая быстрая скорость фронта, которую осциллограф может точно измерить. Это самая быстрая скорость фронта, которую может создать осциллограф.

### Требуемая полоса пропускания осциллографа

Полоса пропускания осциллографа, необходимая для точного измерения сигнала, в первую очередь определяется временем нарастания сигнала, а

не частотой сигнала.

Для расчета требуемой полосы пропускания осциллографа можно использовать следующие шаги:

1) Определите самую быструю скорость фронта.

Информация о времени нарастания обычно получают из опубликованных спецификаций устройства, используемых в конструкции.

2) Рассчитайте максимальную «фактическую» частотную составляющую.

Согласно книге доктора Говарда У. Джонсона «*Конструирование высокоскоростных цифровых устройств. Начальный курс черной магии*», все быстрые фронты имеют беспроводные непрерывные частотные компоненты. Однако в спектре быстрого фронта есть точка поворота (или «точка перегиба»), в которой частотные компоненты выше  $f_{knee}$  незначительны при определении формы сигнала.

$f_{knee}=0,5/\text{время нарастания сигнала (на основе порога 10\% - 90\%)}$

$f_{knee}=0,4/\text{время нарастания сигнала (на основе порога 20\% - 80\%)}$

3) Коэффициент умножения для требуемой точности используется для определения требуемой полосы пропускания осциллографа.

| Требуемая точность | Требуемая полоса пропускания осциллографа |
|--------------------|---|
| 20%                | $f_{BW} 1,0 \times f_{knee}$              |
| 10%                | $f_{BW} = 1.3 \times f_{knee}$            |

|    |                 |
|----|-----------------|
| 3% | fBW = 1.9xfknee |
|----|-----------------|

Рисунок 11-4. Полоса пропускания, соответствующая точности измерений осциллографа






## 11.2 Клавиша запуска/остановки «Run/Stop» и клавиша «Single SEQ»

Используйте программные клавиши в области кнопок для запуска и остановки системы сбора данных осциллографа: кнопка «Run/Stop»



и кнопка однократного сбора данных



- Когда осциллограф работает, это означает, что осциллограф работает, то есть выполняет условие триггера и выполняется сбор данных. В верхнем левом углу экрана отображается зеленый значок «» или «».
- Для остановки сбора данных нажмите на кнопку «Run/Stop». После остановки на экране отобразится последняя полученная осциллограмма.
- Когда кнопка «Run/Stop»  отображается красным цветом, это означает, что сбор данных остановлен. В верхнем левом углу экрана отображается красный значок «». Для возобновления сбора данных снова нажмите на кнопку «Run/Stop».
- Чтобы однократно выполнить сбор и отображение данных (независимо от того, запущен осциллограф или остановлен), нажмите на клавишу простой последовательности  для однократного сбора данных.

## **11.3 Выбор режима выборки**

Откройте главное меню, нажмите на опцию режима выборки в разделе «Sampling» и выберите один из четырех режимов выборки: нормальный, средний, пиковый и огибающий во всплывающем окне.

Режимы выборки всех каналов одинаковы. То есть, если режим выборки любого канала изменяется, режим выборки всех каналов изменяется одновременно.

### **Обычный режим выборки**

Осциллограф делает выборку сигнала через эквивалентные временные интервалы для построения осциллограммы. Если выбрана строчная развертка 20 нс или быстрее, осциллограф автоматически выполняет алгоритм интерполяции, который вставляет точку разницы между точками выборки.

Этот режим обеспечивает наилучшие эффекты отображения для большинства осциллограмм.

### **Пиковый режим выборки**

В пиковом режиме выборки, когда настройка строчной развертки низкая, минимальные и максимальные значения выборки сохраняются для захвата редких и узких событий (с любым расширенным шумом). В этом режиме будут отображаться все импульсы, ширина которых не меньше периода выборки.

Если строчная развертка установлена на 200 мс и выше, осциллограф автоматически выйдет из пикового режима выборки и переключится в обычный режим выборки.

## Захват неровностей или импульсов небольшой длительности

Неровности – это быстрое изменение осциллограммы, которое обычно более узкое, чем осциллограмма. Пиковый режим выборки можно использовать для более удобного просмотра неровностей или импульсов небольшой длительности. В пиковом режиме выборки небольшие неровности и переходные края ярче, чем в «обычном» режиме выборки, что облегчает их просмотр.

Применение пикового режима выборки позволяет избежать наложения сигналов, но при этом отображать больше реальных шумов.



Рисунок 11-5. Синусоида с неровностями. Обычный режим выборки



Рисунок 11-6. Синусоида с неровностями. Пиковый режим выборки

### Использование пикового режима для обнаружения неровностей

- 1) Подключите сигнал к осциллографу для стабильного отображения.
- 2) Для обнаружения неровности выберите пиковый режим выборки в опции «Sampling Mode» в меню «Channel».
- 3) В меню нажмите на «Display» → «Persistence», затем нажмите на «∞» (бесконечное сохранение). Осциллограф выполнит повторный запуск данных выборки и отобразит их на экране.
- 4) Используйте режим масштабирования для представления характеристик неровностей:
  - a. Нажмите на кнопку «Zoom» в главном меню, чтобы открыть окно масштабирования.
  - b. Для получения более высокого разрешения неровностей расширьте строчную развертку, чтобы установить расширенный вид обычного окна вокруг неровностей.

### Средний режим выборки

Средний режим выборки усредняет несколько результатов сбора данных для уменьшения случайных или посторонних шумов в отображаемом

сигнале. Усреднение нескольких результатов выборки требует стабильного триггера.

Среднее число можно задать в поле выбора после среднего режима выборки и установить на восемь порядков величин: 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 и 256.

Чем выше среднее число, тем медленнее отклик отображаемых изменений осциллограммы. Необходимо найти компромисс между скоростью отклика осциллограммы в зависимости от изменений и степенью шумоподавления, отображаемой на сигнале.

### Использование среднего режима выборки

- 1) Откройте меню канала и выберите средний режим выборки в опции «Sampling Mode».
- 2) Нажмите на числовое поле справа от поля среднего режима выборки, чтобы вывести среднее число, а затем нажмите на него, чтобы установить среднее число, которое наилучшим образом устранил шумы отображаемой осциллограммы.



Рисунок 11-7. Осциллограмма после выбора среднего режима выборки со средним числом 32

## Огибающий режим выборки

Режим выборки «Огибающая» позволяет увидеть эффект наложения осциллограмм после нескольких выборок. Происходит захват максимального и минимального значений сигнала в пределах заданных N данных выборки, можно установить число наложений осциллограмм. Число наложений можно установить равным 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 или  $\infty$ . Режим выборки «Огибающая» пригоден для наблюдения общего тренда изменений сигнала, особенно, когда сигнал характеризуется периодическими флуктуациями или модуляцией. Например, если необходимо наблюдать изменение огибающей сигнала амплитудной модуляции (AM), режим выборки «Огибающая» позволит получить четкое отображение результата амплитудной модуляции сигнала.



Рисунок 11-8. Сигнал амплитудной модуляции в режиме выборки «Огибающая» (32)

Режим выборки «Размах» более сфокусирован на захвате деталей сигнала, тогда как режим выборки «Огибающая» в большей мере характеризует общее изменение сигнала. На практике инженеры могут выбрать подходящий режим выборки в соответствии с их нуждами для анализа сигналов.

## 11.4 Длина записи и частота выборки

Длина записи – это объем данных для каждой отображенной осциллограммы. Например, если длина записи составляет 700 тыс., это означает, что при одном срабатывании триггера захвачено 700 тыс. точек выборки.

В главном меню нажмите «Sample», чтобы войти в меню настройки длины записи, которую можно задать, нажав на соответствующую длину записи.



Рисунок 11-9. Длина записи

В обычном режиме обновления, если это один канал, длина записи может быть установлена на 7k, 70k, 700K, 7M, 70M, «Auto». Если это два канала, длина записи может быть установлена на 3.5k, 35k, 350K, 3.5M, 35M, «Auto». Если это три или четыре канала, длина записи может быть установлена на 1.75k, 17.5k, 175K, 1.75M, 17.5M, «Auto».

### Длина записи и частота выборки

Длина записи – это объем данных для каждой отображенной осциллограммы. Например, если длина записи составляет 700 тыс., это означает, что при одном срабатывании триггера захвачено 700 тыс. точек выборки.

Длина записи и частота выборки осциллографа имеют следующее соотношение:

Частота выборки = длина записи/время сбора данных

Как правило, время сбора данных осциллографа в точности соответствует времени отображения на текущем целом экране (текущая строчная развертка\*14).

Например, если осциллограф имеет емкость памяти 700 К, частоту отбора проб 1 GSa/s и строчную развертку 50 мкс/дел, время сбора данных составит 700 мкс, что составляет 50 мкс/дел × 14 дел.

Однако, когда быстрая строчная развертка (менее 20 нс) или длина записи установлены на фиксированное значение, время сбора данных осциллографа не обязательно соответствует времени отображения на текущем целом экране.

Например, если осциллограф имеет емкость памяти 700 К, частоту выборки 1 Гвыб/с и строчную развертку 20 нс, время сбора данных составит 700 нс, что в 2,5 раза больше текущего времени отображения на целом экране.

Или, если емкость памяти составляет 140 КБ (фиксированное значение), частота выборки составляет 1 Гвыб/с, а строчная развертка составляет 1 мкс, время сбора данных составит 140 мкс, что в 10 раз больше текущего времени отображения на целом экране.

Для одного канала в паре каналов максимальная частота выборки осциллографа серии STO составляет 1 Гвыб/с.

Если открыты любые два канала, частота выборки двух каналов уменьшится вдвое. Например, если открыты CH1 и CH3, частота выборки CH1 и CH3 составит 500 Мвыб/с.



Если открыты любые три канала или все четыре канала, частота выборки на канал станет 1/4 от максимальной частоты выборки. Например, если открыты CH1, CH2 и CH3, частота выборки CH1, CH2 и CH3 составит 250 Мвыб/с для каждого из них.

## Глава 12. Триггер и декодирование последовательной шины

В этой главе содержится подробная информация о декодировании последовательной шины. Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы понять настройку и работу триггера и декодирования шины AVU1.

В этой главе, в основном, содержится следующее:

- Триггер и декодирование шины UART (RS232/RS422/RS485)
- Триггер и декодирование шины LIN
- Триггер и декодирование шины CAN(FD)
- Триггер и декодирование шины SPI
- Триггер и декодирование шины I2C
- Триггер и декодирование шины ARINC429
- Триггер и декодирование шины 1553B


Проведите пальцем вверх или вниз по области выбора канала, чтобы открыть область выбора второго канала, нажмите кнопку  или , чтобы активировать декодирование, откройте меню конфигурации шины, выберите тип шины. Предусмотрено семь типов шин: UART (RS232/RS422/RS485), LIN, CAN(FD), SPI, I2C, ARINC429, 1553B, где каналы S1 и S2 могут использоваться для декодирования одновременно. Откройте меню настройки триггера, выберите подходящий тип триггера. Соответствующий тип триггера шины и режим триггера могут быть установлены тогда, когда выбран триггер шины, и последовательная шина отображается в графической форме.

В режиме декодирования последовательной шины при прокрутке экрана в других режимах строчная развертка автоматически настраивается на 1 мс при переключении на последовательное декодирование (максимальная строчная развертка, поддерживаемая режимом последовательного декодирования, составляет 100 мс). В режиме масштабирования может быть декодирован и отображен увеличенный сигнал. Обычное окно

отображения поддерживает максимальную строчную развертку 100 мс. Если режим декодирования включен, при нажатии кнопки «AUTO» устанавливается тип запуска, идентичный типу шины канала декодирования. Меню выбора типа шины показано на рисунке 12-1:



Рисунок 12-1. Меню выбора типа шины

Откройте раскрывающееся меню и нажмите на клавишу , чтобы открыть или закрыть текстовый режим, как показано на рисунке 12-2.

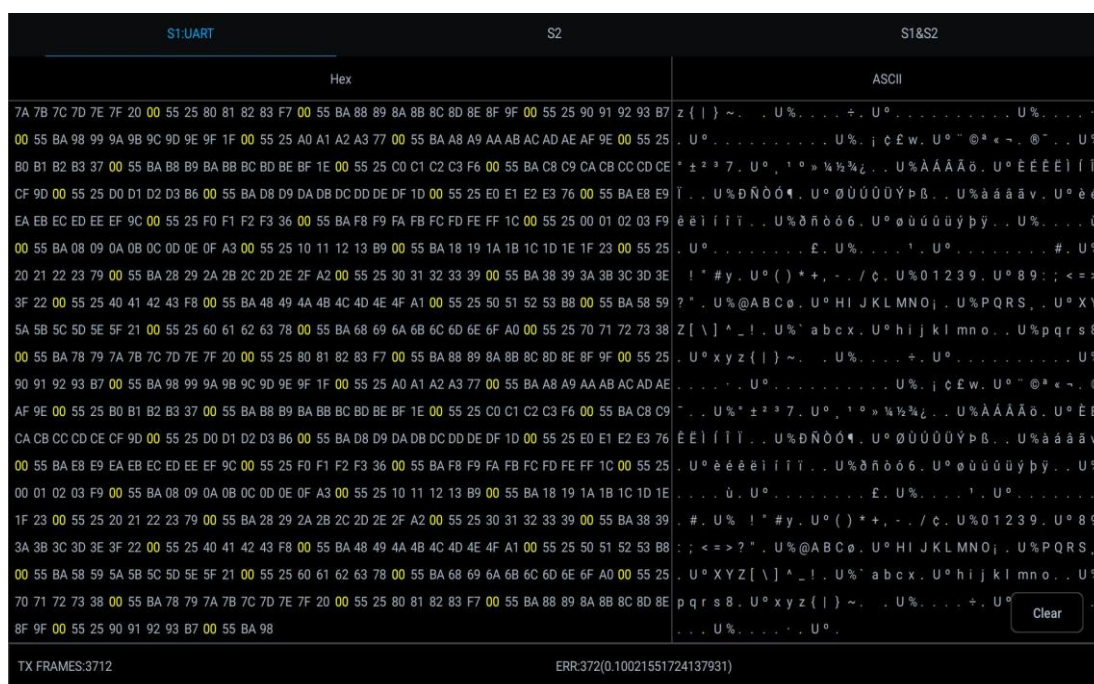



Рисунок 12-2. Текстовый режим декодирования шины

## Описание:

Два канала декодирования S1 и S2 в текстовом интерфейсе должны быть настроены одинаково, чтобы их можно было открыть, и каждый канал отображается в хронологическом порядке разными цветами;

S1/S2/S1 и S2 — это информация о шине конфигурации канала, для изменения шины канала вращается ручка X или переключается метка;

Нажатие кнопки сохранения  во время процесса получения текстовых данных может сохранить все полученные на текущий момент данные. Если объем данных слишком большой, будет отображаться слово «Wait» и сообщение об успешном сохранении.

Осциллограф можно использовать в качестве USB-накопителя для просмотра сохраненных файлов на компьютере, как показано на рисунке 12-3:

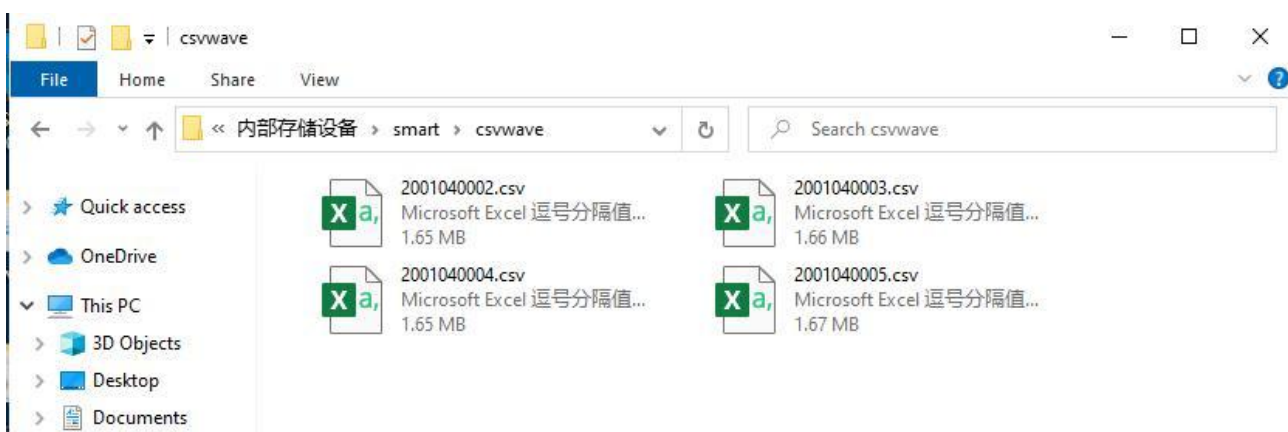




Рисунок 12-3. Текстовые файлы хранения шины

**Примечание:** В режиме декодирования текста включены только операции, связанные с декодированием, а остальные кнопки по умолчанию не выбираются.

## 12.1 Триггер и декодирование шины UART (RS232/RS422/RS485)

Для правильного декодирования данных шины UART (RS232/RS422/RS485) и обеспечения стабильности триггера необходимо настроить конфигурацию шины, выполнить настройки режима триггера и уровня триггера.

- **Конфигурация шины**

Проведите пальцем влево по  или , чтобы открыть меню конфигурации шины, как показано на рисунке 11-4. Необходимо выбрать канал RX и задать настройки следующих параметров в зависимости от измеренных сигналов:

**Уровень бездействия** – Выберите «Idle Low» или «Idle High», чтобы обеспечить соответствие состоянию бездействия измеряемого оборудования. Для RS232 можно выбрать «Idle Low».

**Примечание:** промышленный стандарт RS232 использует

**«отрицательную логику», а именно высокий уровень – это логический «0», а низкий уровень – это логическая «1».**

**Бит четности** – Выберите «Odd», «Even» или «None» в зависимости от измеряемого оборудования.

**Длина слова** – Установите количество бит в слове UART для соответствия измеряемому оборудованию (доступно 5–9 бит).

**Скорость передачи данных** – Выберите скорость передачи данных, соответствующую сигналу в измеряемом оборудовании.

Скорость передачи данных можно установить в диапазоне от 1,2 Кбит/с до 8,000 Мбит/с.

**Отображение шины** – Выберите отображение шестнадцатеричного, двоичного или ASCII-кода.



Рисунок 12-4. Меню конфигурации шины UART

Когда слово отображается в ASCII, используется 7-битный формат ASCII. Допустимые символы ASCII находятся в диапазоне от 0x00 до 0x7F. Для отображения в ASCII необходимо выбрать не менее 7 бит в «Bus

Configuration». Если выбран ASCII, и данные превышают 0x7F, данные будут отображаться в шестнадцатеричном формате.

