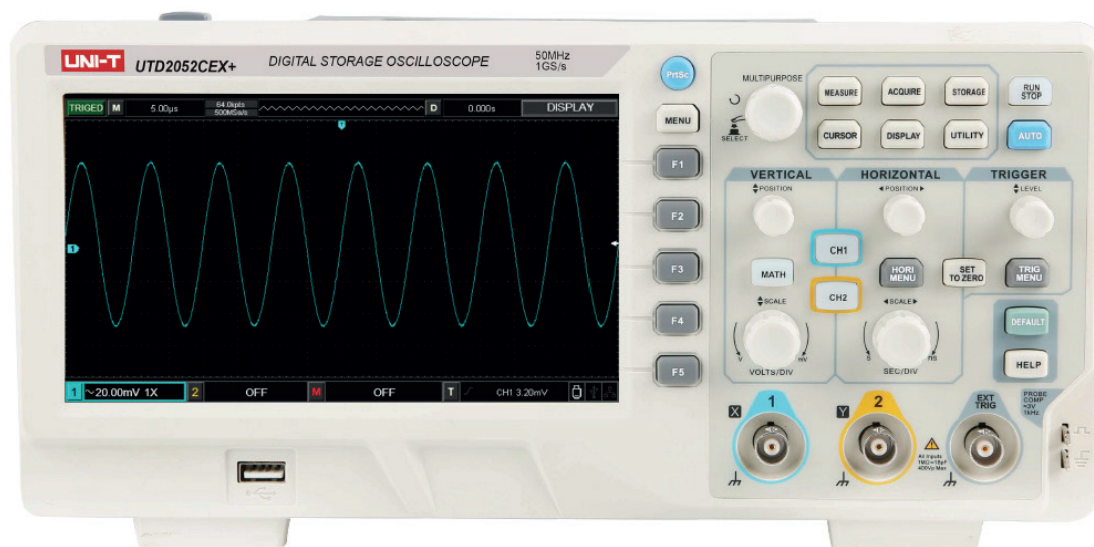


UNI-T®



Серия UTD2000

Цифровой осциллограф

Руководство пользователя

www.uni-trend.com.cn

Содержание

Предисловие	4
Авторские права и декларация	4
Заявление	
Общие меры безопасности	5
Основные рекомендации	5
Характеристики сетевого кабеля питания	6
Термины и символы безопасности	7
Предисловие	8
Описание	8
Глава I. Введение	10
1.1 Общая проверка	10
1.2 Проверка функций	10
1.3 Передняя и задняя панели	12
1.4 Дисплей	13
1.5 Автоматическая настройка отображения сигнала	14
1.6 Введение в вертикальную систему	14
1.7 Введение в горизонтальную систему	15
1.8 Введение в систему триггера	16
Глава II. Вертикальная система	17
2.1 Настройка режима связи канала (Coupling)	17
2.2 Установка ограничения полосы пропускания канала	18
2.3 Настройка коэффициента деления пробника	19
2.4 Настройка вертикального коэффициента деления (Volts/Div)	20
2.5 Настройка инверсии сигнала	20
2.6 Единицы измерения	21
2.7 Функция математических операций	21
2.8 Спектральный анализ FFT	22
2.9 Цифровой фильтр (Digital Filter)	23
Глава III. Горизонтальная система (Horizontal System)	24
3.1 Управление по горизонтали	24
3.2 Объяснение терминов	24
3.3 Расширение окна (Window Extension)	24
3.4 Режим XY	25
Глава IV. Система триггера (Trigger System)	27
4.1 Триггер по фронту (Edge Trigger)	27
4.2 Триггер по длительности импульса (Pulse Width Trigger)	28
4.3 Триггер по наклону (Slope Trigger)	29

4.4 Видео-триггер (Video Trigger)	31
4.5 Переменный триггер (Alternating Trigger)	32
4.6 Задержка триггера (Trigger Holdoff)	33
4.7 Пояснение терминов	34
Глава V. Система сбора данных (Acquire System)	36
Глава VI. Система отображения (Display System)	38
Глава VII. Автоматические измерения	39
7.1 Меню измерений	39
7.2 Параметры напряжения (Voltage Parameter)	40
7.3 Параметры времени (Time Parameter)	40
7.4 Другие параметры	41
Глава VIII. Измерения с помощью курсора	42
8.1 Меню измерения курсором	42
8.2 Отображение измерений курсором	42
Глава IX. Хранение данных	44
9.1 Настройка хранения и загрузки	44
9.2 Хранение и загрузка формы сигнала	45
9.3 Хранение и загрузка битовых карт	46
9.4 Копирование экрана	46
Глава X. Система Utility (Служебные функции)	47
10.1 Тест «Прошел / Не прошел» (Pass/Fail)	48
10.2 Recorder (Рекордер)	49
10.3 Автоматическая настройка (AUTO Strategy)	50
Глава XI. Другие функциональные кнопки	51
11.1 AUTO Setting (Автоматическая настройка)	51
11.2 RUN/STOP (Запуск / Остановка)	52
11.3 Меню справки (Help Menu)	52
11.4 Обновление программы (Upgrade Program)	52
Глава XII. Примеры применения	53
Глава XIII. Системные уведомления и устранение неполадок	58
13.1 Определения системных уведомлений	58
13.2 Устранение неполадок	58
Глава XIV. Техническая информация	60
Глава XV. Приложения	66
Приложение А. Комплектация	66
Приложение В. Обслуживание и очистка	66
Приложение С. Гарантия	67
Приложение D. Контакты	67

Предисловие

Уважаемый покупатель,

Благодарим вас за выбор прибора UNI-T. Чтобы безопасно и правильно использовать устройство, пожалуйста, внимательно прочитайте это руководство, особенно раздел «Меры безопасности». После прочтения рекомендуется хранить руководство в доступном месте, желательно рядом с прибором, чтобы можно было обратиться к нему при необходимости.

Авторские права и декларация

Информация об авторских правах

© UNI-T Uni-Trend Technology (China) Co., Ltd. Все права защищены.

Информация о товарных знаках

UNI-T — зарегистрированный товарный знак компании Uni-Trend Technology (China) Co., Ltd.

Версия документа

UTD2000 - 20220104-REV.5

Заявление

- Продукция UNI-T защищена патентными правами в Китае и других странах, включая уже выданные и находящиеся на рассмотрении патенты.
- UNI-T оставляет за собой право изменять технические характеристики и цены на продукцию без предварительного уведомления.
- UNI-T сохраняет все права. Лицензированные программные продукты являются собственностью Uni-Trend, её дочерних компаний или поставщиков и защищены национальными законами об авторском праве и международными соглашениями.

Информация, представленная в данном руководстве, заменяет все предыдущие опубликованные версии.

Если данный продукт был продан или передан третьему лицу первоначальным покупателем в течение трёх лет после покупки, новый владелец должен учитывать, что гарантия действует в течение трёх лет с даты приобретения продукта у UNI-T или официального дилера. Пробники, другие аксессуары и предохранители не покрываются гарантией.

Если в течение гарантийного срока будет выявлен заводской дефект, UNI-T по своему усмотрению может:

- отремонтировать неисправный прибор без оплаты за детали или работу;
- либо заменить его на другой прибор.

Компания UNI-T может использовать новые детали, модули и заменяющие компоненты, восстановленные до состояния «как новые». Все заменённые детали, модули и компоненты становятся собственностью UNI-T.

В настоящем руководстве под термином «покупатель» (customer) подразумевается физическое или юридическое лицо, обладающее правами, изложенными в этом документе. Для получения гарантийного обслуживания покупатель должен сообщить UNI-T о выявленном дефекте в течение гарантийного срока и согласовать условия ремонта. Неисправное устройство необходимо упаковать и отправить в указанный UNI-T сервисный центр. Покупатель обязан оплатить доставку (включая транспортные и таможенные расходы) и приложить копию оригинального товарного чека, выданного при покупке.

Если продукт доставляется по адресу внутри страны, где расположен сервисный центр, UNI-T оплачивает только обратную доставку к месту назначения. Все дополнительные расходы (таможенные сборы, налоги и т.д.) оплачиваются покупателем.

Гарантия не распространяется на дефекты или повреждения, вызванные: а) неправильным использованием, износом, небрежностью или отсутствием должного обслуживания; б) ремонтом, установкой или обслуживанием, выполненными неавторизованными лицами; с) использованием неподходящих источников питания или несовместимых устройств; d) модификацией или интеграцией прибора, если это усложняет или делает невозможным его обслуживание.

Данная гарантия, предоставленная UNI-T, заменяет все другие явные или подразумеваемые гарантии. UNI-T и её дистрибьюторы не предоставляют никаких подразумеваемых гарантий, включая пригодность для продажи или конкретных целей использования.

В случае нарушения условий гарантии UNI-T обязуется произвести ремонт или замену неисправного устройства — это единственное средство защиты прав покупателя. Независимо от того, было ли уведомлено UNI-T о возможности возникновения косвенных, специальных, случайных или последующих убытков, UNI-T и её дистрибьюторы не несут ответственности за такие потери.

Общие меры безопасности

Данный прибор полностью соответствует требованиям безопасности стандарта IEC 61010-1 для электронных измерительных устройств на этапе проектирования и производства. Пожалуйста, ознакомьтесь со следующими мерами предосторожности, чтобы избежать травм, а также предотвратить повреждения прибора или подключённого оборудования. Во избежание опасных ситуаций используйте прибор строго в соответствии с инструкцией. Если прибор используется не по назначению, защита, предусмотренная производителем, может быть нарушена.

Основные рекомендации

- Обслуживание и ремонт прибора должны выполняться только квалифицированным персоналом.
- Избегайте возгорания и травм.
- Используйте только оригинальный сетевой адаптер UNI-T, соответствующий стандарту вашей страны или региона. Номинальные параметры должны быть не ниже указанных требований.