Нажмите на поле настройки скорости передачи, чтобы открыть столбец выбора скорости передачи. В случае выбора значения «Custom» щелкните, чтобы открыть виртуальную экранную клавиатуру, выберите бит для изменения, введите значение и нажмите на «Enter» на виртуальной экранной клавиатуре, чтобы завершить настройку. Скорость передачи можно установить от 1,2 Кбит/с до 8,000 Мбит/с. Виртуальная экранная клавиатура изображена на рисунке 12-5:

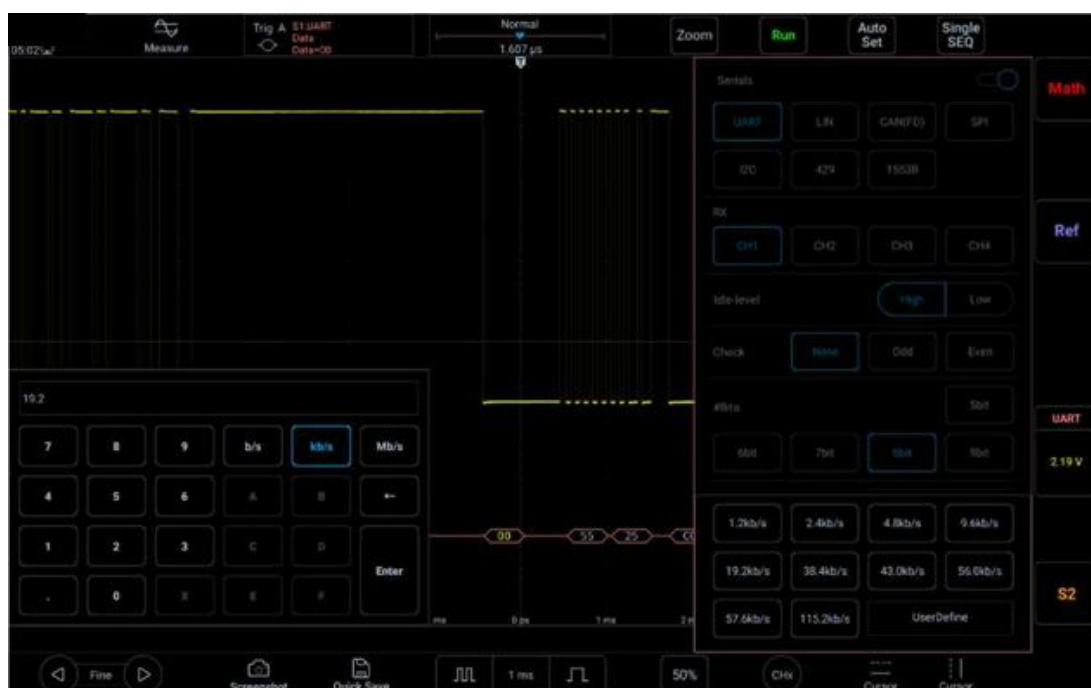


Рисунок 12-5. Настройка скорости передачи данных по умолчанию

**Примечание:** когда есть бит четности, длина слова данных указывает общую длину бита данных плюс бит четности. Если бита четности нет, длина слова данных считается длиной бита данных. Например, если длина слова данных составляет 8 бит, если нет бита четности, это означает, что общая длина данных составляет 8 бит. Если есть бит четности, это означает, что общая длина данных составляет 7 бит, и есть бит четности - это 1 бит.

## • Режим триггера

Откройте меню конфигурации триггера и выберите соответствующий тип триггера; при выборе триггера шины UART необходимо задать тип триггера, взаимосвязь триггера и данные триггера, как показано на рисунке 12-6:



Рисунок 12-6. Меню настройки триггера

После выбора данных триггера используйте всплывающую виртуальную клавиатуру для их изменения, введите значение и нажмите на «Enter» на виртуальной программной клавиатуре, чтобы завершить настройку.

### Описание меню конфигурации триггера шины UART:

- Стартовый бит – триггер срабатывает по начальному биту измеряемого сигнала;
- Стоповый бит – триггер по стоповому биту измеряемого сигнала. Независимо от того, использует ли измеряемый сигнал 1, 1,5 или 2 стоповых бита или нет, триггер срабатывает на первом стоповом бите.
- [data] – триггер по указанному биту данных. Если биты данных измеряемого сигнала эффективны как 5-8 бит, выберите [data] и выберите соотношение триггера как «=», «>», «<», «≠», затем выберите «Trigger Data», нажмите на данные на сенсорном экране и используйте всплывающую виртуальную клавиатуру для изменения;
- [0:data] – биты данных измеряемого сигнала – 9 бит (9-й бит – бит четности). Только когда 9-й бит равен 0, тогда срабатывает триггер. Соотношение триггера, конфигурация данных триггера такие же, как у триггера [data];
- [1:data] – биты данных измеряемого сигнала – 9 бит (9-й бит – бит

четности). Только когда 9-й бит равен 1, тогда срабатывает триггер. Соотношение триггера, конфигурация данных триггера такие же, как у триггера [data];


- f) [x:data] – биты данных измеряемого сигнала – 9 бит (9-й бит – бит четности). Независимо от значения 9-го бита, триггер срабатывает на указанном бите данных. Соотношение триггера, конфигурация данных триггера такие же, как у триггера [data];
- g) Ошибка четности – действует при проверке четности по биту четности, триггер срабатывает при ошибке четности.

### • Декодирование последовательной шины UART

Длина слова измеренного сигнала составляет 8 бит; бит четности отсутствует; скорость передачи данных 19,2 кбит/с, шестнадцатеричная; режим триггера как бит данных: 55. Выполните следующие действия:

- (1) Нажмите S1, чтобы открыть канал декодирования, и нажмите S1 еще раз, чтобы открыть меню конфигурации шины;
- (2) Выберите тип шины как «UART», нажмите на «Ch1», «Idle High», «Parity None», «8bit», «19.20kb/s», отобразится «hexadecimal», затем закройте меню;
- (3) Откройте меню настройки режима триггера, нажмите «Data», введите 55 вручную и нажмите «Enter» для подтверждения;
- (4) Регулировка порогового уровня в соответствии с уровнем амплитуды сигнала может привести к стабильному триггеру сигнала. Графический интерфейс триггера шины UART изображен на рисунке 12-7:



Способ 1: Нажмите на информацию о конфигурации , чтобы открыть окно регулировки порогового уровня канала декодирования, и перетащите поле регулировки вверх и вниз, чтобы отрегулировать пороговый уровень.

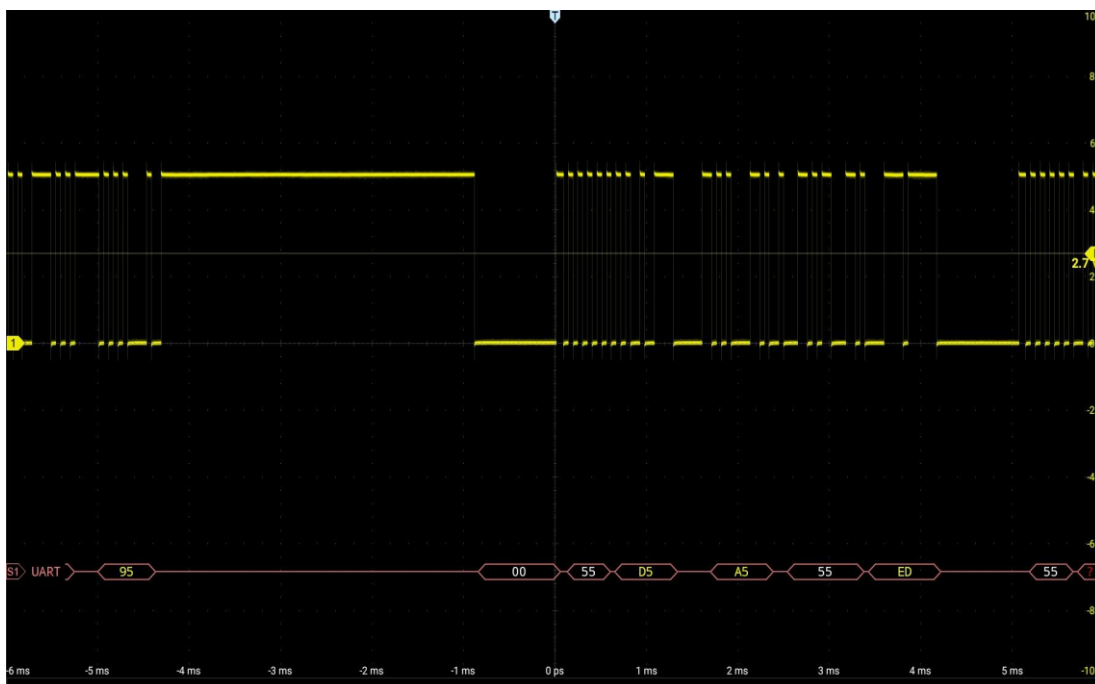


Рисунок 12-7. Регулировка уровня декодирования шины UART



Способ 2: Длительное нажатие переключателя навигации триггера позволяет переключаться между пороговым уровнем шины и уровнем триггера.



Рисунок 12-8. Графический интерфейс шины UART

### **Описание графического интерфейса шины UART:**

- (1) Положение триггера
- (2) Тип триггера
- (3) Пороговый уровень
- (4) Информация о конфигурации
- (5) Декодируйте пакет данных, подробно описанный ниже
- (6) Декодируйте данные и соответствующую область осциллограммы

### **Описание пакета данных декодирования шины UART:**

- (1) Пакет данных декодирования отображает данные о работе шины в реальном времени;
- (2) Данные декодирования отображаются в шестнадцатеричной системе белым цветом;
- (3) Если длина слова составляет 5-8 бит, данные декодирования отображаются в виде двух бит шестнадцатеричного числа. Если длина слова составляет 9 бит, данные декодирования отображаются в виде 3 бит шестнадцатеричного числа, а 9-й бит отображается слева;
- (4) Если в данных декодирования есть ошибка, и, если ошибка в стоповом бите, данные отображаются желтым цветом. Если это ошибка четности, данные отображаются красным цветом;
- (5) Если появляется знак «?», необходимо настроить строчную развертку для просмотра результатов декодирования.

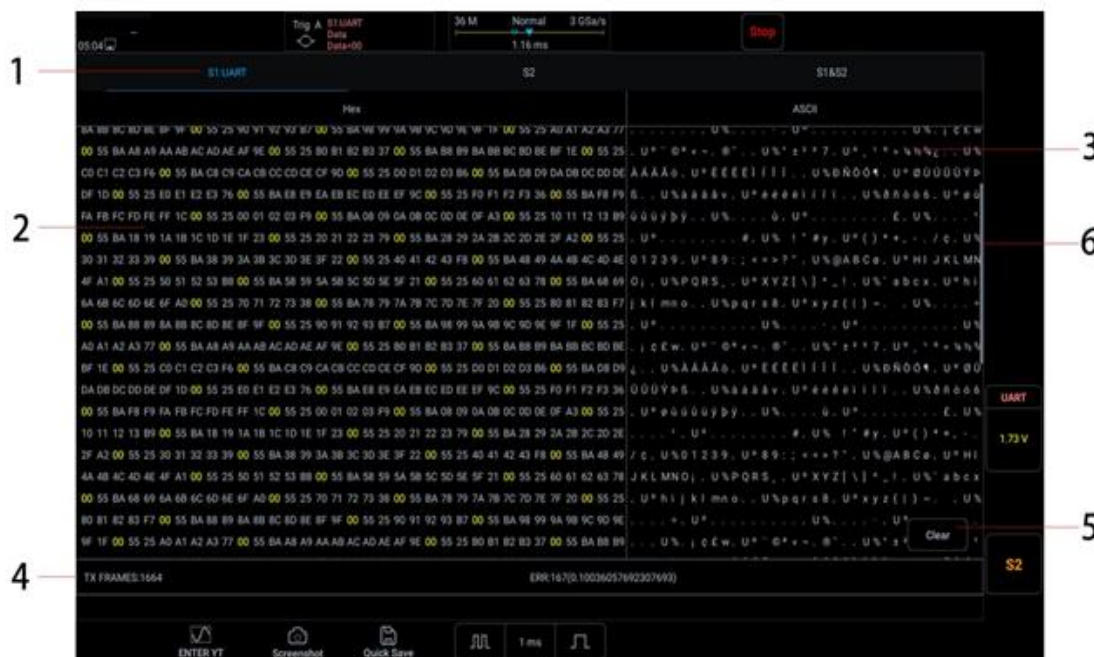


Рисунок 12-9. Текстовый интерфейс шины UART

### Описание текстового интерфейса UART, см. рисунок 12-9:

- (1) S1/S2/S1&S2 – информация о шине конфигурации канала.
- (2) Область для декодированных данных.
- (3) Код ASCII, соответствующий текстовым данным (если формат данных составляет 9 бит, и бит четности отсутствует, код ASCII соответствует нижним 8 битам данных с левой стороны).
- (4) Счетчик: вычисляет общее количество кадров и процент кадров ERR (ошибка четности и ошибка стопового бита).
- (5) Кнопка «Clear»: Очистка данных счетчика.
- (6) Полоса прокрутки.

В области данных декодирования данные об ошибке стопового бита отображаются желтым цветом, а данные об ошибке декодирования отображаются красным цветом;



## 12.2 Триггер и декодирование шины LIN

Для правильного декодирования данных шины LIN и обеспечения стабильности триггера необходимо настроить конфигурацию шины,

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

выполнить настройки режима триггера и уровня триггера.

- **Конфигурация шины**

Проведите пальцем влево по  или , чтобы открыть меню конфигурации шины, необходимо ввести Источник – выберите источник сигнала для декодирования.

Уровень бездействия – высокий и низкий. Выберите: отображать высокий активный или низкий активный уровень после начального бита сигнала измеряемого оборудования.

Скорость передачи – выберите скорость передачи, соответствующую измеряемому сигналу, а также ее можно настроить.

Способ настройки такой же, как и для шины UART, поэтому информация здесь не повторяется, как показано на рисунке 12-10:

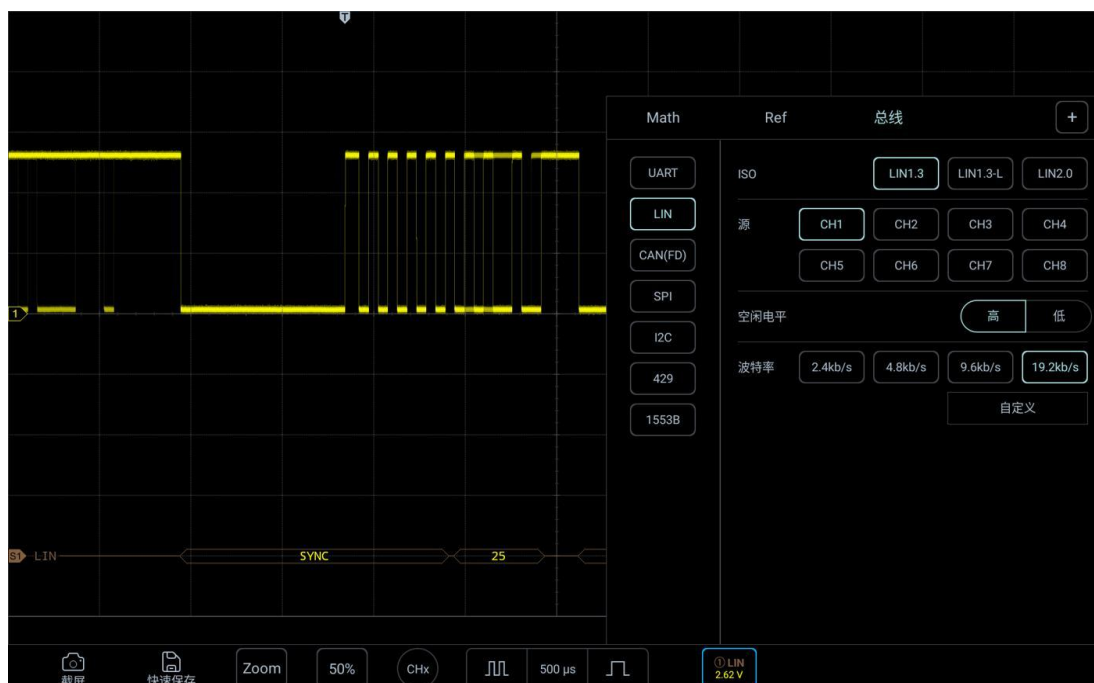


Рисунок 12-10. Меню конфигурации шины LIN

- **Режим триггера**

Откройте меню конфигурации триггера и выберите соответствующий тип триггера. Если выбран триггер шины LIN, режим триггера включает: синхронный передний фронт, идентификатор кадра, идентификатор кадра и данные. См. рисунок 12-11:

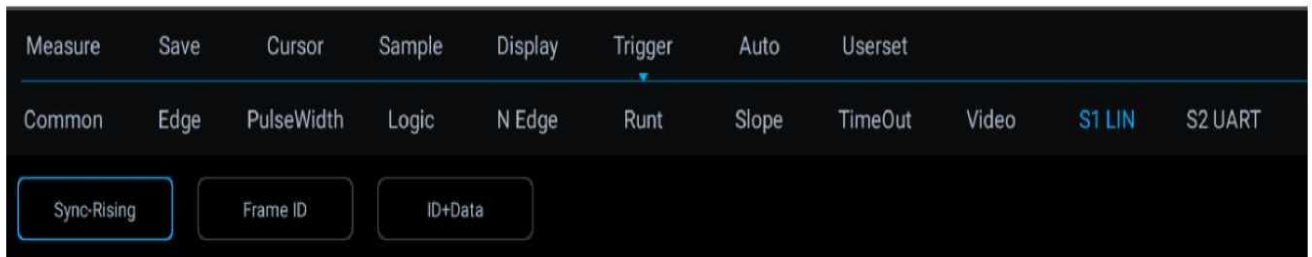


Рисунок 12-11 Меню конфигурации режима триггера шины LIN

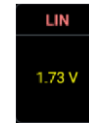
- а) Синхронный нарастающий фронт – когда заканчивается «Интервал синхронизации» шины LIN, нарастающий фронт срабатывает.
- б) Идентификатор кадра – триггер срабатывает при обнаружении кадра с идентификатором, равным установленному значению. Выберите «Frame ID», нажмите на данные на сенсорном экране и используйте всплывающую виртуальную клавиатуру, чтобы изменить их.
- в) Идентификатор кадра и данные – триггер срабатывает при обнаружении кадра с идентификатором и данными, равными установленному значению. Выбрав «Frame ID and Data» нажмите на идентификатор или данные и установите их.