Характеристики сетевого кабеля питания

Область применения	Тип	Номинальные параметры	Стандарт
Для ЕС	Вилка: AC 250V, 10A	Кабель: 3×0.75 мм ² , 300V, 105°C	IEC 60779
	Разъём: AC 250V, 10A		
Для США и Канады	Вилка: AC 125V, 10A	Кабель: 3×18AWG, 300V, 105°C	UL 498
	Разъём: AC 125V, 10A		

- Не подключайте вилку, если щуп или измерительный провод соединён с источником напряжения.
- Заземление прибора: устройство заземляется через сетевой провод. Чтобы избежать поражения электрическим током, заземляющий провод должен быть надёжно подключён к земле. Убедитесь, что прибор корректно заземлён до подключения входных или выходных сигналов. При измерении высокого напряжения используйте средства защиты — например, диэлектрические перчатки, и держитесь подальше от других людей.
- Правильное подключение щупа осциллографа: убедитесь, что земляной контакт щупа и общий потенциал подключены правильно. Не подключайте землю щупа к высокому напряжению. Используйте щуп с импедансом не менее 1 МОм.
- Проверяйте все номинальные параметры клемм. Чтобы избежать возгорания и перегрузки, сравните маркировку на приборе с характеристиками подключаемой цепи. Не используйте прибор за пределами допустимого диапазона.
- Не открывайте корпус и переднюю панель во время работы прибора.
- Используйте только предохранители, указанные в технических характеристиках.
- Избегайте контакта с открытыми проводниками и компонентами, когда прибор находится под напряжением. Не используйте прибор, если подозреваете неисправность. Обратитесь в авторизованный сервисный центр UNI-T для проверки. Любые работы по техническому обслуживанию, регулировке или замене деталей должны выполняться только уполномоченным персоналом UNI-T.
- Не устанавливайте оборудование таким образом, чтобы был затруднён доступ к устройству отключения питания.
- Обеспечьте надлежащую вентиляцию.
- Не используйте прибор для измерения сетевых (силовых) цепей.
- Перед каждым использованием проверяйте исправность осциллографа, измеряя известное напряжение.
- Не используйте прибор во влажной среде.
- Не эксплуатируйте устройство во взрывоопасных или легковоспламеняющихся зонах.
- Держите корпус прибора чистым и сухим.

Электромагнитное поле радиочастотного диапазона

CS: Прибор протестирован в соответствии с EN 61000-4-6. Амплитуда помехового сигнала — 3 В, диапазон частот — от 150 кГц до 80 МГц. При воздействии помех сигнал на экране может искажаться, но после устранения источника помех возвращается в норму.

RS: Прибор протестирован в соответствии с EN 61000-4-3. Параметры испытаний:

1. Амплитуда = 3 В, частота — от 80 МГц до 1 ГГц и от 1,4 ГГц до 2 ГГц;
2. Амплитуда = 1 В, частота — от 2 ГГц до 2,7 ГГц. Во время воздействия помех сигнал на экране может быть искажён, но после их удаления восстанавливается до нормального состояния.

Термины и символы безопасности

В данном руководстве могут встречаться следующие термины:

Warning (Предупреждение): Условия или действия, которые могут представлять угрозу жизни.

Note (Примечание): Условия или действия, которые могут привести к повреждению прибора или другого имущества.











На самом приборе могут встречаться следующие обозначения:

Danger (Опасность): Выполнение данного действия может привести к немедленному вреду оператору.

Warning (Предупреждение): Выполнение данного действия может вызвать потенциальный вред оператору.

Note (Примечание): Выполнение данного действия может привести к повреждению прибора или подключённого оборудования.

На приборе могут присутствовать следующие символы:

Символ	Описание
	Постоянный ток
	Переменный ток
	Клемма заземления
	Клемма защитного проводника
	Осторожно, возможен электрический удар
	Предупреждение или осторожность
	Клемма корпуса или шасси
	Соответствует стандартам Европейского Союза
	Соответствует стандартам UL STD 61010-1, 61010-2-030, сертифицировано по CSA STD C22.2 №61010-1, 61010-2-030
	Не выбрасывайте оборудование и аксессуары в бытовой мусор. Их необходимо утилизировать в соответствии с местными экологическими нормами.

Предисловие

Это руководство содержит информацию, связанную с эксплуатацией цифрового запоминающего осциллографа серии UTD2000. В руководство входят следующие разделы:

1. Введение
2. Настройка вертикального канала
3. Настройка горизонтальной системы
4. Настройка системы синхронизации (триггера)
5. Настройка системы выборки
6. Настройка дисплея
7. Автоматические измерения
8. Измерения с помощью курсора
9. Сохранение и вызов данных
10. Настройка вспомогательных функций
11. Дополнительные функциональные клавиши
12. Примеры применения
13. Подсказки системы и устранение неисправностей
14. Технические характеристики
15. Приложение

Модели осциллографов серии UTD2000

Серия	Модель	Полоса пропускания	Частота дискретизации
UTD2000	UTD2052CL+	50 МГц	500 Мвыб/с
	UTD2072CL	70 МГц	500 Мвыб/с
	UTD2102CL+	100 МГц	500 Мвыб/с
	UTD2102CL PRO	100 МГц	500 Мвыб/с
	UTD2152CL	150 МГц	500 Мвыб/с
	UTD2052CEX+	50 МГц	1 Гвыб/с
	UTD2102CEX+	100 МГц	1 Гвыб/с
	UTD2152CEX	150 МГц	1 Гвыб/с
	UTD2202CEX+	200 МГц	1 Гвыб/с

Описание

Осциллографы серии UTD2000 оснащены удобной передней панелью, обеспечивающей простое управление и понятное расположение функций для выполнения базовых операций. Ручки масштабирования и позиционирования для каждого канала позволяют осуществлять визуальные настройки, привычные пользователям классических аналоговых осциллографов.

Пользователи могут быстро освоить работу с устройством, не затрачивая много времени на изучение функций любой модели серии UTD2000 DSO. Чтобы ускорить настройку и облегчить измерения, достаточно нажать клавишу AUTO, после чего прибор автоматически отобразит соответствующую форму сигнала и оптимальные параметры шкалы.

Помимо простоты использования, осциллографы серии UTD2000 DSO обладают высокими техническими характеристиками и мощными функциями, необходимыми для быстрого выполнения измерительных задач. Пользователь может наблюдать быстрые сигналы в осциллографах серии UTD2000 благодаря высокоскоростной выборке в реальном времени и эквивалентной выборке. Яркий ЖК-дисплей и встроенные функции математической обработки сигналов позволяют пользователю быстрее и точнее наблюдать и анализировать форму сигнала.

Из приведённого ниже списка характеристик можно понять, каким образом серия UTD2000 удовлетворяет потребности измерений:

- Два аналоговых канала
- ЖК-дисплей высокого разрешения 800×480 пикселей
- Поддержка устройств хранения данных USB (режим Plug & Play) и возможность связи с ПК через USB
- Автоматическая настройка формы сигнала и параметров состояния
- Функция сохранения и воспроизведения сигналов
- Увеличение отдельных участков осциллограммы и точный анализ деталей формы сигнала
- Автоматическое измерение 34 параметров сигнала
- Функция автоматического измерения с помощью курсора
- Уникальная функция записи и воспроизведения осциллограмм
- Встроенная функция БПФ (FFT) для спектрального анализа
- Математические операции над несколькими сигналами (сложение, вычитание, умножение, деление)
- Режимы триггера: по фронту, видео, склону, длительности импульса, чередующийся и др.
- Многоязычное меню
- Справочная информация на нескольких языках

Глава I. Введение

В этой главе описано, на что пользователю следует обратить внимание при работе с осциллографами серии UTD2000: расположение элементов на передней и задней панели, интерфейс пользователя и использование встроенных систем при первом запуске прибора.

1.1 Общая проверка

После покупки нового осциллографа UTD2000 DSO рекомендуется провести осмотр прибора в соответствии со следующими шагами:



1. Проверка на повреждения при транспортировке Осмотрите упаковку, коробку и защитный пеноматериал. Если обнаружены значительные повреждения, замените упаковку немедленно.
2. Проверка комплектности Подробный перечень комплектующих приведён в Приложении A (Accessories) данного руководства. Убедитесь, что в комплекте нет недостающих или повреждённых элементов. В случае отсутствия аксессуаров или их повреждения свяжитесь с дистрибьютором UNI-T или ближайшим представительством компании.
3. Проверка целостности прибора Если корпус осциллографа повреждён, наблюдается ненормальная работа или прибор не проходит тесты производительности — обратитесь к дистрибьютору или в сервисный центр UNI-T.

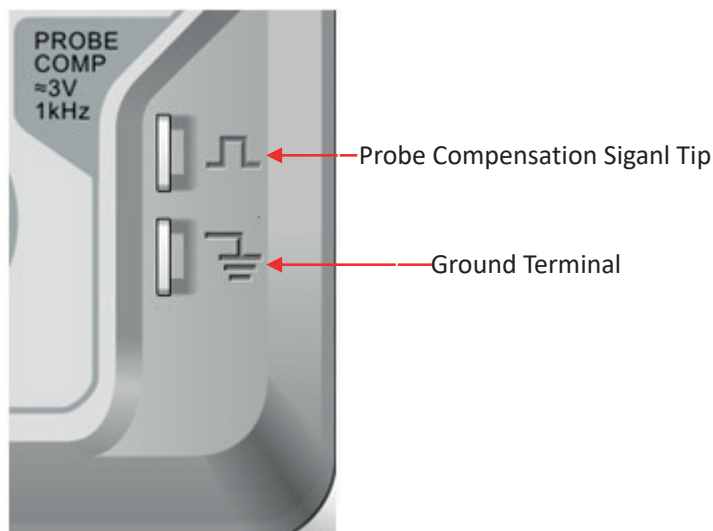
⚠ Если повреждения возникли при транспортировке, сохраните упаковку и уведомите транспортную компанию и поставщика UNI-T — они организуют ремонт или замену.