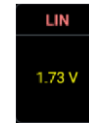
- **Декодирование последовательной шины LIN**

Ch1 подключен к измеряемому сигналу. Уровень бездействия высокий, скорость передачи данных 19,2 кбит/с. Режим триггера – синхронный передний фронт. Выполните следующие действия:

- (1) Нажмите S1, чтобы открыть канал декодирования, и нажмите еще раз, чтобы открыть меню конфигурации шины;
- (2) Выберите тип шины «LIN», нажмите на «Ch1», «Idle High», «19.20kb/s», а затем закройте меню;

- (3) Откройте меню конфигурации режима триггера и нажмите кнопку «Synchronous Rising Edge»;



- (4) Нажмите кнопку информации о конфигурации , чтобы открыть окно настройки порогового уровня канала декодирования, и перетащите поле настройки вверх и вниз, чтобы настроить пороговый уровень. Отрегулируйте пороговый уровень в соответствии с уровнем амплитуды сигнала, чтобы обеспечить стабильный триггер сигнала. Графический интерфейс триггера LIN изображен на рисунке 12-12:

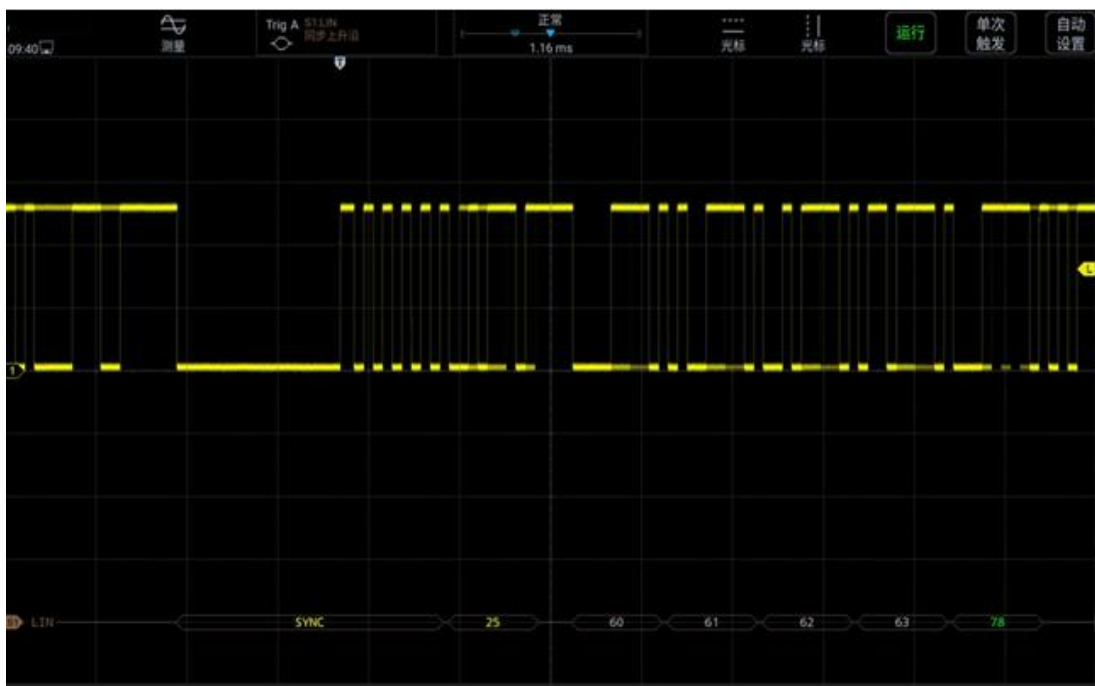


Рисунок 12-12. Графический интерфейс LIN

### Описание пакета данных декодирования шины LIN:

- (1) Пакет данных декодирования отображает данные о работе шины в реальном времени.
- (2) Данные декодирования отображаются в шестнадцатеричной системе;
- (3) «Frame ID» отображается желтым цветом, «Data» отображается белым цветом, а «Parity sum» отображается зеленым цветом. Если в сумме четности есть ошибка, она отображается красным цветом «E».
- (4) Если появляется знак «?», необходимо настроить строчную развертку для просмотра результатов декодирования.

| S1:LIN |           |    | S2                      | S1&S2 |       |         |
|--------|-----------|----|-------------------------|-------|-------|---------|
| Ch     | Time      | ID | Data                    | Error | Check | Trigger |
| S1     | 02s148.75 | 25 | 20 21 22 23             |       | 79    | Yes     |
| S1     | 02s153.81 | 3A | 28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F |       | A2    | Yes     |
| S1     | 02s164.07 | 25 | 30 31 32 33             |       | 39    | Yes     |
| S1     | 02s169.13 | 3A | 38 39 3A 3B 3C 3D 3E 3F |       | 22    | Yes     |
| S1     | 02s179.39 | 25 | 40 41 42 43             |       | F8    | Yes     |
| S1     | 02s184.52 | 3A | 48 49 4A 4B 4C 4D 4E 4F |       | A1    | Yes     |
| S1     | 02s194.78 | 25 | 50 51 52 53             |       | B8    | Yes     |
| S1     | 02s199.83 | 3A | 58 59 5A 5B 5C 5D 5E 5F |       | 21    | Yes     |
| S1     | 02s210.09 | 25 | 60 61 62 63             |       | 78    | Yes     |
| S1     | 02s215.15 | 3A | 68 69 6A 6B 6C 6D 6E 6F |       | A0    | Yes     |
| S1     | 02s225.41 | 25 | 70 71 72 73             |       | 38    | Yes     |
| S1     | 02s230.46 | 3A | 78 79 7A 7B 7C 7D 7E 7F |       | 20    | Yes     |
| S1     | 02s240.72 | 25 | 80 81 82 83             |       | F7    | Yes     |
| S1     | 02s245.78 | 3A | 88 89 8A 8B 8C 8D 8E 8F |       | 9F    | Yes     |
| S1     | 02s256.04 | 25 | 90 91 92 93             |       | B7    | Yes     |
| S1     | 02s261.09 | 3A | 98 99 9A 9B 9C 9D 9E 9F |       | 1F    | Yes     |
| S1     | 02s271.35 | 25 | A0 A1 A2 A3             |       | 77    | Yes     |
| S1     | 02s276.41 | 3A | A8 A9 AA AB AC AD AE AF |       | 9E    | Yes     |
| S1     | 02s286.67 | 25 | B0 B1 B2 B3             |       | 37    | Yes     |
| S1     | 02s291.72 | 3A | B8 B9 BA BB BC BD BE BF |       | 1E    | Yes     |

Рисунок 12-13. Текстовый интерфейс LIN

### Описание текстового интерфейса LIN, как показано на рисунке 12-13:

- (1) «Ch»: канал шины.
- (2) «Time»: Временные интервалы между последними и текущими кадрами.
- (3) «ID»: Значение идентификатора кадра.
- (4) «Data»: Данные кадра.
- (5) «Parity sum»: Сумма четности кадра, ошибка суммы четности отображается красным цветом.
- (6) «Trigger»: «Yes» означает, что кадр достигает условия триггера.
- (7) Кнопка «Clear»: Очистка данных счетчика.

## 12.3 Триггер и декодирование шины CAN(FD)

Серия AVU1 поддерживает триггер и декодирование шины CAN, шины CAN FD. Для правильного декодирования данных шины и обеспечения стабильности триггера необходимо настроить конфигурацию шины, выполнить настройки режима триггера и уровня триггера.

## • Конфигурация шины



Проведите пальцем влево по  или , чтобы открыть меню конфигурации шины, необходимо установить источник сигнала, тип сигнала и скорость передачи данных настраиваются в соответствии с измеренным сигналом. Метод настройки идентичен методу настройки шины UART, поэтому информация здесь не повторяется. См. рисунок 12-14.



Рисунок 12-14. Меню конфигурации шины CAN/CAN FD

## • Режим триггера

Откройте меню конфигурации триггера и выберите соответствующий тип триггера. На рисунке 12-15 выбран триггер шины CAN S1:



Рисунок 12-15. Меню конфигурации режима триггера шины CAN FD

Описание меню выбора режима триггера:

- a) Начало кадра – триггер в начале кадра;
- b) Идентификатор удаленного кадра – настройка идентификатора соответствует триггеру удаленного кадра. Выберите «Remote Frame ID» и установите значение идентификатора в нижней части области данных триггера.

Описание операции: Нажмите цифры на сенсорном экране и выполните установку с помощью виртуальной клавиатуры;

- c) Идентификатор кадра данных – триггер срабатывает на кадре данных, который соответствует установленному идентификатору. Режим конфигурации идентификатора кадра данных такой же, как и конфигурации идентификатора удаленного кадра данных;
- d) Идентификатор удаленного кадра/кадра данных – триггер срабатывает на удаленном кадре или кадре данных, которые соответствуют установленному идентификатору. Конфигурация идентификатора удаленного кадра/кадра данных такая же, как конфигурация удаленного кадра данных;
- e) Идентификатор кадра данных и идентификатор данных – триггер срабатывает на кадре данных, которые соответствуют установленному идентификатору и данным. Метод конфигурации такой же, как и конфигурации удаленного кадра;
- f) Ошибка кадра – триггер срабатывает при ошибке кадра CAN;
- g) Все ошибки – триггер срабатывает при наличии любой ошибки в формате или активности;
- h) Ошибка подтверждения – триггер срабатывает при рецессивной (высокой) позиции подтверждения;
- i) Кадр перегрузки — триггер срабатывает на кадре перегрузки CAN.

- **Декодирование последовательной шины CAN**

Ch1 подключен к измеряемому сигналу. Уровень бездействия высокий,

скорость передачи данных 1 Мбит/с; режим триггера – начало кадра. Выполните следующие действия:

1. Нажмите S1, чтобы открыть канал декодирования, и нажмите S1 еще раз, чтобы открыть меню конфигурации шины;
2. Выберите тип шины «CAN», затем нажмите «Ch1», «Idle High» и «1Mb/s», FD BaudRate установите на «None». Выполнив настройку нажмите на пустую область, чтобы закрыть меню;
3. Откройте меню конфигурации режима триггера и нажмите на «Frame Start»;
4. Отрегулируйте пороговый уровень в соответствии с амплитудой сигнала. Графический интерфейс триггера CAN изображен на рисунке 12-16:



Рисунок 12-16. Интерфейс декодирования шины CAN

Изучите позицию выборки: Точка выборки — это момент времени, в который осциллограф производит выборку уровня бита. Точка выборки представлена процентным соотношением «времени от начала передачи бита до точки выборки» и «времени передачи бита». Нажмите на процентное соотношение справа от точки выборки, чтобы выполнить соответствующие настройки. Диапазон регулировки положения выборки

составляет от 0% до 99,9%.

### Описание пакета данных декодирования шины CAN:

1. Пакет данных декодирования отображает данные о работе шины в реальном времени.
2. Данные декодирования отображаются в шестнадцатеричной системе;
3. «Frame ID» отображается желтым цветом, «Data» отображается белым цветом, а «DLC» и «CRC» отображается зеленым цветом. Если есть ошибка кадра, она отображается красным «E».
4. Если появляется «?», необходимо отрегулировать строчную развертку для просмотра результатов декодирования, а «!» указывает на то, что форма сигнала шины, соответствующая пакету данных декодирования, неполна и данные не могут быть отображены правильно.

| Ch | Time      | Id       | Type | DLC | Data                    | CRC  | Error | Trigger |
|----|-----------|----------|------|-----|-------------------------|------|-------|---------|
| S1 | 07s288.57 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s288.71 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s288.85 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s288.99 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s289.14 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s289.28 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s289.42 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s289.56 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s289.70 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s289.85 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s289.99 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s290.13 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s290.27 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s290.41 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s290.56 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s290.70 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s290.84 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s290.98 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s291.13 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |
| S1 | 07s291.27 | 12EFABCD | EFF  | 8   | D8 D9 DA DB DC DD DE DF | 7CA4 | Ack   | Yes     |

FRAMES: 51489      SPEC: 50105      EBR FR: 51467 (100.0%)

ENTER YT    Screenshot    Quick Save    10 μs

CAN(FD)    3.23 V    S2    Clear

Рисунок 12-17. Декодирование шины CAN в текстовом режиме

### Описание текстового интерфейса CAN, как показано на рисунке 12-17:

1. «Ch»: канал шины.
2. «Time»: Временные интервалы между последними и текущими кадрами.

3. «ID»: значение идентификатора кадра CAN, отображаемое в шестнадцатеричном формате, максимум 29 бит.
4. «Type»: тип кадра, «SFF» стандартный кадр данных, «SRF» стандартный удаленный кадр, «EFF» расширенный кадр данных, «ERF» расширенный удаленный кадр.
5. «DLC»: количество байтов данных, отправленных этим кадром. Это значение можно игнорировать для удаленных кадров.
6. «Data»: Данные кадра.
7. «CRC»: контрольный код CRC кадра.
8. «Error»: ошибка ответа, ошибка заполнения битов, ошибка формата, ошибка CRC.
9. «Trigger»: «Yes» означает, что кадр достигает условия триггера.
10. «Statistics»: подсчитывает количество событий типа кадра, длину данных, статуса и т. д., а также процент.

## 12.4 Триггер и декодирование шины SPI

Для правильного декодирования данных шины SPI и обеспечения стабильности триггера необходимо настроить конфигурацию шины, выполнить настройки режима триггера и уровня триггера.

- **Конфигурация шины**



Проведите пальцем влево по  или , чтобы открыть меню конфигурации шины. Необходимо ввести следующие настройки: Источник тактовой частоты, источник данных, сигнал выбора микросхемы и длина слова данных, как показано на рисунке 12-18:



Рисунок 12-18. Меню конфигурации шины SPI

- **Режим триггера**

Откройте меню конфигурации триггера и выберите соответствующий тип триггера. На рисунке 12-19 выбран триггер шины SPI:

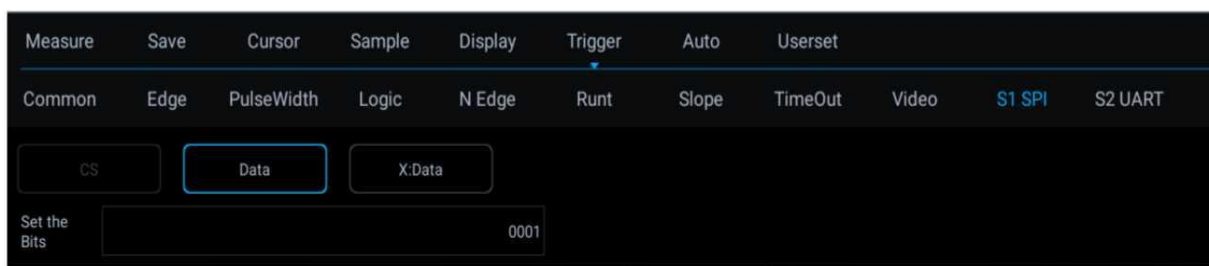


Рисунок 12-19. Меню конфигурации режима триггера шины SPI

Метод работы такой же, как и с идентификатором кадра CAN, который должен быть сопоставлен в конфигурации, поэтому информация повторяться здесь не будет.

**Примечание:** в соответствии с длиной байта данных, установленной декодированием шины, устанавливается значение соответствующего бита в пределах длины байта. Триггер срабатывает, когда соответствующий бит шины данных совпадает с установленным значением.

## • Последовательная шина SPI

Измеряемый канал сигнала Ch1 подключен к CLK, канал Ch2 подключен к DATA, состояние бездействия шины высокое, производится выборка переднего фронта тактового импульса; длина слова данных составляет 4 бита; выбор микросхемы CS выключен; режим триггера соответствует «Data» при 0001. Выполните следующие действия:

1. Нажмите S1, чтобы открыть канал декодирования, и нажмите S1 еще раз, чтобы открыть меню конфигурации шины;
2. Выберите в качестве типа шины «SPI», для тактового импульса выберите передний фронт «Ch1», для данных – высокий уровень «Ch2», а для длины слова данных – «4bit»;
3. Откройте меню настройки триггера, нажмите данные на сенсорном экране и используйте виртуальную программную клавиатуру, чтобы задать для данных соответствие «0001»;
4. Отрегулируйте пороговые уровни двух каналов в соответствии с амплитудой сигнала; графический интерфейс триггера SPI изображен на рисунке 12-20:



Рисунок 12-20. Интерфейс декодирования шины SPI

## Описание пакета данных декодирования шины SPI:

1. Пакет данных декодирования отображает данные о работе шины в реальном времени.
2. Данные декодирования отображаются в шестнадцатеричной системе;
3. Данные отображаются в белом цвете.
4. Если появляется знак «?», необходимо настроить строчную развертку для просмотра результатов декодирования.

| Ch | Time      | Data | Trigger |
|----|-----------|------|---------|
| S1 | 03:640.62 | 7 3  |         |
| S1 | 03:640.63 | 7 4  |         |
| S1 | 03:640.63 | 7 7  |         |
| S1 | 03:640.64 | 7 8  |         |
| S1 | 03:640.65 | 0 4  |         |
| S1 | 03:640.65 | 6 0  |         |
| S1 | 03:640.65 | 1 0  | Yes     |
| S1 | 03:640.65 | 8 4  |         |
| S1 | 03:640.66 | 2 F  |         |
| S1 | 03:640.67 | 0 7  |         |
| S1 | 03:640.68 | 5 7  |         |
| S1 | 03:640.68 | 9 8  |         |
| S1 | 03:640.69 | 1 0  | Yes     |
| S1 | 03:640.69 | 7 0  |         |
| S1 | 03:640.70 | 7 3  |         |
| S1 | 03:640.70 | 7 4  |         |
| S1 | 03:640.71 | 7 7  |         |
| S1 | 03:640.71 | 7 8  |         |
| S1 | 03:640.72 | 7 8  |         |
| S1 | 03:640.72 | 7 C  |         |

Рисунок 12-21. Текстовый интерфейс шины SPI

## Описание текстового интерфейса SPI, как показано на рисунке 12-21:

- a) «Ch»: канал шины.
- b) «Time»: Временные интервалы между последними и текущими кадрами.
- c) «Data»: в соответствии с настройкой длины слова данных отображаются декодированные данные. Например, если длина слова данных составляет 8 бит, в столбце данных отображается только один байт; если длина слова данных составляет 16 бит, в столбце данных отображается 2 байта; если длина слова данных составляет 24 бита, отображается 3 байта; а если длина слова данных составляет 32 бита,

отображается 4 байта.

d) «Trigger»: «Yes» означает, что кадр достигает условия триггера.

Примечание: один кадр «One frame» измеряется установленной «длиной слова данных» и может соответствовать потоку кода 1 бита данных.

## 12.5 Триггер и декодирование шины I2C

Для правильного декодирования данных шины I2C и обеспечения стабильности триггера необходимо настроить конфигурацию шины, выполнить настройки режима триггера и уровня триггера.