1.2 Проверка функций

Проведите быструю проверку работы прибора, чтобы убедиться, что осциллограф функционирует корректно.

Порядок действий:

1. Включение питания Осциллограф рассчитан на диапазон напряжений питания от 100 В до 240 В переменного тока при частоте 50/60 Гц. Подключите осциллограф к сети питания с помощью кабеля, входящего в комплект, либо используйте стандартный кабель, соответствующий нормам вашей страны. Нажмите кнопку питания  на верхней панели осциллографа.
2. Запуск и проверка После нажатия кнопки питания  прибор запустится, на экране появится анимация загрузки, а затем откроется основное рабочее окно.
3. Подключение сигнала к осциллографу (DSO) Подключите разъём BNC щупа к входу канала 1 на осциллографе. Подсоедините наконечник щупа к разъёму Probe Compensation Signal Tip, а зажим «крокодил» — к разъёму Ground Terminal. Выходной сигнал компенсации щупа имеет параметры: амплитуда ≈ 3 В (Vpp), частота по умолчанию составляет 1 кГц.



4. Проверка работы

Нажмите кнопку AUTO (автоматическая настройка). На экране осциллографа появится меандр (прямоугольная волна) с амплитудой примерно 3 В (V_{pp}) и частотой 1 кГц. Вернитесь к шагу 3 и проверьте другие каналы таким же образом. Если отображаемая форма сигнала отличается от приведённой, переходите к следующему шагу — «Компенсация щупа».

5. Компенсация щупа

При первом подключении щупа к любому входному каналу требуется выполнить регулировку, чтобы согласовать щуп с входом канала. Если компенсация не выполнена, это приведёт к ошибкам измерений.

Порядок действий для регулировки компенсации щупа:

1. Установите коэффициент ослабления щупа в меню на $\times 10$. Переключатель на корпусе щупа также должен быть установлен в положение $\times 10$. Подключите щуп к каналу CH1 осциллографа. Если используется щуп с крючковым наконечником, убедитесь, что контакт плотный. Подключите щуп к Probe Compensation Signal Tip, а зажим заземления — к Ground Terminal осциллографа. Включите канал CH1 и нажмите кнопку AUTO.
2. Наблюдайте форму сигнала на экране.

Компенсация щупа:

Тип компенсации	Изображение сигнала
Избыточная компенсация (Over-compensation)	Имеет острые зазубрины, верхняя часть сигнала загнута вниз
Правильная компенсация (Correct compensation)	Форма волны прямоугольная, с ровными горизонтальными участками
Недостаточная компенсация (Under-compensation)	Верхняя часть сигнала округлая, с провалом



(см. Рисунок 1-5 – Компенсация и корректировка щупа)

Если на экране отображается сигнал с признаками недо- или перекомпенсации, используйте отвёртку с неметаллической ручкой, чтобы аккуратно подстроить переменную ём-

кость на корпусе щупа. Продолжайте регулировку до тех пор, пока форма сигнала не станет прямоугольной, как на рисунке с «Correct compensation».

⚠ Предупреждение: Чтобы избежать поражения электрическим током при измерении высокого напряжения с помощью щупа, убедитесь, что изоляция проводника щупа находится в исправном состоянии. Не прикасайтесь к металлической части щупа при подключении к источнику высокого напряжения.

1.3 Передняя и задняя панели

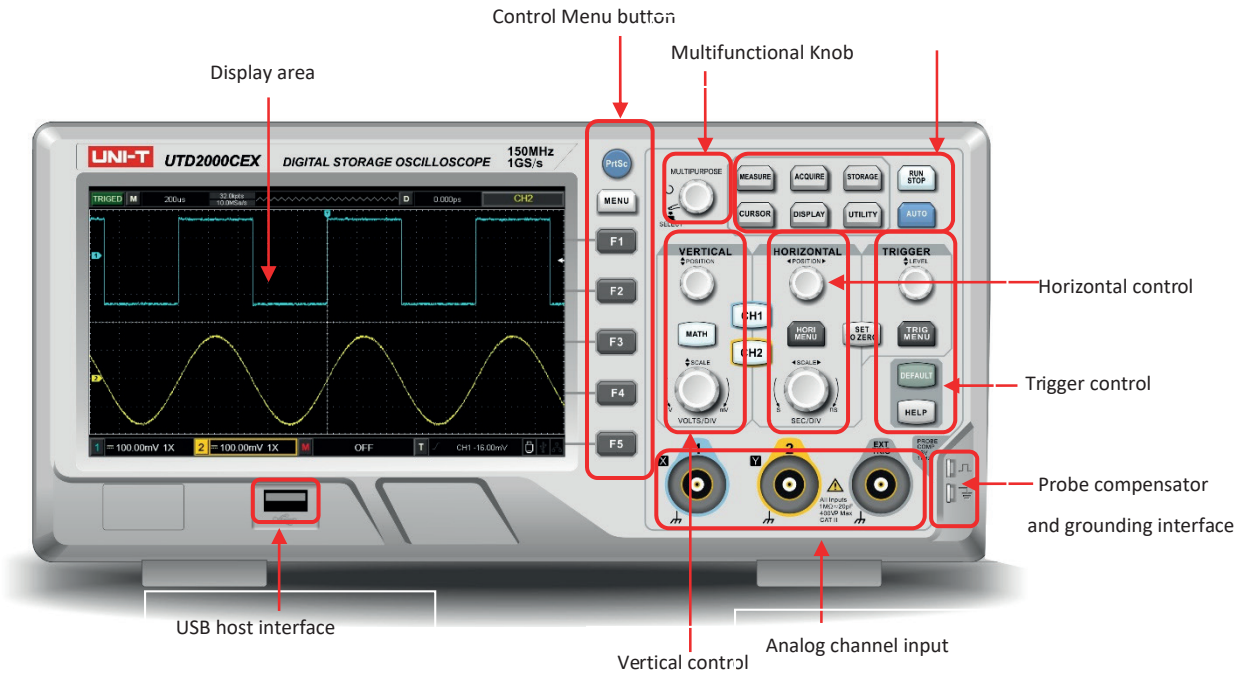


Рисунок 1-3 — Передняя панель осциллографа

Элементы передней панели:

- Display area — экран отображения сигнала.
- Control Menu button — кнопки вызова меню управления.
- Multifunctional Knob — многофункциональная ручка (для настройки параметров).
- Function menu button — функциональные кнопки.
- Vertical control — органы управления вертикальным каналом.
- Horizontal control — органы управления горизонтальной разверткой.
- Trigger control — органы управления системой синхронизации (триггера).
- Analog channel input — входные разъёмы аналоговых каналов.
- Probe compensator and grounding interface — выход компенсации щупа и разъём заземления.
- USB host interface — USB-порт (для подключения флеш-накопителя).

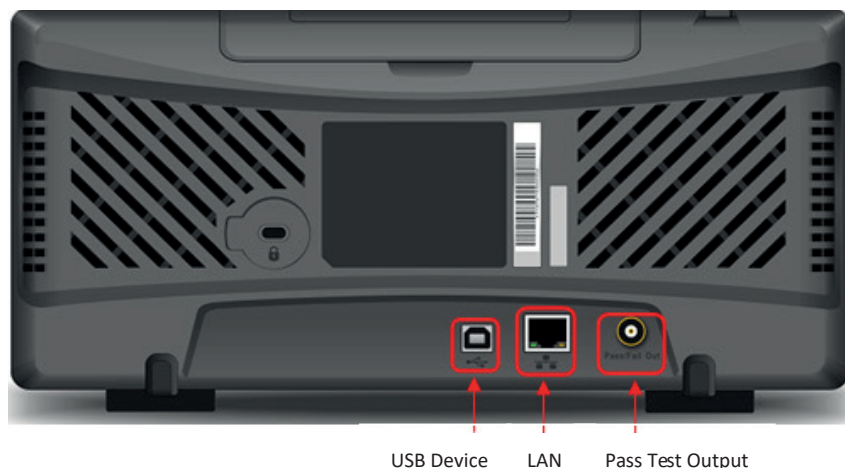
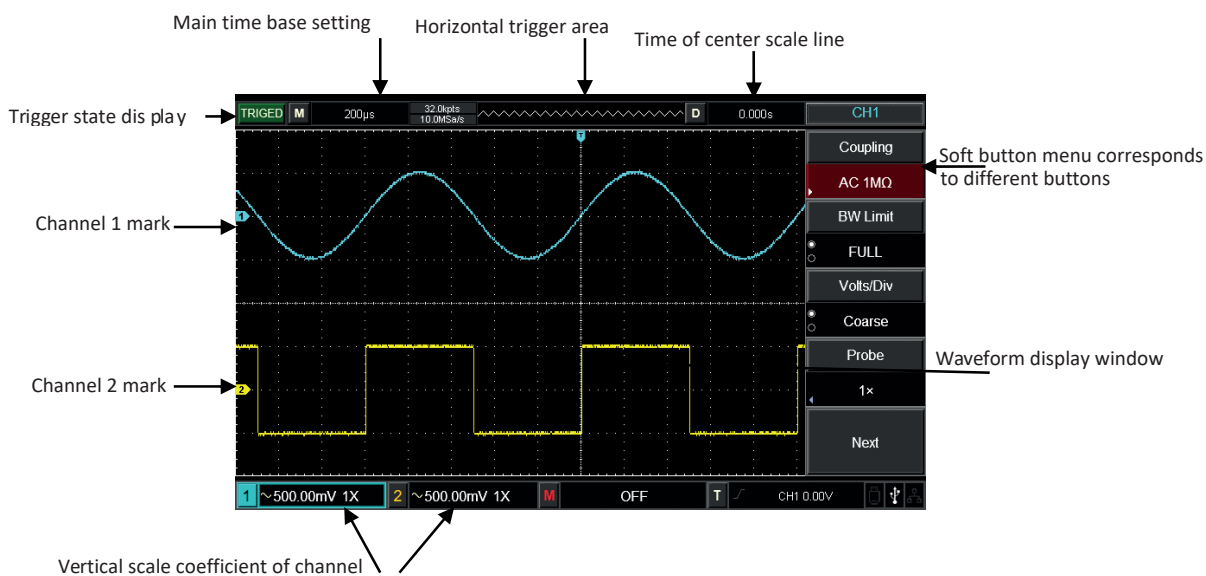


Рисунок 1-4 — Задняя панель осциллографа

Элементы задней панели:

- USB Device — порт подключения к компьютеру.
- LAN — сетевой порт Ethernet.
- Pass Test Output — выход «Pass Test» (для внешнего управления или сигнализации результата теста).