- **Конфигурация шины**

Проведите пальцем влево по **S1** или **S2**, чтобы открыть меню конфигурации шины. Конфигурация шины включает тактовый сигнал (SCL) и последовательные данные (SDA), соответствующие настройкам канала. См. рисунок 12-22:

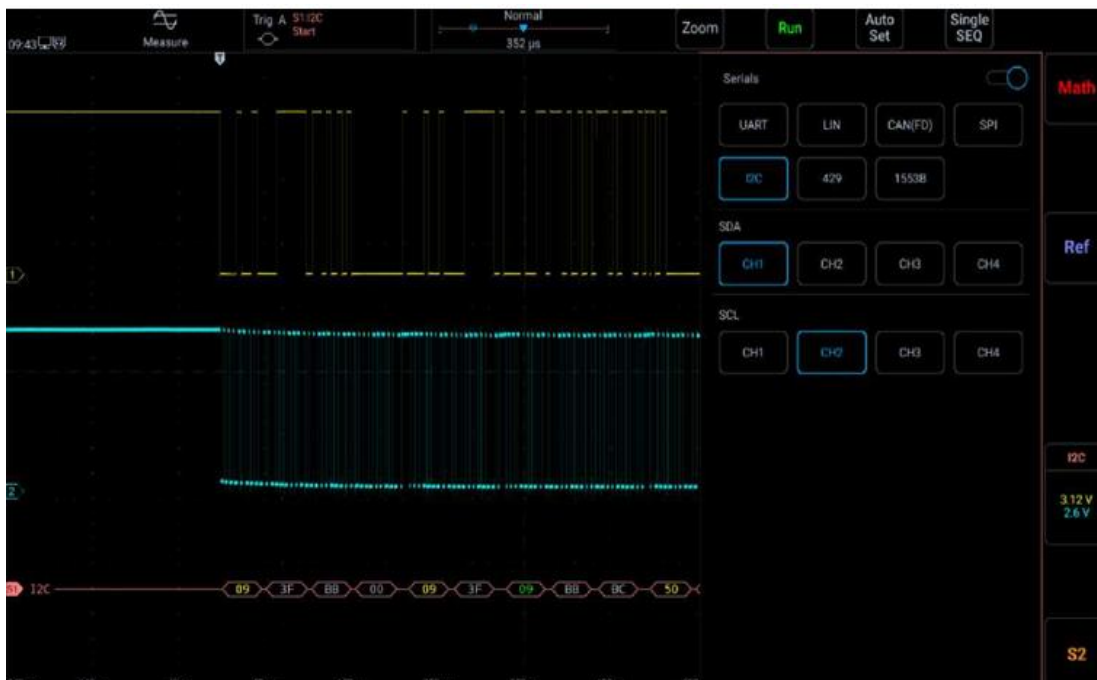


Рисунок 12-22. Меню конфигурации шины I<sup>2</sup>C

**Примечания:** если установлен канал SCL или SDA, система автоматически установит другие каналы.

- **Режим триггера**

Откройте меню конфигурации триггера и выберите соответствующий тип триггера. Если выбран триггер шины I<sup>2</sup>C, нажмите на тип и взаимосвязь триггера на экране, как показано на рисунке 12-23:

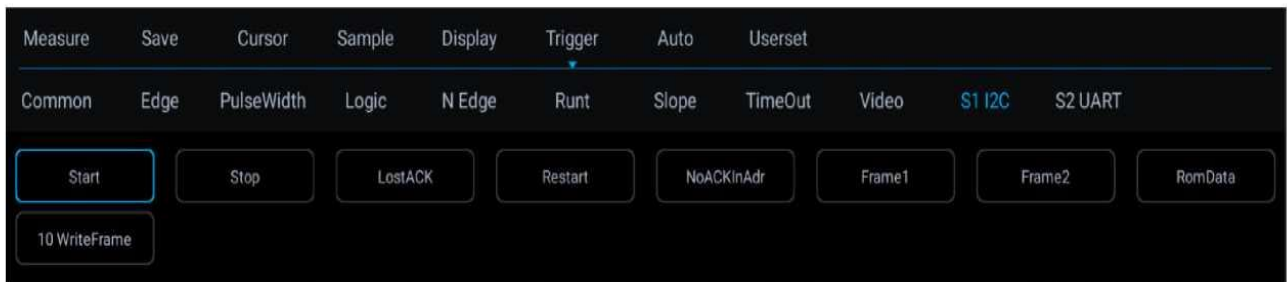


Рисунок 12-23. Меню конфигурации режима триггера шины I<sup>2</sup>C

### **Описание меню режима триггера:**

- Условие триггера – триггер срабатывает, когда SCL имеет высокий уровень, а SDA имеет задний фронт (включая перетриггер).
- Условие остановки – триггер срабатывает, когда SCL имеет высокий уровень, а SDA имеет передний фронт.
- Потеря подтверждения – триггер срабатывает, когда бит сигнала подтверждения шины имеет высокий уровень.
- Повторный триггер – триггер срабатывает, когда новое условие триггера происходит до условия остановки.
- Нет подтверждения адреса – триггер срабатывает, когда бит подтверждения в поле установленного адреса недействителен (игнорируя бит W/R), выберите «Address» в данных триггера и используйте всплывающую виртуальную клавиатуру для его изменения.
- Тип кадра 1 — Start + Address 7 + Read/Write + Acknowledge + Data; если все биты в типе кадра совпадают, триггер срабатывает на кадрах чтения/записи в режиме 7-битной адресации на 17-м фронте тактового

импульса.

Метод работы типа кадра 1: выберите значения после адреса/данных, нажмите на значения после адреса/данных на сенсорном экране и измените их с помощью всплывающей виртуальной клавиатуры.

- a) Тип кадра 2 — Start + Address 7 + Read/Write + Acknowledge + Data 1 + Acknowledge + Data 2; триггер срабатывает на кадрах чтения/записи в режиме 7-битной адресации на 26-м фронте тактового импульса, если все биты в типе кадра совпадают. Метод работы по настройке типа кадра 2 такой же, как и для типа кадра 1, поэтому информация здесь повторяться не будет.
- b) Чтение данных EEPROM – если операция чтения, которая содержит байт управления 1010xxx EEPROM, появляется на шине, и бит сигнала подтверждения правильный, то считанные данные можно собрать. Если собранные данные и заданные данные соответствуют установленному условию соотношения, срабатывает триггер по фронту тактового сигнала бита подтверждения после байта данных.
- c) После выбора «EEPROM Data Read» нажмите кнопку соотношения «=» «>» «<» «≠», метод настройки идентичен методу настройки в поле адреса.
- d) 10-битный кадр записи — триггер срабатывает по 10-битному кадру записи по 26-му фронту тактового сигнала, если все биты в шаблоне совпадают.

Режим триггера – условие триггера, SCL подключается к Ch2, SDA подключается к Ch1. Выполните следующие действия:

1. Нажмите S1, чтобы открыть канал декодирования, и нажмите S1 еще раз, чтобы открыть меню конфигурации шины;
2. Выберите в качестве типа шины «I2C», откройте меню настроек шины и выберите тактовый SCL в качестве канала Ch2;
3. Откройте меню конфигурации режима триггера и нажмите на «Start Condition» на сенсорном экране.

4. Установите пороговый уровень двух каналов в соответствии с амплитудой сигнала; графический интерфейс триггера I2C изображен на рисунке 12-24:



Рисунок 12-24. Графический интерфейс шины I<sup>2</sup>C

### Описание пакета данных декодирования шины I<sup>2</sup>C:

1. Пакет данных декодирования отображает данные о работе шины в реальном времени.
2. Данные декодирования отображаются в шестнадцатеричной системе;
3. Отображение содержимого адреса: адрес чтения отображается зеленым цветом, адрес записи отображается желтым цветом, а данные отображаются белым цветом. «W» обозначает операцию записи, «R» обозначает операцию чтения, «D» обозначает декодирование данных, а «~A» обозначает отсутствие бита сигнала подтверждения.
4. Если появляется знак «?», необходимо настроить строчную развертку для просмотра результатов декодирования.

| Ch | Time      | Addr | Data                             | Confirm | Trigger | Restart |
|----|-----------|------|----------------------------------|---------|---------|---------|
| S1 | 03a167.67 | R00  | 38 3C 3D 3E 3F 40 41 42 43 44 45 |         | Yes     | Yes     |
| S1 | 03a162.33 | W09  | 3F 46 00                         |         | Yes     | Yes     |
| S1 | 03a162.55 | W09  | 3F                               |         | Yes     |         |
| S1 | 03a162.66 | R08  | 45 47                            |         | Yes     |         |
| S1 | 03a162.83 | W50  | 00 00                            |         | Yes     |         |
| S1 | 03a162.99 | R50  | 48 49 4A 4B 4C 4D 4E 4F 50 51 52 |         | Yes     | Yes     |
| S1 | 03a197.65 | W09  | 3F 53 00                         |         | Yes     |         |
| S1 | 03a197.87 | W09  | 3F                               |         | Yes     |         |
| S1 | 03a197.98 | R09  | 53 54                            |         | Yes     |         |
| S1 | 03a198.14 | W50  | 00 00                            |         | Yes     |         |
| S1 | 03a198.31 | R10  | 55 56 57 58 59 5A 5B 5C 5D 5E 5F |         | Yes     | Yes     |
| S1 | 03a212.96 | W09  | 3F 60 00                         |         | Yes     |         |
| S1 | 03a213.18 | W09  | 3F                               |         | Yes     |         |
| S1 | 03a213.29 | R05  | 60 61                            |         | Yes     |         |
| S1 | 03a213.46 | W50  | 00 00                            |         | Yes     |         |
| S1 | 03a213.62 | R50  | 62 63 64 65 66 67 68 69 6A 6B 6C |         | Yes     | Yes     |
| S1 | 03a228.28 | W09  | 3F 6D 00                         |         | Yes     |         |
| S1 | 03a228.50 | W09  | 3F                               |         | Yes     |         |
| S1 | 03a228.61 | R08  | 6D 6E                            |         | Yes     |         |
| S1 | 03a228.78 | W50  | 00 00                            |         | Yes     |         |

Рисунок 12-25. Текстовый интерфейс шины I<sup>2</sup>C

### Описание текстового интерфейса I<sup>2</sup>C, как показано на рисунке 12-25:

- (1) «Ch»: канал шины.
- (2) «Time»: интервалы между последними операциями чтения/записи и текущими операциями чтения/записи.
- (3) «Address»: в адресной строке «R» означает операцию чтения, а «W» – операцию записи
- (4) «Data»: данные, отправленные одной операцией чтения и записи, находятся в строке данных.
- (5) «Ack»: в строке подтверждения «X» означает потерю бита сигнала подтверждения.
- (6) «Trigger»: «Yes» означает достижение условия триггера.
- (7) «Restart»: «Yes» означает достижение условия перезапуска.

## 12.6 Триггер и декодирование шины ARINC429

Для правильного декодирования данных шины ARINC429 и обеспечения стабильности триггера необходимо настроить конфигурацию шины, выполнить настройки режима триггера и уровня триггера.

- **Конфигурация шины**

Проведите пальцем влево по **S1** или **S2**, чтобы открыть меню конфигурации шины. Необходимо настроить следующее:

Источник данных – Выберите канал для сигнала ARINC 429.

Формат слова – Выберите режим декодирования ARINC 429.

Дисплей шины – Установите формат для декодирования данных ARINC 429.

Baud Rate - установка скорости сигнала ARINC 429.

Как показано на рисунке 12-26.



Рисунок 12-26. Меню конфигурации шины ARINC429

- **Режим триггера**

Откройте меню конфигурации триггера и выберите соответствующий тип триггера; если выбран триггер шины ARINC429, нажмите на тип и

взаимосвязи триггера на экране, как показано на рисунке 12-27:



Рисунок 12-27. Меню конфигурации режима триггера шины ARINC429

Если используется триггер LABEL, SDI (идентификатор источника), DATA или SSM (знак символа/состояния), после выбора режима триггера используйте всплывающую виртуальную клавиатуру для его изменения, введите значение и нажмите на «Enter» на виртуальной экранной клавиатуре, чтобы завершить настройку.

### Описание меню конфигурации триггера:

- a) WordBegin: триггер срабатывает в начале слова.
- b) WordEnd: триггер срабатывает в конце слова.
- c) LABEL: Метка, триггер срабатывает при возникновении указанного значения тега.
- d) SDI: Идентификатор источника, триггер срабатывает на указанной исходной клемме.
- e) DATA: триггер срабатывает на указанных данных.
- f) SSM: Метка символа/статуса, триггер срабатывает на указанной матрице статуса символа.
- g) LABEL+SDI: триггер срабатывает на указанной метке и указанной клемме источника.
- h) LABEL+DATA: триггер срабатывает на указанной метке и указанных данных.
- i) LABEL+SSM: триггер срабатывает на указанной метке и указанной матрице статуса символа.
- j) Word Error: триггер срабатывает при возникновении ошибки слова.
- k) Word gap error: триггер срабатывает при возникновении ошибки пробела.

- l) Verification error: триггер срабатывает при возникновении ошибки проверки.
- m) All errors: триггер срабатывает при возникновении какой-либо из указанных выше ошибок.
- n) All 0 bits: триггер срабатывает при возникновении какого-либо бита со значением ноль.
- o) All 1 bits: триггер срабатывает при возникновении какого-либо бита со значением 1.

- **Декодирование последовательной шины ARINC 429**

Источником измеряемого сигнала является канал CH1, формат декодирования – LABEL+DATA, отображение в шестнадцатеричном формате, скорость передачи данных – 12,5 кбит/с, режим триггера – LABEL. Выполните следующие действия:

- 1) Нажмите S1, чтобы открыть канал декодирования, и нажмите S1 еще раз, чтобы открыть меню конфигурации шины;

Выберите тип шины «429», источник «CH1», формат декодирования «LABEL+DATA», отображение - «hexadecimal», скорость передачи данных как «12.5kb/s».

- 2) Откройте меню настроек триггера, выберите в качестве типа триггера триггер шины, S1-ARINC429, режим триггера - «LABEL», и введите «LABEL» как «106» на виртуальной клавиатуре.

Отрегулируйте **высокий пороговый уровень триггера** и **низкий пороговый уровень триггера** в соответствии с амплитудой сигнала. Графический интерфейс триггера ARINC429 изображен на рисунке 12-28:



Рисунок 12-28. Графический интерфейс ARINC429

### Описание пакета данных декодирования шины ARINC429:

- (1) Пакет данных, всего 32 бита, формат данных 8~1 (бит метки, старший бит первый) +9~10(SDI) +11~29 (бит данных, младший бит первый) +30~31 (бит состояния символа) +32 (бит четности)
- (2) Метка (8 бит) – отображается в восьмеричном формате: желтым цветом
- (3) SDI (2 бит) – отображается в двоичном формате: синим цветом
- (4) Данные (19 бит) – отображаются в выбранной системе исчисления: белым или красным цветом, если есть ошибка четности
- (5) SSM (2 бит) – отображаются в двоичном формате: зеленым цветом

| Ch | Time      | Label | SDI | Data     | SSM | Error | Trigger |
|----|-----------|-------|-----|----------|-----|-------|---------|
| S1 | 01a657.97 | 271   | 11  | 01 54 3B | 10  |       | Yes     |
| S1 | 01a660.85 | 271   | 11  | 01 54 3A | 01  |       | Yes     |
| S1 | 01a663.73 | 271   | 00  | 01 54 3B | 00  |       | Yes     |
| S1 | 01a666.62 | 271   | 01  | 01 54 3E | 00  |       | Yes     |
| S1 | 01a669.50 | 271   | 10  | 01 54 37 | 00  |       | Yes     |
| S1 | 01a672.38 | 271   | 11  | 01 54 3E | 00  |       | Yes     |
| S1 | 01a675.26 | 387   | 11  | 05 29 3E | 00  |       | Yes     |
| S1 | 01a678.15 | 233   |     |          |     | Par   | Yes     |
| S1 | 01a681.03 | 067   | 10  |          |     | Par   | Yes     |
| S1 | 01a684.90 | 244   |     |          |     | Par   | Yes     |
| S1 | 01a687.78 | 000   | 01  | 04 DC BA | 00  |       | Yes     |
| S1 | 01a690.64 | 234   |     |          |     | Par   | Yes     |
| S1 | 01a693.52 | 234   | 00  |          |     | Par   | Yes     |
| S1 | 01a696.40 | 247   | 11  | 02 C5 93 | 00  |       | Yes     |
| S1 | 01a704.40 | 275   | 11  | 01 10 E7 | 00  |       | Yes     |
| S1 | 01a707.28 | 302   | 01  | 05 44 DC | 11  |       | Yes     |
| S1 | 01a710.34 | 271   | 11  | 01 54 3F | 10  |       | Yes     |
| S1 | 01a713.22 | 271   | 10  | 01 54 3E | 01  |       | Yes     |
| S1 | 01a716.10 | 271   | 01  | 01 54 3D | 00  |       | Yes     |
| S1 | 01a718.98 | 271   | 00  | 01 54 3C | 11  |       | Yes     |

Рисунок 12-29. Текстовый интерфейс ARINC429

## Описание текстового интерфейса ARINC429, как показано на рисунке 12-29:

- (1) «Ch»: канал шины.
- (2) «Time»: интервалы между последними операциями чтения/записи и текущими операциями чтения/записи.
- (3) «LABEL»: метка, идентификатор информации, отображается в восьмеричном формате.
- (4) «SDI»: идентификатор источника/цели, отображается в двоичном формате (отображает XX, если не идентифицируется отдельно).
- (5) «Data»: содержимое переданной информации, отображается в выбранной системе исчисления.
- (6) «SSM»: матрица символов/статуса, отображается в двоичном формате (отображает XX, если не идентифицируется отдельно).
- (7) «Error»: отображает тип ошибки кадра (ошибка четности «Par», ошибка кадра «Frm»).
- (8) «Trigger»: «Yes» означает достижение условия триггера.

## 12.7 Триггер и декодирование шины 1553B

Для правильного декодирования данных шины 1553B и обеспечения стабильности триггера необходимо настроить конфигурацию шины, выполнить настройки режима триггера и уровня триггера.

- **Конфигурация шины**

Проведите пальцем влево по **S1** или **S2**, чтобы открыть меню конфигурации шины. Необходимо задать источник данных и шестнадцатеричный формат, как показано на рисунке 12-30:



Рисунок 12-30. Меню конфигурации шины 1553B

- **Режим триггера**

Откройте меню конфигурации триггера и выберите соответствующий тип триггера. Если тип триггера — триггер шины 1553B, нажмите на тип триггера на экране, как показано на рисунке 12-31:



Рисунок 12-31. Меню конфигурации режима триггера шины 1553B

### Описание меню конфигурации триггера:

- a) Заголовок синхронизации слова команды/статуса: триггер срабатывает в начале слова команды/статуса (в конце допустимого импульса синхронизации команды/статуса).
- b) Заголовок синхронизации данных: триггер срабатывает в начале слова данных (в конце допустимого импульса синхронизации данных).
- c) Слова команды/статуса: триггер срабатывает при обнаружении указанного слова команды/статуса.
- d) Адрес удаленной клеммы: триггер срабатывает, когда адрес удаленной клеммы (RTA) слова команды/статуса совпадает с указанным значением.
- e) При выборе этой опции доступна программная клавиша RTA, позволяющая выбрать шестнадцатеричное значение адреса удаленной клеммы, по которому срабатывает триггер. При выборе 0xXX (несоответствующее значения) осциллограф запускается на любом RTA.
- f) Ошибка манчестерского кодирования: триггер срабатывает при обнаружении ошибки манчестерского кодирования.
- g) Слово данных: триггер срабатывает при обнаружении указанного слова данных.
- h) Ошибка проверки на нечетность: триггер срабатывает при обнаружении неверных битов проверки на нечетность для данных в слове.
- i) Все ошибки: триггер срабатывает при обнаружении ошибки.