1.4 Дисплей



(1) Описание дисплея






На экране осциллографа отображаются различные области и параметры:

- Main time base setting — основная установка временной развертки
- Horizontal trigger area — область горизонтальной синхронизации
- Time of center scale line — метка времени центральной линии шкалы
- Trigger state display — отображение состояния триггера
- Channel 1 mark — обозначение канала 1
- Channel 2 mark — обозначение канала 2
- Vertical scale coefficient of channel — коэффициент вертикального масштаба канала

- Soft button menu corresponds to different buttons — меню мягких кнопок (изменяется в зависимости от контекста)
- Waveform display window — окно отображения формы сигнала

(2) Мягкие кнопки (Soft Buttons)

Нажмите любую мягкую кнопку, чтобы активировать соответствующее меню. В меню могут отображаться следующие символы:

-  — есть следующее меню.
-  — выпадающее меню.
-  — меню имеет два варианта.
-  — параметр можно регулировать многофункциональной ручкой.
-  — открывает виртуальную цифровую клавиатуру.

1.5 Автоматическая настройка отображения сигнала

Осциллографы серии UTD2000 имеют функцию автоматической настройки. В зависимости от входного сигнала прибор автоматически регулирует:

- коэффициент вертикального отклонения,
- масштаб временной развертки,
- режим триггера — до тех пор, пока на экране не будет показана оптимальная форма сигнала.

Для корректной работы функции автоматической настройки частота измеряемого сигнала должна быть не менее 20 Гц.

Порядок действий:

1. Подключите измеряемый сигнал к входному каналу.
2. Нажмите клавишу AUTO. Осциллограф автоматически установит оптимальные параметры — вертикальный коэффициент, временную развертку и режим триггера. При необходимости можно выполнить повторную настройку для уточнения изображения сигнала.

1.6 Введение в вертикальную систему

Как показано на рисунке ниже, вертикальная система содержит регуляторы и кнопки для управления вертикальным положением и масштабом сигнала. Практические рекомендации, приведённые ниже, помогут вам освоить работу с вертикальной системой.



Рисунок 1-6 — Зона вертикального управления на панели

(1) Вертикальная позиция (Vertical POSITION)

Ручка вертикального положения позволяет изменять текущее положение формы сиг-

нала по вертикали. Значение вертикальной позиции, например 240.00 mV, отображается в области курсора. Нажмите на ручку, чтобы вернуть сигнал к центру вертикальной шкалы.

- Если режим связи канала (Coupling) установлен в DC, можно быстро измерить постоянную составляющую сигнала, наблюдая разницу между уровнем сигнала и уровнем земли.
- Если режим связи установлен в AC, постоянная составляющая фильтруется, что позволяет точнее наблюдать переменную часть сигнала с повышенной чувствительностью.

(2) Вертикальный масштаб (Vertical SCALE)

Изменяет вертикальные настройки и позволяет наблюдать изменения на экране. Пользователь может контролировать изменение вертикального масштаба по отображаемой информации в строке состояния.

Поверните ручку вертикального масштаба, чтобы изменить значение VOLTS/DIV (вольт на деление). При этом шкала соответствующего канала обновится в строке состояния.

Используйте кнопки CH1, CH2, MATH для вызова меню управления, отображения символов, форм сигналов и текущего масштаба соответствующих каналов. Двойное нажатие на CH1, CH2 или MATH выключает соответствующий канал.

1.7 Введение в горизонтальную систему

Как показано на рисунке ниже, горизонтальная система включает одну кнопку и две ручки, расположенные в области горизонтального управления. Рекомендации ниже помогут вам освоить настройку временной базы (time base).



Рисунок 1-7 — Зона горизонтального управления на панели

1. Используйте ручку SCALE (масштаб), чтобы изменить шаги горизонтальной временной базы и наблюдать изменения в строке состояния. Поворот ручки SCALE изменяет параметр SEC/DIV (секунд на деление). Изменения отображаются в строке состояния соответствующего канала. Частота развертки изменяется с шагом $\times 1$, $\times 2$, а затем $\times 5$ в диапазоне от 2 нс до 50 с.
2. Используйте ручку POSITION, чтобы изменить горизонтальное положение сигнала в окне осциллограммы. Эта ручка управляет положением триггера входного сигнала. При настройке позиции триггера можно наблюдать, как осциллограмма сдвигается по горизонтали вместе с вращением ручки POSITION.
3. Нажмите HORI MENU, чтобы открыть меню Zoom (масштабирования). В этом меню нажмите F1, чтобы включить растяжение по времени, затем снова нажмите F1, чтобы отключить растяжение и вернуться к основной временной базе. Также в этом меню можно установить параметр Trigger Holdoff Time (задержка повторного срабатывания триггера).