- **Декодирование последовательной шины 1553B**

Источником измеряемого сигнала является канал CH1, отображение шины шестнадцатеричное, скорость передачи данных составляет 12,5 кбит/с, а режимом триггера является заголовок синхронизации слова команды/состояния. Выполните следующие действия:

- (1) Нажмите S1, чтобы открыть канал декодирования, и нажмите S1 еще раз, чтобы открыть меню конфигурации шины;
- (2) Выберите тип шины 1553B, источник «CH1» и отображение «hexadecimal».
- (3) Откройте меню настройки триггера, выберите в качестве типа триггера триггер шины 1553B и в качестве режима триггера - «заголовок синхронизации слова команды/состояния».

**Пороговый уровень** канала регулируется в соответствии с амплитудой сигнала. Графический интерфейс триггера 1553B изображен на рисунке 12-32:



Рисунок 12-32. Графический интерфейс шины 1553B

## Описание пакета данных декодирования шины 1553B:

- (1) Адрес удаленной клеммы (5-битные данные): синим цветом
- (2) Значение оставшихся 11 бит слова команды/состояния: желтым цветом
- (3) Декодированные данные: белым цветом
- (4) Если в слове команды/состояния или данных есть ошибка четности, его декодированный текст отображается красным цветом вместо зеленого или белого.
- (5) Ошибка синхронизации отображается вместе со словом «SYNC».

The screenshot shows a software interface for decoding a 1553B bus. At the top, there are settings for 'Trig A' (S1 1553B C/S Sync), a speed of '360 k', and a mode of 'Normal'. A 'Run' button is visible. The main area is a table with columns: Ch, Time, Type, RAdr, Data, Trigger, and Error. The table contains 20 rows of data. The 'Data' column shows hexadecimal values, some of which are highlighted in yellow (e.g., 0A 08, CC 00, EE FF, 00 C2, 05 C2, 00 01, 00 02, 00 03, 00 03, 03 E3). The 'Trigger' column has 'Yes' or 'No' entries. The 'Error' column is empty. On the right side, there are voltage level indicators for '1553B' (1.35 V) and 'S2'. At the bottom, there are control buttons: 'ENTER VT', 'Screenshot', 'Quick Save', and waveform icons.

| Ch | Time      | Type | RAdr | Data  | Trigger | Error |
|----|-----------|------|------|-------|---------|-------|
| S1 | 03s899.37 | Data | N/A  | 02 00 |         |       |
| S1 | 03s899.39 | Data | N/A  | 04 05 |         |       |
| S1 | 03s899.41 | Data | N/A  | 06 07 |         |       |
| S1 | 03s899.43 | Data | N/A  | 08 09 |         |       |
| S1 | 03s899.45 | Data | N/A  | 0A 0B |         |       |
| S1 | 03s899.47 | Data | N/A  | 0C 0D |         |       |
| S1 | 03s899.49 | C/S  | 1F   | 00 00 | Yes     |       |
| S1 | 03s899.52 | C/S  | 16   | 05 23 | Yes     |       |
| S1 | 03s899.55 | C/S  | 16   | 00 00 | Yes     |       |
| S1 | 03s899.57 | Data | N/A  | AA BB |         |       |
| S1 | 03s899.59 | Data | N/A  | CC DD |         |       |
| S1 | 03s899.61 | Data | N/A  | EE FF |         |       |
| S1 | 03s899.63 | C/S  | 1F   | 00 C2 | Yes     |       |
| S1 | 03s899.65 | C/S  | 10   | 05 C2 | Yes     |       |
| S1 | 03s899.68 | C/S  | 10   | 00 00 | Yes     |       |
| S1 | 03s899.70 | Data | N/A  | 00 01 |         |       |
| S1 | 03s899.72 | Data | N/A  | 00 02 |         |       |
| S1 | 03s899.74 | Data | N/A  | 00 03 |         |       |
| S1 | 03s899.77 | C/S  | 0A   | 00 03 | Yes     |       |
| S1 | 03s899.80 | C/S  | 1F   | 03 E3 | Yes     |       |

Рисунок 12-33. Текстовый интерфейс 1553B

## Описание текстового интерфейса 1553B, как показано на рисунке 12-33:

- (1) «Ch»: канал шины.
- (2) «Time»: интервалы между последними операциями чтения/записи и текущими операциями чтения/записи.
- (3) «Type»: тип кадра (кадр данных DATA, кадр команды/состояния C/S, другие N/A).
- (4) «RAdr»: адрес удаленной клеммы, отображаемый в выбранной системе

счисления (N/A для отсутствия отображения содержимого).

- (5) «Data»: содержимое переданной информации, отображается в выбранной системе исчисления.
- (6) «Trigger»: «Yes» означает достижение условия триггера.
- (7) «Error»: отображает тип ошибки кадра (ошибка четности «Par», ошибка манчестерского кодирования «M-ch»).

## **Глава 13 Функции главной страницы**

В этой главе содержится описание функций главной страницы осциллографа и описываются функции всех значков на главной странице и в настройках. Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы изучить функции главной страницы осциллографа серии AVU1.

- Магазин приложений
- Настройки
- Управление файлами
- Калькулятор
- Браузер
- Галерея
- Календарь
- Электронные инструменты
- Часы
- Отключение питания
- ES file Explorer

На следующем рисунке представлено содержание главной страницы осциллографа. Проведите пальцем влево или вправо, чтобы отобразить оставшиеся приложения. См. рисунок 13-1.

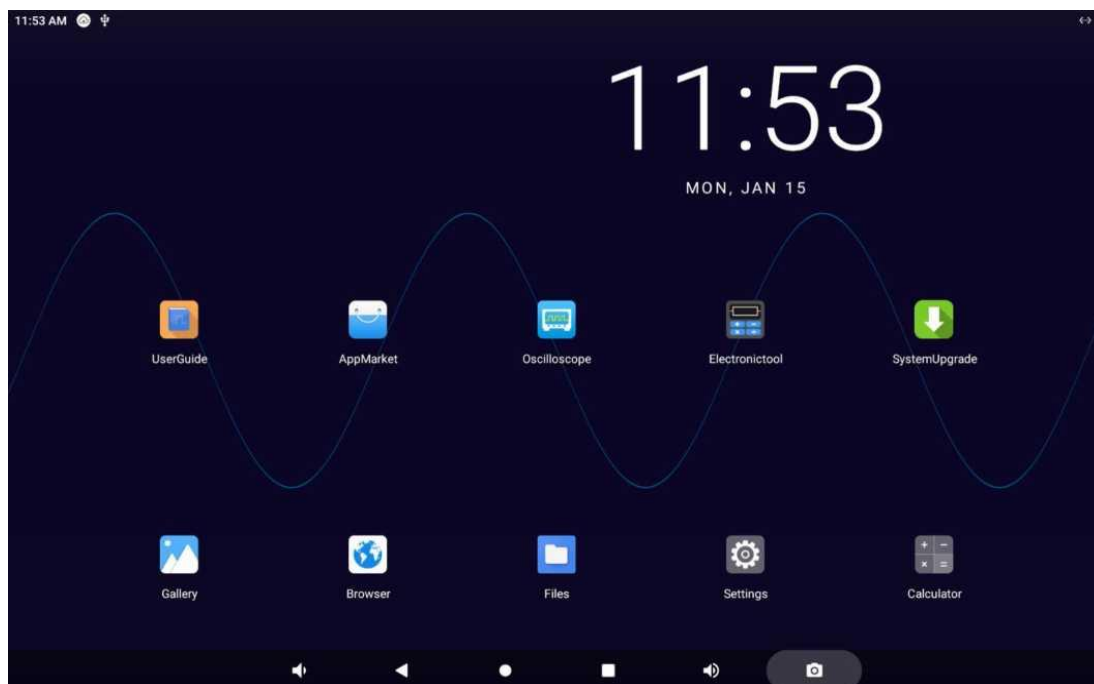


Рисунок 13-1. Интерфейс главной страницы

## 13.1 Магазин приложений

Нажмите на значок магазина приложений на главной странице, чтобы перейти к интерфейсу магазина приложений, как показано на рисунке 13-2. Магазин приложений включает в себя разделы Network, Local, U-disk и About.

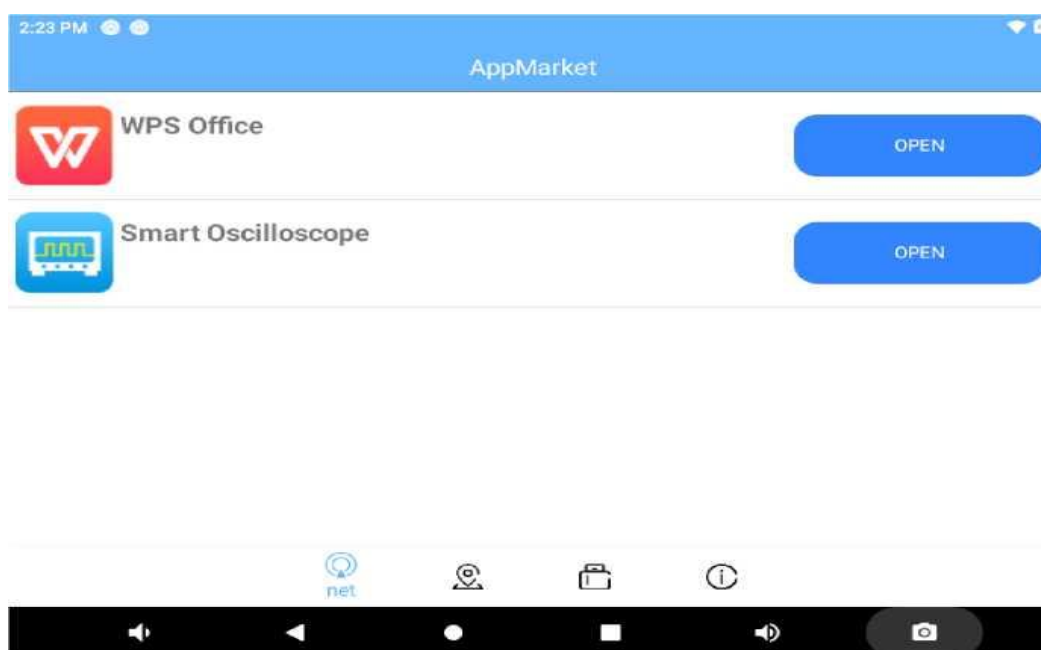


Рисунок 13-2. Магазин приложений

## Сеть

Нажмите на «Network», чтобы открыть список приложений.

Нажмите на значок приложения, чтобы просмотреть сведения, такие как номер версии текущего приложения и описание приложения, и нажмите на зеленую опцию открытия ниже, чтобы открыть или установить текущее приложение.

Нажмите на зеленую опцию справа от списка приложений, чтобы открыть и установить приложение.

## Local

Приложения, которые были загружены и установлены, отображаются локально. Если локально отсутствует загруженный файл пакета установки приложения, интерфейс отобразит сообщение «There are no available apk files in the local directory» («В локальном каталоге нет доступных файлов apk»).

## U-disk

Интерфейс U-диска отобразит приложения, которые можно открыть на USB-диске.

Если USB-диск не подключен, интерфейс отобразит сообщение «U-disk not inserted».

Если после подключения USB-диска на USB-устройстве отсутствуют файлы apk для установки, интерфейс отображает сообщение «There is no available apk file in the U disk directory».

## About

В интерфейсе «About» можно просмотреть модель оборудования, пропускную способность, серийный номер, информацию о версии, дату отгрузки и информацию об установленных опциях. Откройте виртуальную клавиатуру и введите номер лицензии для установки соответствующих опций.

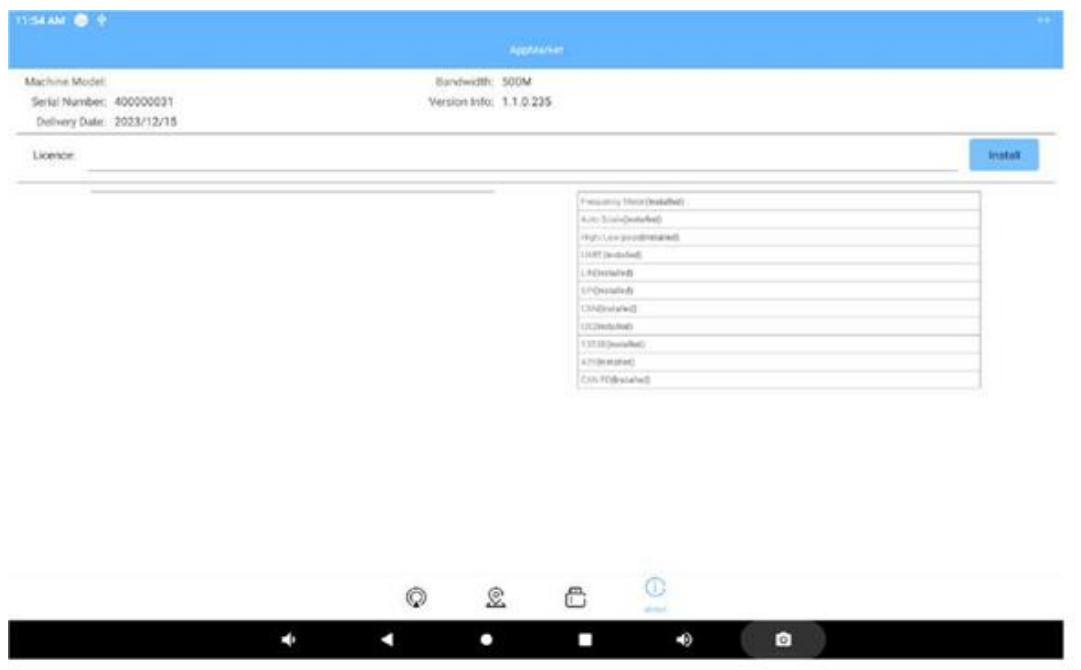


Рисунок 13-3: Интерфейс «About»

Можно установить следующие опции: UART, LIN, SPI, CAN, I2C, 1553B, 429 и другие последовательные декодеры (см. [главу «Запуск и декодирование последовательной шины»](#)).

## 13.2 Настройки

Нажмите на «Settings» на главной странице, чтобы войти в интерфейс «System Settings». Настройки в интерфейсе настроек включают Network & internet, Display, Sound, Storage, System и About Oscilloscope, как показано на рисунке 13-4.



Рисунок 13-4 Интерфейс настройки системы

### **Подключение WLAN (необходимо подключить модуль Wi-Fi)**

Нажмите на значок «WIFI», чтобы войти в интерфейс настроек WLAN, как показано на рисунке 13-5.



Рисунок 13-5. Настройка подключения WLAN

Нажмите на панель включения/выключения, чтобы включить функцию

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

WLAN. Осциллограф может автоматически сканировать окружающие беспроводные сети и отображать их имена в виде списка.

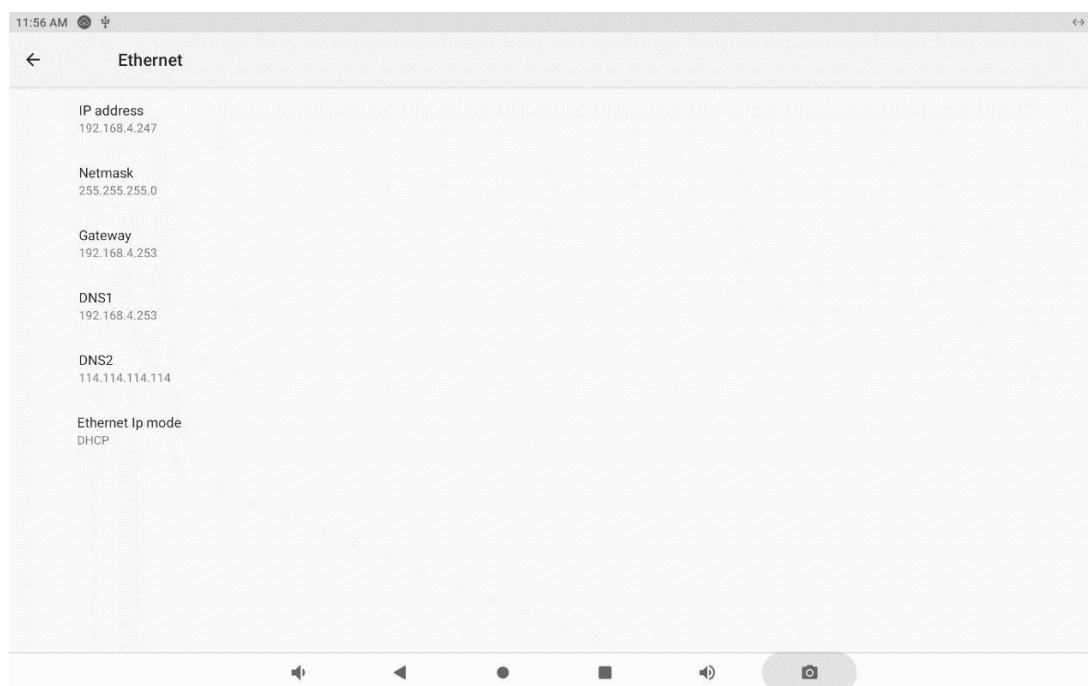
Нажмите на беспроводную сеть, к которой нужно подключиться, и появится поле ввода пароля. Введя пароль с помощью виртуальной клавиатуры, нажмите на «Enter», чтобы подключить осциллограф к беспроводной сети.

После подключения сети нажмите на шестеренку настроек справа от сети, чтобы просмотреть ее MAC-адрес, IP-адрес, шлюз, DNS и другую подробную информацию.

Нажмите на текущую сеть, чтобы получить дополнительные настройки для WIFI.

## Ethernet

Подключите разъем LAN осциллографа к сети Ethernet. После подключения нажмите Ethernet, чтобы войти в интерфейс настройки Ethernet, см. рисунок 13-6.



13-6. Настройки подключения к сети Ethernet

## Точка доступа и создание точки доступа на мобильном телефоне (требуется подключение модуля Wi-Fi)

Нажмите «Network» и «Internet» -> Точка доступа и общий доступ к сети, чтобы войти в интерфейс настройки точки доступа WLAN.

Нажмите «WLAN Hotspot», чтобы войти в точку доступа и открыть ее. С помощью виртуальной клавиатуры можно ввести имя сети и пароль для настроек, как показано на рисунке 13-7. Другие устройства могут обмениваться файлами области видимости, подключаясь к точке видимости.

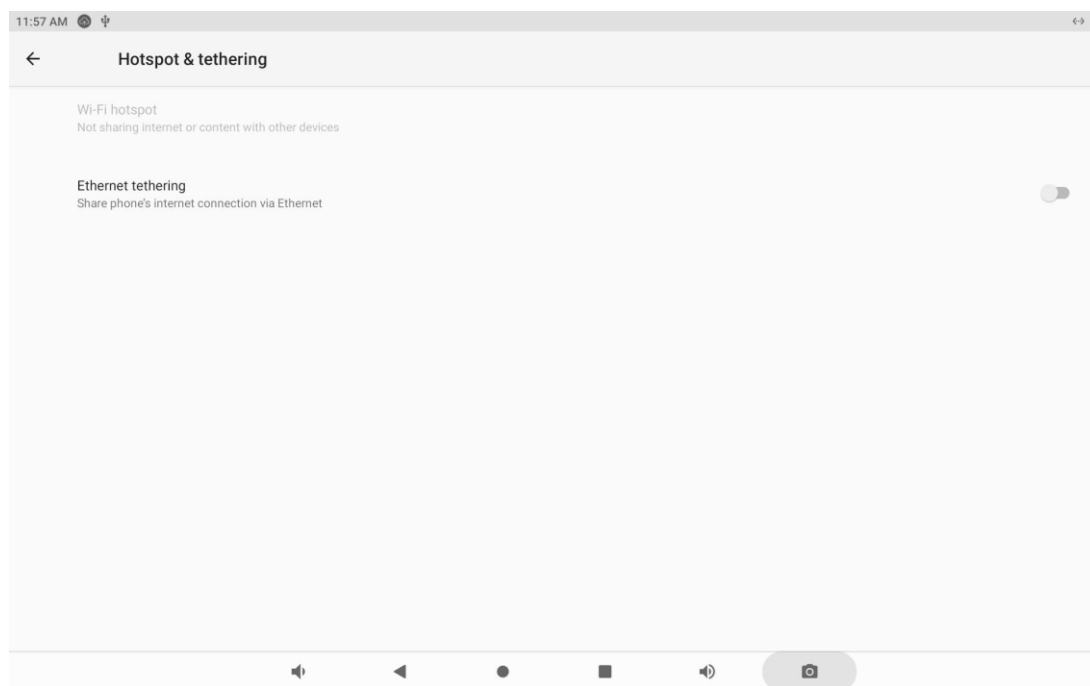


Рисунок 13-7. Настройка портативной точки доступа WLAN

## Дисплей

Нажмите на значки дисплея, чтобы настроить уровень яркости осциллографа, темную тему, обои, размер шрифта и размер отображения.

Уровень яркости: чтобы настроить яркость дисплея экрана, необходимо перетащить индикатор состояния.

Темная тема: это функция использования черного фона, чтобы продлить срок службы батареи на некоторых экранах.

Обои: Установка обоев экрана.

Размер шрифта: Изменение размера шрифта дисплея системы.

Размер отображения: Увеличение или уменьшение элементов на экране. Некоторые приложения на экране могут изменять положение.

## **Звук**

Нажмите на значок «sound» и перетащите индикатор состояния в разделе звука, чтобы изменить громкость мультимедиа, громкость будильника и громкость уведомлений. Нажав на мелодию уведомления по умолчанию, пройдитесь по списку вверх и вниз, чтобы выбрать мелодию, затем нажмите на «ОК».

## **Хранение**

Нажмите на «Storage», чтобы войти в интерфейс просмотра пространства для хранения, затем просмотрите общую емкость хранилища, размер доступного пространства, а также размер памяти приложений (данные приложений и медиаконтент), изображений, видео, аудио (музыка, рингтоны, подкасты и т. д.), загружаемого контента, данных кэша и т. д.

306

Если подключено USB-устройство, отобразится общая емкость хранилища и доступный размер памяти, а также можно удалить и отформатировать SD-карту.

## **Снимок экрана**

Нажмите на снимок экрана, чтобы войти в настройки сохранения снимков

экрана, и включите параметр «Save screenshot to U disk». Когда соединение с U-диском будет распознано, снимок экрана будет сохранен на U-диске первым (путь - PictureScreenshot). При отсутствии диска U Если диск подключен, он сохраняется в локальном хранилище.

## **Язык и метод ввода**

Нажмите на значки «System → language» и ввода, чтобы установить язык системы и способ ввода.

Язык: добавьте язык и перетащите его на первую позицию списка языков, чтобы сделать его системным языком.

Проверка орфографии: если эта функция включена, будет автоматически проверяться правильность ввода текста.

Экранная клавиатура включает в себя клавиатуру Android и Gboard, нажмите на значок управления экранными клавиатурами, чтобы отключить одну из них.

Дополнительные настройки включают проверку орфографии, службу автозаполнения, личный словарь, скорость указателя.

## **Дата и время**

Нажмите на «System» → значки даты и времени, чтобы установить системную дату и время.

Использование сетевого времени: если эта опция включена, в качестве системного времени будет использоваться время, предоставленное сетью.

После включения этого параметра дату и время нельзя установить вручную.

Установить дату: Установка системной даты вручную.

Установить время: Установка системного времени вручную.

Выбрать часовой пояс: Установка часового пояса вручную.

Использовать 24-часовую систему: если эта опция включена, системное время будет 24-часовым, а если выключена, 12-часовым.

## **Об осциллографе**

В интерфейсе «About» содержится юридическая информация, версия Android, IP-адрес, номер сборки и другая информация.

Поддерживаемые обновления онлайн: обновление включения/выключения системы, обновление приложения, обновление интерфейса загрузки, обновление руководства пользователя...

## **13.3 Управление файлами**

Приложение менеджера файлов может обеспечить быстрый доступ и управление различными файлами, хранящимися на оборудовании.

Нажмите на значок приложения «Files» на экране главной страницы, чтобы войти в интерфейс управления файлов.

Recent: показывает файлы, которые были недавно открыты

Classification: просмотр файлов по типам, включая изображения, видео, аудио, документы, загрузки и т. д.

Local: просмотр содержимого, хранящегося в осциллографе, в традиционном режиме списка папок. Если подключено USB-устройство, содержимое USB-устройства также может быть доступно через внешнее

хранилище.

Для работы с файлами просто нажмите и удерживайте один файл, чтобы выбрать его. Выбранный файл будет помечен синим символом  $\wedge$ . Затем нажмите оставшиеся файлы для выбора. Затем нажмите на оставшиеся файлы, чтобы выбрать их. Если необходимо выбрать все файлы, нажмите значок в правом верхнем углу экрана и нажмите на «Select all», что также включает копирование, вырезание, сжатие, переименование и другие операции. Нажмите значок корзины, чтобы удалить файлы.

### **13.4 Калькулятор**

Нажмите на значок калькулятора на главной странице, чтобы открыть приложение калькулятора.

Калькулятор может выполнять простые вычисления сложения, вычитания, умножения и деления, а также научные вычисления.

### **13.5 Браузер**

Нажмите на значок браузера на главной странице, чтобы войти в интерфейс браузера. После этого, если состояние сети хорошее, он может получить доступ к Интернету.

### **13.6 Галерея**

Нажмите на приложение «Gallery» на главной странице интерфейса, чтобы войти в интерфейс просмотра изображений, как показано на рисунке 13-8.

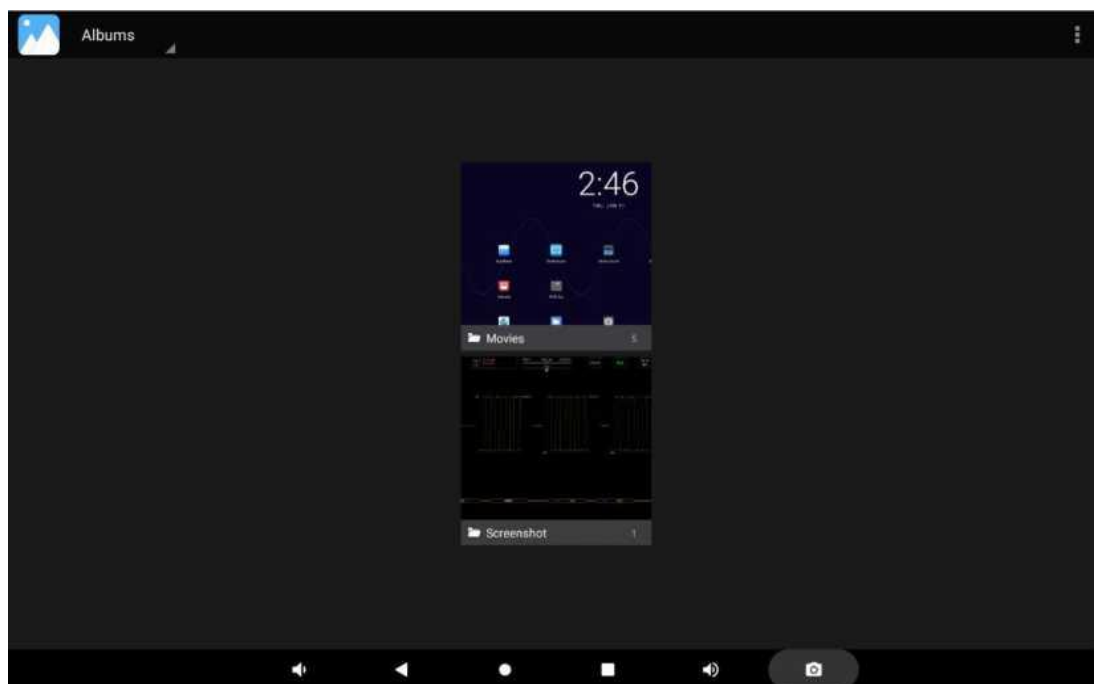


Рисунок 13-8. Интерфейс просмотра изображений

Галерея предоставляет локально сохраненные фотографии/видео с функциями просмотра изображений/видео и редактирования фотографий.

В интерфейсе просмотра изображений изображения и видео можно классифицировать по разным категориям в соответствии с методом в верхнем левом углу и нажимать на них, чтобы просматривать изображения или видео.

При просмотре изображений нажмите на них, чтобы отобразить их на весь экран. При просмотре видео проведите пальцем влево и вправо, чтобы выбрать видео, которое необходимо воспроизвести. Нажмите на кнопку воспроизведения в виде треугольника, и видео начнет воспроизводиться автоматически. Коснитесь экрана, чтобы приостановить воспроизведение. В режиме отображения на весь экран перетащите изображения влево и вправо, чтобы просмотреть предыдущие и следующие изображения. Нажмите на кнопку перехода на шаг назад, чтобы выйти из полноэкранного режима, как показано на рисунке 13-9.

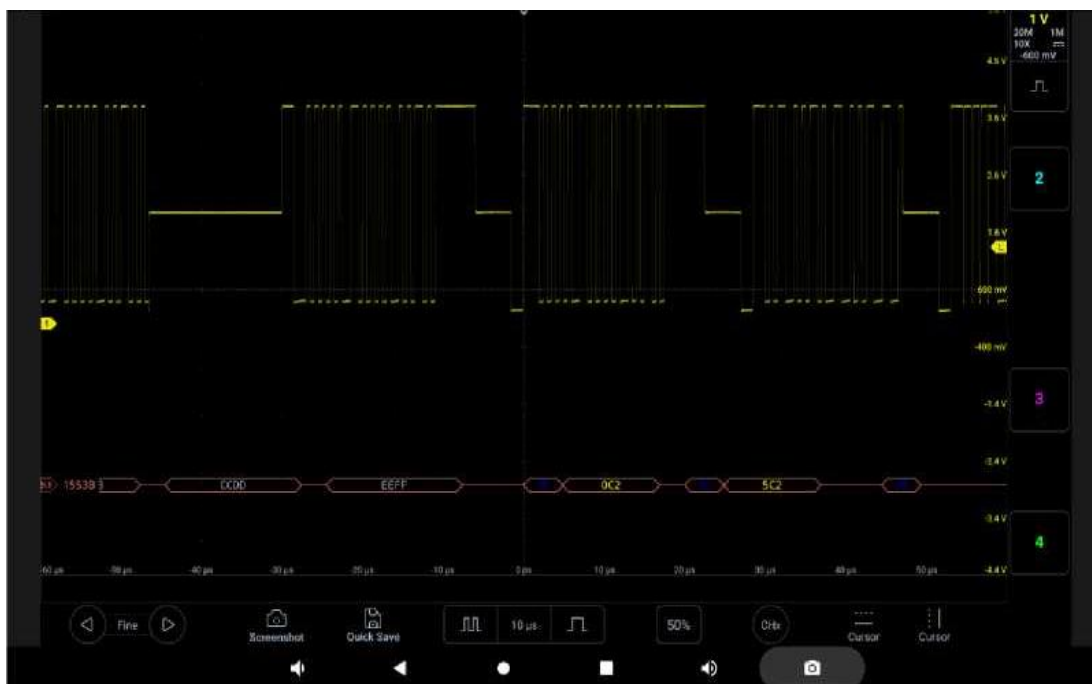


Рисунок 13-9. Интерфейс полноэкранного просмотра изображений

При просмотре изображений и видео нажмите на опцию в правом верхнем углу экрана и щелкните, чтобы выбрать элементы. Изображения и видео можно выбрать. Нажмите на значок корзины в правом верхнем углу экрана, чтобы удалить изображения или видео.

При подключении USB-устройства к осциллографу, если на USB-устройстве есть изображения или видео, они будут автоматически отображаться в интерфейсе просмотра изображений.

## 13.7 Календарь

Нажмите на значок приложения «Calendar» на экране главной страницы, чтобы войти в интерфейс календаря.

Нажмите на «TODAY» в правом верхнем углу экрана, чтобы перейти непосредственно к сегодняшней дате.

Нажмите на дату в левом верхнем углу экрана, чтобы настроить стиль отображения календаря по дням, неделям и месяцам.

## 13.8 Электронные инструменты

Приложение электронных инструментов может предоставить удобный набор электронных инструментов для вычисления.

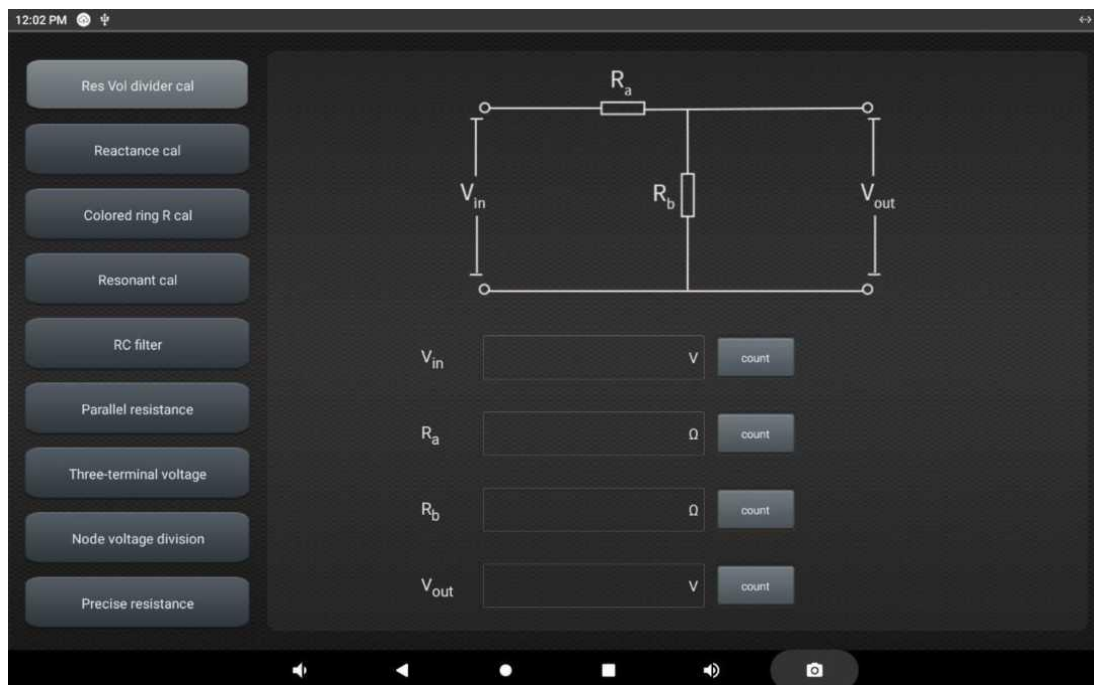


Рисунок 13-10. Функция электронных инструментов для вычисления

## 13.9 Часы

Нажмите на значок времени на главной странице или значок приложения «Clock», чтобы открыть экран настроек часов, как показано на рисунке 13-11.

### Будильник

Add an alarm: Нажмите на кнопку «+» ниже, чтобы добавить будильник и создать настройки.

Alarm time: перетащите розовую точку на циферблате, чтобы установить часы, и перетащите еще раз, чтобы установить минуты.

Repeat: доступно с понедельника по воскресенье, нажмите на значок календаря справа, чтобы войти в календарь для индивидуального выбора.

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**

Alarm ringtone: Выберите мелодию будильника, поддерживает локальную мелодию, системную мелодию, отсутствие мелодии.

Label: при срабатывании будильник будет отображаться на экране.

Delete alarm: Нажмите на время будильника, которое нужно удалить, в списке и выберите «Delete» в нижней части страницы редактирования будильника.

Switch status: нажмите на переключатель за будильником, чтобы включить или выключить его.

## **Мировое время**

Add region: Нажмите на кнопку внизу с изображением глобуса и выберите город в списке городов.

## **Таймер**

Add timer: Введите час, минуты и секунды, нажмите на треугольную кнопку, чтобы начать обратный отсчет.

Delete timer: Нажмите «DELETE», чтобы удалить таймер.

Pause: Нажмите на кнопку с двойным прямоугольником, чтобы приостановить таймер.

## **Секундомер**

Start: Нажмите на треугольную кнопку, чтобы начать отсчет времени.

Pause: Нажмите на кнопку с двойным прямоугольником ниже, чтобы приостановить секундомер.

Mark: Нажмите на круглую кнопку, чтобы сделать отметку.

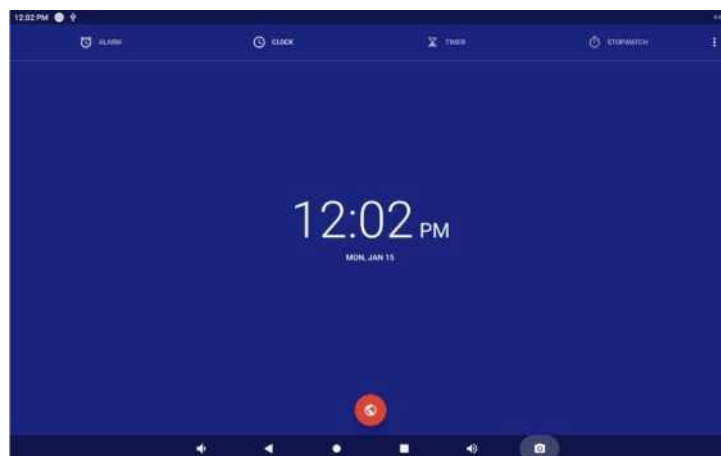



Рисунок 13-11. Установка времени

### 13.10 Отключение питания

Нажмите и удерживайте кнопку питания  , чтобы открыть меню настройки выключения питания, как показано на рисунке 13-12. Функция выключения питания содержит 4 варианта: выключение, перезагрузка, режим ожидания, блокировка экрана.

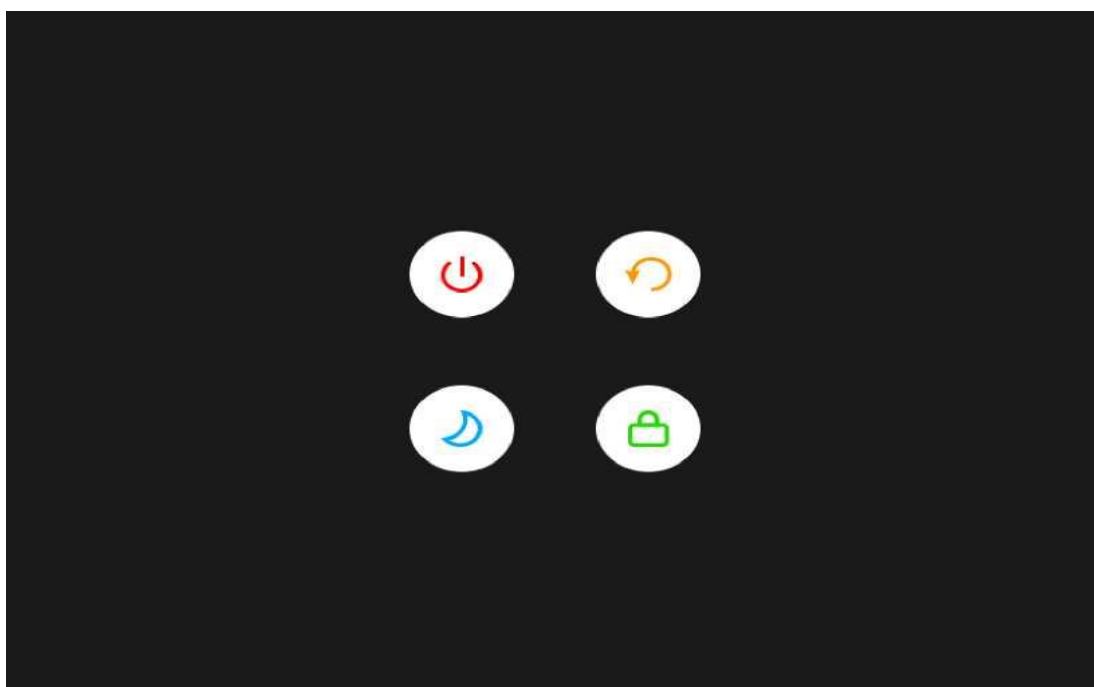





Рисунок 13-12. Интерфейс выключения питания

**Выключение:** Нажмите кнопку , чтобы выключить осциллограф.

**Перезагрузка:** Нажмите кнопку , чтобы выполнить перезагрузку осциллографа.

**Режим ожидания:** Нажмите на кнопку , чтобы перевести осциллограф в режим ожидания, нажмите на кнопку питания , чтобы вывести его из режима ожидания.

**Блокировка экрана:** Нажмите кнопку , чтобы заблокировать экран осциллографа, повторите это действие, чтобы разблокировать экран.

## 13.11 Проводник

Используйте браузер файлов ES для беспроводной передачи файлов осциллографа на компьютеры и смартфоны.

Подключите осциллограф к Wi-Fi и находитесь в том же сетевом шлюзе, что и компьютер/смартфон, нажмите «Network» в правой части пользовательского интерфейса ES file Explorer, затем нажмите «View on PC» и «TURN ON», чтобы получить ftp-адрес и порт.

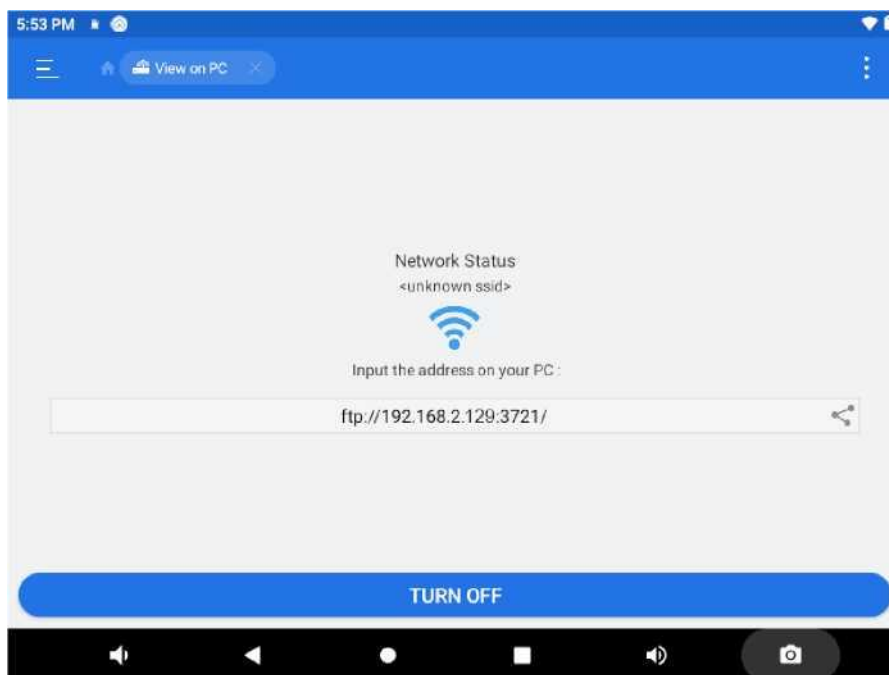


Рисунок 13-14. ES file Explorer

**На компьютере:** установите программу ftp-клиент, в качестве примера здесь используется FileZilla. Поместите компьютер и осциллограф в один сетевой шлюз, создайте новый сайт, используйте протокол передачи файлов FTP, введите адрес хоста и номер порта, сгенерированные проводником файлов ES осциллографа, и установите тип входа в систему - анонимный.

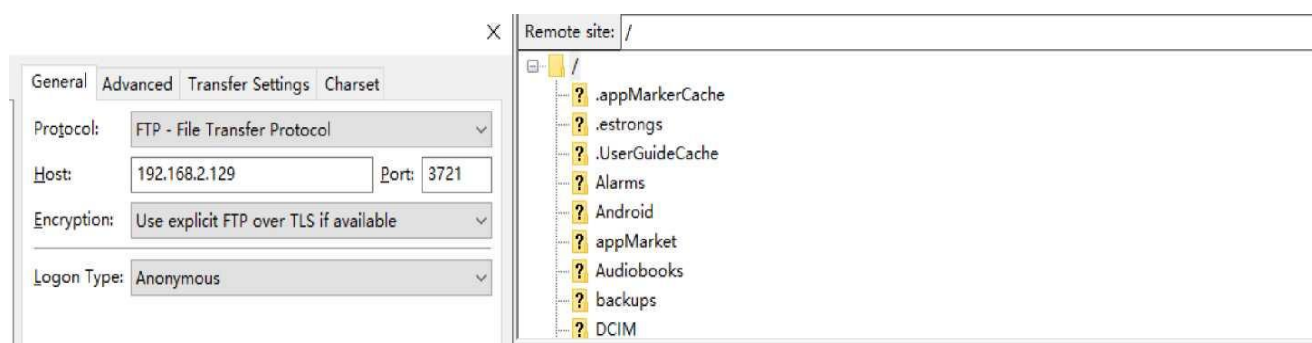


Рисунок 13-15. FileZilla

**На смартфоне:** установите приложение ftp-клиент, в качестве примера можно взять приложение ES file explorer. Разместите смартфон и осциллограф на одном сетевом шлюзе, откройте ftp и введите URL-адрес и номер порта, сгенерированные осциллографом ES file explorer, и подключитесь (ввод учетной записи и пароля не требуется).

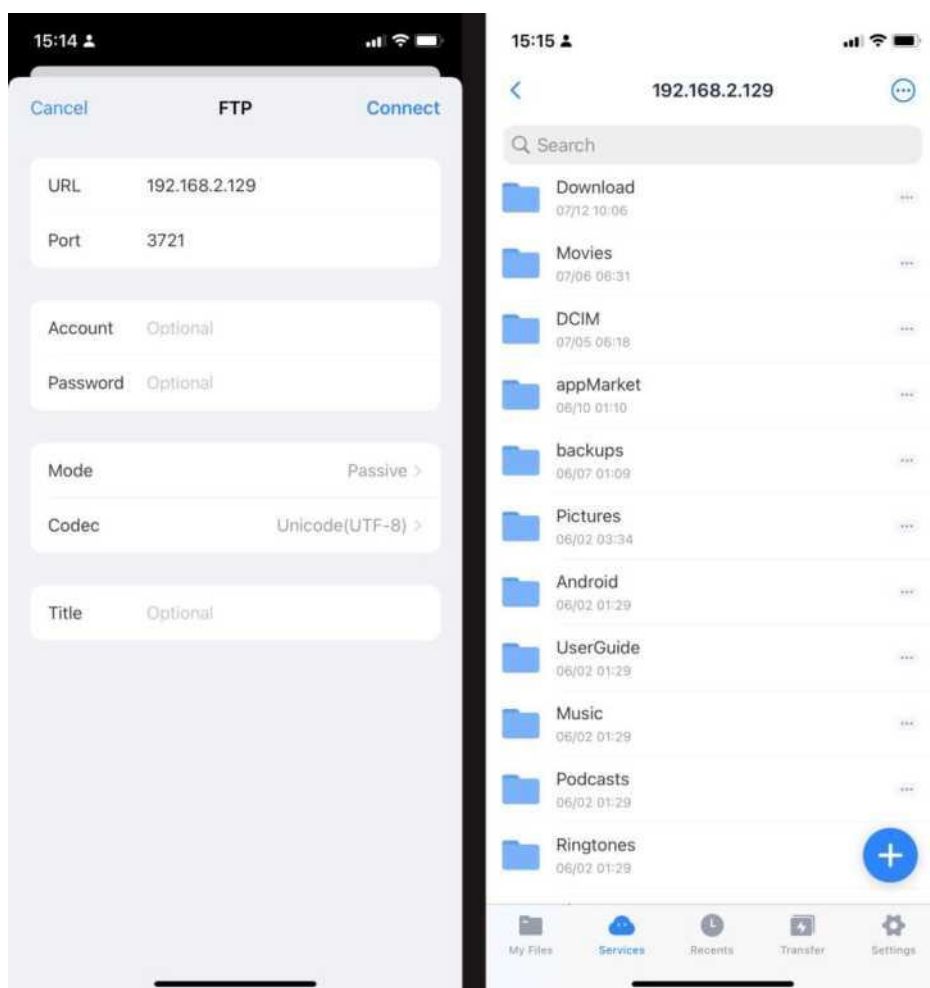


Рисунок 13-16. ftp сервер на смартфоне

После завершения преобразования откройте приложение для работы с файлами и введите путь `smart/bin2csv`, чтобы найти успешно преобразованный файл `csv`. Такие файлы занимают большой объем. Перед конвертацией обратите внимание на оставшееся место в памяти осциллографа (32 Гб, без учета занимаемого системного пространства).

## Глава 14. Дистанционное управление

В этой главе описывается применение хост-компьютера, мобильного дистанционного управления и команд SCPI, чтобы понять функции дистанционного управления осциллографа серии AVU1.

- Хост-компьютер

- Мобильное дистанционное управление
- SCPI


## 14.1 Хост-компьютер

Для управления прибором с помощью программного обеспечения хост-компьютера сначала необходимо установить драйвер NI, затем загрузить и установить программное обеспечение RemoteDisplay. Данное программное обеспечение применимо только для осциллографа серии AVU1.

### 14.1.1 Установка программного обеспечения хост-компьютера

**Примечание:** Программное обеспечение хост-компьютера поддерживает только операционную систему Win7 или более позднюю версию. Сначала на компьютере необходимо установить драйвер NI-VISA.

### 14.1.2 Подключение хост-компьютера

**Подключение с помощью USB:** подключите USB-устройство к компьютеру и осциллографу с помощью USB-кабеля передачи данных. После того, как компьютер распознает USB-устройство, откройте хост-компьютер, установите режим подключения на USB , и информация об устройстве отобразится в поле отображения информации об устройстве в правом нижнем углу. Это означает, что осциллограф найден. Нажмите, чтобы подключиться к выбранному осциллографу.

**Подключение с помощью WIFI:** В настройках осциллографа → меню WLAN выберите WIFI и подключите тот же WIFI к компьютеру, чтобы убедиться, **что компьютер и осциллограф находятся в одной сети.** Откройте хост-компьютер, установите Net , в качестве режима подключения, и информация об устройстве отобразится в поле отображения информации об устройстве в правом нижнем углу. Это означает, что осциллограф найден. Нажмите, чтобы подключиться к

**Руководство по эксплуатации. Осциллограф портативный VESNA AVU1**



выбранному осциллографу.

**Подключение с помощью ввода IP-адреса:** В случае сетевого подключения (WIFI или LAN) напрямую введите IP-адрес подключаемого осциллографа в поле отображения информации об устройстве осциллографа в правом нижнем углу, а затем нажмите на кнопку состояния подключения осциллографа. Хост-компьютер будет подключен к осциллографу, соответствующему введенному IP-адресу.

### 14.1.3 Описание основного интерфейса



Рисунок 14-2. Интерфейс хост-компьютера

|   |  |
|---|--|
| <p>1.  Кнопка включения/выключения хост-компьютера</p> | <p>Нажмите, чтобы выйти из программного обеспечения хост-компьютера</p>  |
| <p>2.  Кнопка состояния подключения осциллографа</p>   | <p>Кнопка имеет два состояния:<br/>Зеленый цвет: подключение к выбранному осциллографу;<br/>Красный цвет: отключение от осциллографа при нажатии</p> |


|  |  |
|--|--|
| 3.  Кнопка быстрой камеры                 | Нажмите, чтобы быстро сделать снимок. Снимки хранятся в локальном каталоге C:\Users\Public\Pictures  |
| 4.  Кнопка видеозаписи                    | Нажмите, чтобы включить или выключить функцию видеозаписи. Видео хранятся в локальном каталоге C:\Users\Public\Videos  |
| 5.  Кнопка хранения на хост-компьютере    | Задаёт места хранения снимков и видеозаписей   |
| 6.  Выбор режима подключения осциллографа | Доступны подключения с помощью USB и WIFI<br>Примечание: Подключение с помощью WIFI должно гарантировать, что осциллограф и компьютер находятся в одной сети |
| 7. Область отображения хост-компьютера   | Синхронное отображение с осциллографом   |
| 8. Отображение информации об осциллографе  | Отображение модели осциллографа, режима подключения, серийного номера, IP и другой информации, выбор осциллографа для подключения                            |
| 9. Область управления формой сигнала хост-компьютера   | Кнопка области управления формой сигнала имеет ту же функцию, что и кнопка на осциллографе   |

#### 14.1.4 Описание рабочего интерфейса

Хост-компьютер и осциллограф отображаются синхронно, а режим работы с осциллограммой и режим открытия и закрытия меню такие же, как и на осциллографе; левая кнопка мыши и режим работы одним пальцем такие же, и оба они могут выполнять операции скольжения, щелчка, перетаскивания и т. д.

## 14.1.5 Хранение и просмотр изображений и видео

### Настройки хранения изображений и видео:

Откройте настройки хранилища хост-компьютера , задайте место хранения изображений и видео, как показано на рисунке ниже:

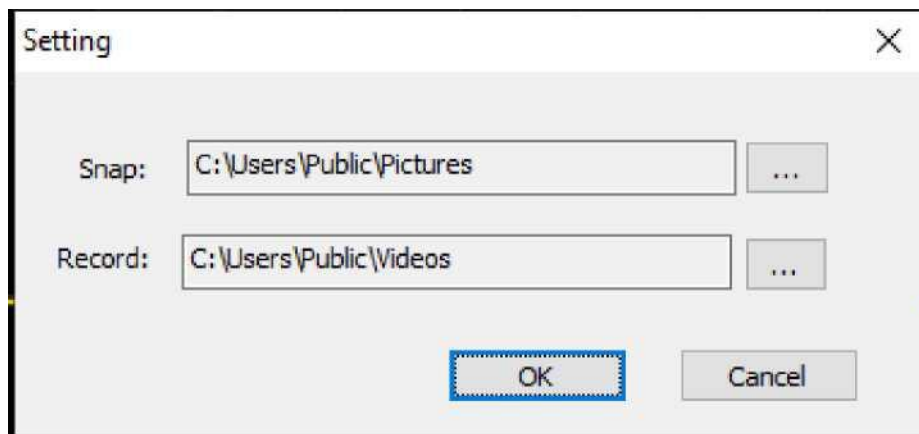


Рисунок 14-3. Настройка хранилища хост-компьютера

Снимки хранятся в локальном каталоге `C:\Users\Public\Pictures` по умолчанию. Мы также можем хранить их в каталоге, который мы сами определяем в соответствии с нашими собственными потребностями. Например, мы храним фотографии в каталоге «mini photo» на диске E-drive. Место хранения видео можно задать таким же образом, и затем нажать на «OK».

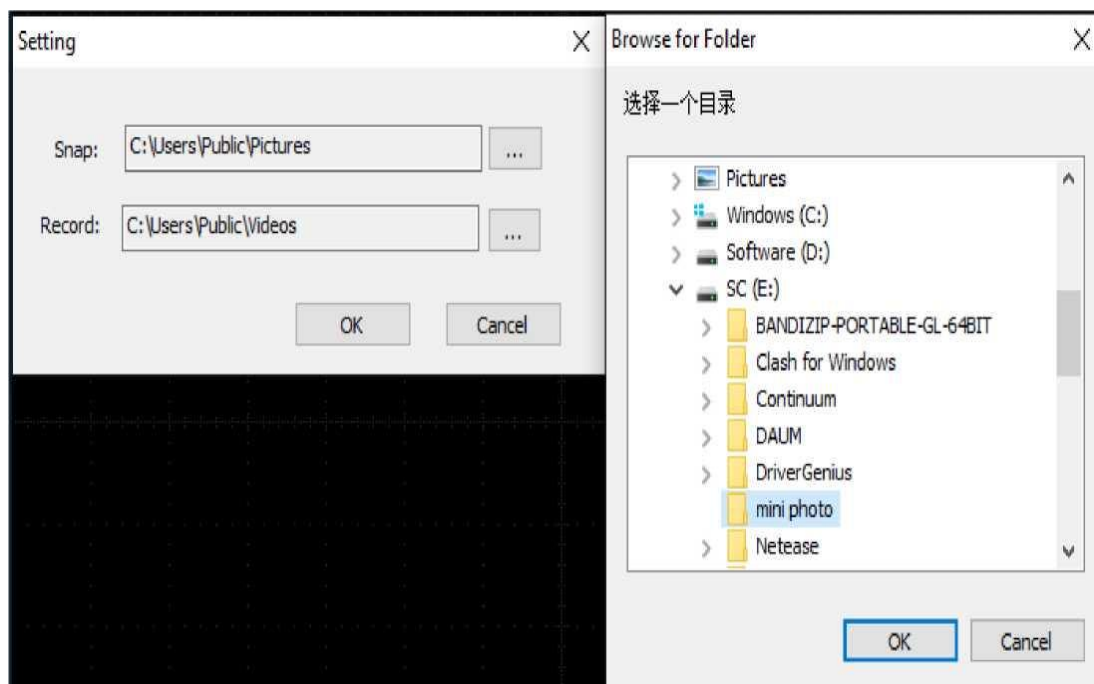


Рисунок 14-4. Изменение каталога хранения

### Просмотр изображений и видео:

Откройте каталог хранения изображений (видео), чтобы просмотреть изображения (видео), хранящиеся на хост-компьютере.

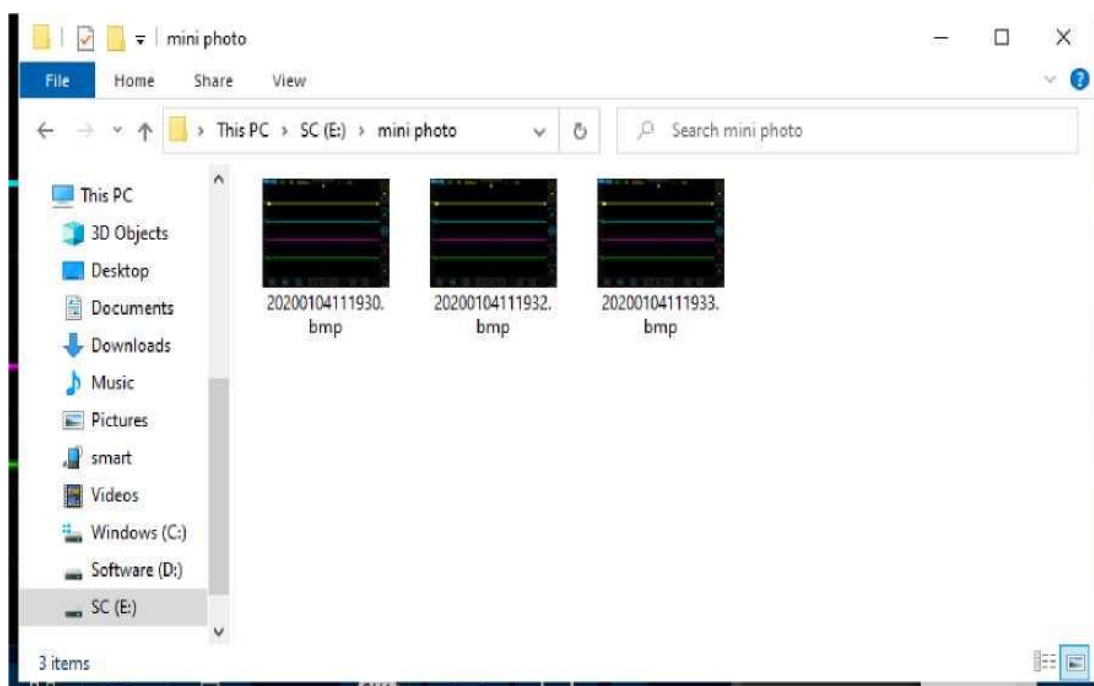


Рисунок 14-5. Просмотр изображений

## 14.2 Мобильное дистанционное управление

Осциллографы серии AVU1 поддерживают дистанционное управление с мобильного телефона (Android и iOS). Для этого необходимо загрузить приложение Android и установить его. Для iOS перейдите в магазин Apple и найдите «Tablet Oscilloscope», чтобы получить его.

После успешного подключения приложения мобильное устройство можно использовать для управления осциллографом и отображения интерфейса осциллографа в режиме реального времени.



Рисунок 14-6. Интерфейс приложения



Рисунок 14-7. Успешное подключение приложения

Приложение Android можно подключить двумя способами:

1. Использование портативной точки доступа осциллографа: мобильный телефон можно подключить к точке доступа осциллографа. Введите IP-адрес осциллографа 192.168.195.149 в поле IP-адреса в правом нижнем углу экрана для успешного подключения с целью управления;
2. Подключите мобильный телефон и осциллограф к сегменту сети под одним маршрутизатором: просмотрите IP-адрес осциллографа и введите этот IP-адрес в правом нижнем углу мобильного телефона для успешного подключения.

Рекомендуется первый способ подключения.

## Глава 15. Функции обновления и модернизации

В этой главе описываются методы обновления программного обеспечения и дополнительные функции. Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы изучить функции обновления осциллографа серии AVU1.

- Обновление программного обеспечения
- Добавление дополнительных функций

### 15.1 Обновление программного обеспечения

Компания производитель часто выпускает обновления программного обеспечения для своих продуктов. Для того чтобы обновить программное обеспечение осциллографа, можно подключить осциллограф к WIFI для работы в сети и открыть приложение SystemUpgrade для проверки и установки обновления.



Рисунок 15-1. Приложение SystemUpgrade

**⚠ Примечание:** обратите внимание, что необходимо поддерживать мощность осциллографа более 50% при установке обновлений или для обновления подключите осциллограф к адаптеру, чтобы предотвратить аномальную работу осциллографа из-за недостаточной мощности.

Чтобы просмотреть текущее установленное программное обеспечение и прошивку, нажмите на программное обеспечение «App Store» на странице «Home», чтобы отобразить информацию о программном обеспечении и прошивке осциллографа на экране «About». См. раздел [«Магазин приложений»](#).

## 15.2 Добавление дополнительных функций

Нажмите на значок «App Store» на странице «Home», чтобы отобразить установленные и не установленные декодированные функции на экране «About». См. раздел [«Магазин приложений»](#).

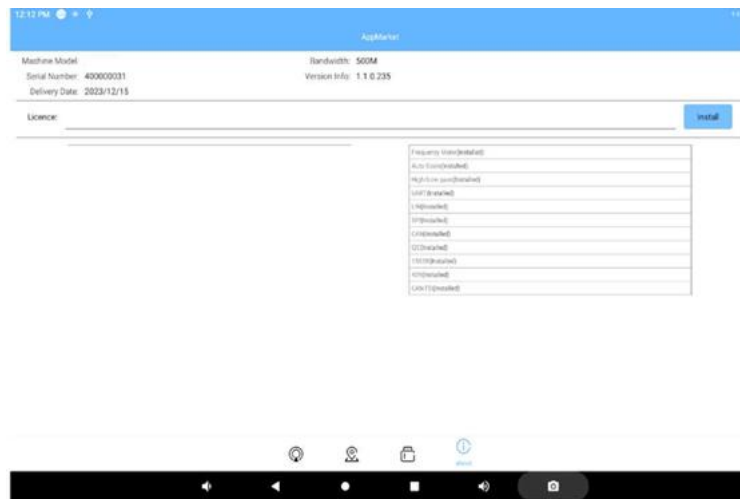


Рисунок 15-2. Установленная функция (справа)

## Глава 16. Справочная информация

В этой главе указаны категории измерений, подходящие для осциллографа, и поддерживаемый уровень загрязнения окружающей среды. Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы изучить условия использования осциллографа серии AVU1.

- Категория измерения
- Степень загрязнения

## **16.1 Категория измерения**

### **Категория измерений осциллографа**

Осциллографы AVU1 в основном используются для измерений в категории измерений I.

#### **Определение категории измерения**

Категория измерений I предназначена для измерений, выполняемых в цепях, не подключенных напрямую к СЕТИ ПИТАНИЯ. Примерами являются измерения в цепях, не подключенных к СЕТИ ПИТАНИЯ, и в специально защищенных (внутренних) цепях, подключенных к СЕТИ ПИТАНИЯ. В последнем случае переходные напряжения являются переменными; по этой причине способность оборудования выдерживать переходные нагрузки становится известна пользователю.

Категория измерений II предназначена для измерений, выполняемых в цепях, непосредственно подключенных к низковольтной установке. Примерами являются измерения на бытовых приборах, портативных инструментах и аналогичном оборудовании.

Категория измерений III предназначена для измерений, выполняемых в здании. Примерами являются измерения на распределительных щитах, автоматических выключателях, электропроводке (включая кабели, шины, распределительные коробки, выключатели, розетки) в стационарной установке, а также на оборудовании промышленного назначения и некотором другом оборудовании, например, стационарных двигателях с постоянным подключением к стационарной установке.

Категория измерений IV предназначена для измерений, выполняемых на источнике питания низковольтной установки.

Примерами являются счетчики электроэнергии и измерения на

первичных устройствах защиты от сверхтоков и устройствах управления пульсациями.

## Способность выдерживать кратковременные воздействия

 Максимальное входное напряжение аналогового входа

Категория I 300 В (среднеквадратичное значение), 400 В (пиковое значение).

## 16.2 Степень загрязнения

| Степень загрязнения           | Осциллографы серии AVU1 могут работать в средах со степенью загрязнения 2 (или степенью загрязнения 1).   |
|-------------------------------|---|
| Категории степени загрязнения | <p>Степень загрязнения 1: Загрязнение отсутствует или имеет место только сухое, непроводящее загрязнение. Загрязнение не оказывает никакого влияния. Пример: чистая комната или кондиционированное офисное помещение.</p> <p>Степень загрязнения 2: обычно наблюдается только сухое, непроводящее загрязнение.</p> <p>Иногда может возникать временная проводимость, вызванная конденсацией. Пример: среда в обычном помещении.</p> <p>Степень загрязнения 3: возникает токопроводящее загрязнение или сухое непроводящее загрязнение, которое становится токопроводящим из-за конденсации. Пример: защищенная среда на открытом воздухе.</p> <p>Степень загрязнения 4: Загрязнение, которое создает постоянную проводимость за счет проводящей пыли, дождя или снега. Пример: места на открытом воздухе.</p> |


## Глава 17. Поиск и устранение неисправностей

### 1. Если осциллограф не запускается при включении питания, выполните следующие действия:

- Проверьте шнур питания, чтобы убедиться, что он правильно подключен и подача питания в норме;
- Проверьте кнопки включения/выключения питания, чтобы убедиться, что они нажаты, и при использовании аккумулятора, проверьте, находится ли он в хорошем состоянии;
- Проверьте блокировку выключения питания на боковой стороне осциллографа;
- Если проблема не исчезнет, свяжитесь с компанией Поставщиком, и мы окажем вам помощь.

### 2. Если полученные формы сигналов не отображаются на экране при подключенном источнике сигнала, выполните следующие действия:

- Проверьте правильность подключения пробника к разъему BNC;
- Проверьте правильность подключения пробника к источнику сигнала;
- Проверьте правильность выбора типа триггера;
- Проверьте правильность настройки условий срабатывания триггера;
- Проверьте, правильно ли работает источник сигнала;
- Проверьте, включен ли канал;
- Проверьте правильность установки коэффициента вертикального масштабирования;
- Убедитесь, что прибор находится в состоянии ожидания одиночной последовательности для триггера.

- Нажмите , чтобы передискретизировать сигнал.

### 3. Если измеренная амплитуда напряжения в 10 раз больше или меньше фактического значения:

- Проверьте, соответствует ли установленный коэффициент затухания канала коэффициенту затухания фактически используемого пробника

#### **4. Отображение формы сигнала есть, но оно не может быть стабильным:**

- Проверьте источник триггера в меню типа триггера, чтобы убедиться, что он соответствует фактически используемому каналу сигнала;
- Проверьте тип триггера: для общего сигнала используется режим триггера по фронту, а для видеосигнала – режим триггера по видео. Используется только правильный режим триггера, форма сигнала может отображаться стабильно;
- Проверьте уровень шума источника сигнала. Установите режим связи триггера на подавление высоких частот или подавление низких частот, чтобы отфильтровать высокочастотные или низкочастотные шумовые помехи.

#### **5. Форма сигнала отображается, но не соответствует форме входного сигнала:**

- Проверьте правильность настройки режима сопряжения в меню канала.

#### **6. Если после нажатия на кнопку , нет изображения на дисплее:**

- Убедитесь, что установлен режим триггера «Normal» и уровень срабатывания триггера не выходит за пределы формы сигнала. Установите центральный уровень триггера и установите режим триггера «Auto».
- Проверьте, отображается ли изображение на весь экран, и если да, выйдите из режима показа.

#### **7. Если отображение становится медленнее после установки среднего времени выборки:**

- Если среднее время превышает 32, это нормально, что общая скорость становится медленной.
- Можно уменьшить среднее время.

### **8. Отображается форма волны лестницы:**

- Это явление является нормальным, поскольку строчная развертка слишком мала, и ее можно увеличить, чтобы повысить горизонтальное разрешение и улучшить отображение;
- Тип отображения может быть «линейным». Соединение между точками выборки может привести к отображению ступенчатой формы сигнала. Эту проблему можно решить, установив режим отображения «точка».

### **9. При отображении формы сигнала наблюдается устойчивость изображения:**

- Данное явление является нормальным, поскольку время сохранения может быть установлено слишком большим, а сохранение формы сигнала свидетельствует о сохранении видимости;
- Причина может заключаться в том, что режим выборки установлен как огибающий, и его можно изменить на нормальную форму сигнала для нормального отображения

### **10. Во время измерения измеренное значение отображается как -----:**

- Это явление является нормальным. Если форма сигнала канала отображается за пределами области отображения, измеренное значение отображается как ----- . Если отрегулировать вертикальную чувствительность канала или вертикальное положение, измеренное значение может отображаться правильно;
- Это явление является нормальным. Если в области отображения формы сигнала отсутствует полный цикл сигнала, измеренное значение может отображаться как -----. Если строчная развертка скорректирована, измеренное значение будет отображаться правильно.
- Это нормальное явление, и измеренное значение формы сигнала БПФ отображается как -----.

### **11. Файлы CSV не могут быть выбраны при загрузке эталона:**

- Файлы CSV не являются поддерживаемым форматом, который можно

загружать в эталонные каналы.

**12.Нажмите кнопку во время использования осциллографа, звуковой сигнал не раздастся:**

- Проверьте правильность настройки громкости звука.

**13.Подсветка осциллографа имеет низкую яркость:**

- Проверьте правильность настроек подсветки.

**14.Форма волны при перемещении резко меняется:**

- Проверьте, отображается ли изображение на весь экран.

**15.Канал отключается в автоматическом режиме:**

- Это явление является нормальным. В автоматическом режиме канал с амплитудой менее 10 мВ будет отключен.

**16.При нажатии на функциональные кнопки реакции нет:**

- Проверьте, отображается ли изображение на весь экран.

## Глава 18. Обслуживание и поддержка

**Обязательства по обслуживанию:** Гарантийный срок на продукцию составляет один год с момента отгрузки и три месяца на аксессуары, ремонт и обслуживание продукции.

Компания предоставляет услуги по ремонту и техническому обслуживанию продукции.

**Обязательства по ремонту:** Компания обязуется использовать оригинальные заводские детали для изделий, возвращаемых пользователем для ремонта (по гарантии или нет).

**Обязательства по срокам обслуживания:** Компания предоставит ответ с указанием сроков и стоимости ремонта в течение 30 рабочих дней после получения продукта, возвращенного пользователем для ремонта.

### Наши контактные данные

ООО «С-Технолоджис» (ИНН [7736361753](#))

Адрес местонахождения: 119049, г.Москва, ул.Донская, д.13

Телефон: +7 (499) 739-13-37


Электронная почта: [support@vesna-lab.ru](mailto:support@vesna-lab.ru)

## Приложения

### Приложение А: Техническое обслуживание и уход за осциллографом

#### Общее техническое обслуживание

**Не кладите и не оставляйте прибор в месте, где ЖК-дисплей будет подвергаться длительному воздействию прямых солнечных лучей.**

 **Внимание:** во избежание повреждения осциллографа или пробников не подвергайте их воздействию аэрозолей, жидкостей или растворителей.

#### Очистка осциллографа

Проверяйте осциллограф и пробники так часто, как того требуют условия эксплуатации. Для очистки внешней поверхности выполните следующие действия:

- Используйте мягкую ткань для удаления пыли с внешней поверхности осциллографа и пробников. Будьте осторожны, чтобы не поцарапать сенсорный экран во время чистки.
- Для очистки осциллографа используйте мягкую ткань, смоченную водой. При этом, отключите питание. Протирайте мягким моющим средством и водой. Не используйте едкие химические чистящие средства, чтобы не повредить осциллограф или пробник.
- Очистите вентиляционное отверстие мягкой щеткой, чтобы оно не засорялось. Не используйте едкие химические чистящие средства, чтобы не повредить материнскую плату осциллографа.
- Если необходимо очистить вентилятор, обратитесь к специалисту послепродажного обслуживания, чтобы не повредить осциллограф.

 **Предупреждение**

*Перед зарядкой убедитесь, что прибор сухой, чтобы избежать короткого замыкания или травм, вызванных влагой.*

## **Приложение Б: Транспортирование и хранение**

### **Транспортирование**

Погрузка и выгрузка упакованного прибора должна проводиться аккуратно, исключая удары и повреждения упаковки. При транспортировании прибора следует устанавливать согласно нанесенным на упаковке знакам. Не допускается кантование.

Допускается транспортирование прибора в упаковке предприятия изготовителя всеми видами закрытого транспорта с условиями транспортирования по ГОСТ 22261–94 для группы 3: · температура окружающего воздуха от минус 40 °С до 60 °С; · относительная влажность воздуха при 25 °С не более 95 %;

Приборы разрешается транспортировать в упакованном виде в условиях, исключающих внешние воздействия, способные вызвать механические повреждения или нарушить целостность упаковки в пути следования. При транспортировании должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли.

Трюмы судов, кузова автомобилей, используемые для перевозки, не должны содержать паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию. Приборы, транспортируемые воздушным транспортом, должны располагаться в упаковке в отапливаемых герметизированных отсеках.

### **Хранение**

Приборы до введения в эксплуатацию должны храниться в упаковке предприятия – изготовителя при температуре окружающего воздуха и относительной влажности согласно техническим характеристикам на прибор.

В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно – активных агентов для атмосферы типа 1 по ГОСТ 15150–69.

## **Приложение В: Принадлежности**

### **Стандартные принадлежности**

- 1) 4 или 2 штуки 10X стандартных пробников (включая заземляющие колпачки, заземляющие зажимы типа «крокодил» и калибровочные резиновые заглушки)
- 2) Адаптер питания (12 В постоянного тока, 4 А)
- 3) Шнур питания
- 4) Краткое руководство

### **Комплекующие принадлежности, приобретаемые за дополнительную плату**

- 1) Чемодан/сумка для осциллографа
- 2) Высоковольтный пробник
- 3) Токовый пробник

**Данное руководство может быть изменено без предварительного уведомления.**

**Содержание данного руководства считается верным.**

**Компания не несет ответственности за несчастные случаи или опасности, возникшие в результате неправильной эксплуатации пользователем.**

**Ни одна организация или отдельное лицо не имеет права дублировать, копировать или извлекать из содержимого без разрешения компании ООО «С-Технолджис» (ИНН 7736361753)**