1.8 Введение в систему триггера

Как показано на рисунке 1-8, зона управления триггером содержит одну ручку и четыре клавиши. Следующие инструкции помогут вам освоить настройку триггера.



Рисунок 1-8 — Область управления триггером и меню триггера

1. Поверните ручку LEVEL, чтобы изменить уровень триггера. На экране появится линия уровня триггера, положение которой изменяется вверх/вниз при вращении ручки. Соответственно изменяется и числовое значение уровня триггера.
2. Нажмите TRIG MENU, чтобы изменить настройки триггера:
 - F1 — выбор типа триггера Edge (по фронту);
 - F2 — выбор источника триггера CH1;
 - F3 — выбор типа связи AC (переменный ток);
 - F4 — выбор режима триггера AUTO (автоматический);
 - F5 — выбор типа фронта RISING (по нарастающему фронту).
3. Нажмите SET TO ZERO, чтобы установить вертикальное и горизонтальное положение формы сигнала в ноль. После этого уровень триггера будет находиться по центру вертикальной шкалы.
4. Нажмите DEFAULT, чтобы открыть окно «Заводские настройки». Затем нажмите SELECT для применения настроек по умолчанию, или MENU, чтобы отменить и закрыть окно.
5. Нажмите HELP, чтобы открыть справочное окно. Повторное нажатие HELP закроет окно.

Глава II. Вертикальная система

Осциллографы серии UTD2000 оснащены двумя аналоговыми входными каналами. Каждый канал имеет собственное независимое меню вертикальных настроек.

Каждый канал можно настраивать отдельно через вертикальное меню. После нажатия кнопки CH1 или CH2 на панели прибор отображает функциональное меню соответствующего канала.

Описание функций приведено в таблице ниже.

Таблица 2-1. Меню канала (страница 1)

Функция	Настройка	Описание
Coupling (связь)	AC	Блокирует постоянную составляющую входного сигнала.
	DC	Пропускает как постоянную, так и переменную составляющие входного сигнала.
	GND	Отображает уровень земли (входной сигнал не подключён).
BW Limit (ограничение полосы)	20 MHz	Ограничивает полосу до 20 МГц для снижения высокочастотных помех.
	Full BW	Полоса пропускания не ограничивается — осциллограф работает на полной частоте.
Volts/Div	Coarse (грубая)	Устанавливает вертикальный масштаб в соответствии со шкалой 1-2-5.
	Fine (точная)	Позволяет настраивать масштаб с шагом 1 % от текущего значения Volts/Div.
Probe (делитель пробника)	0.01× ... 1000×	Выберите коэффициент деления пробника, чтобы обеспечить совпадение показаний шкалы и реального значения сигнала — не нужно пересчитывать вручную.
Next page	—	Переход на следующую страницу меню.
Invert (инверсия)	ON	Активирует инверсию формы сигнала (отображается зеркально).
	OFF	Сигнал отображается в нормальном виде.

Таблица 2-2. Меню канала (страница 2)

Функция	Настройка	Описание
Invert	OFF	Отображает сигнал в нормальном виде.
	ON	Отображает инвертированную форму сигнала.
Unit	V, A	Отображает единицу измерения для текущего диапазона канала.
Back to	—	Возврат к предыдущей странице меню.

2.1 Настройка режима связи канала (Coupling)

Если измеряемый сигнал, подключённый к каналу CH1, представляет собой синусоидальный сигнал с постоянной составляющей, можно выбрать режим AC с помощью кнопки F1, чтобы включить AC Coupling для канала CH1. В этом режиме постоянная составляющая будет заблокирована.

На экране при этом отображается только переменная часть сигнала, как показано на рисунке ниже.

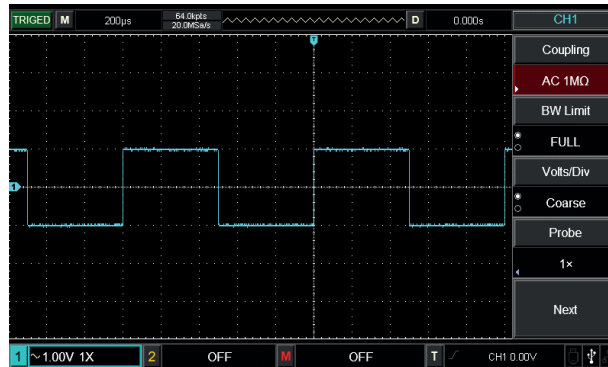


Рисунок 2-1. Блокирование постоянной составляющей сигнала

Если нажать F1 и выбрать режим DC Coupling, то на канале CH1 будут отображаться оба компонента сигнала — и постоянная (DC), и переменная (AC), как показано на рисунке ниже.

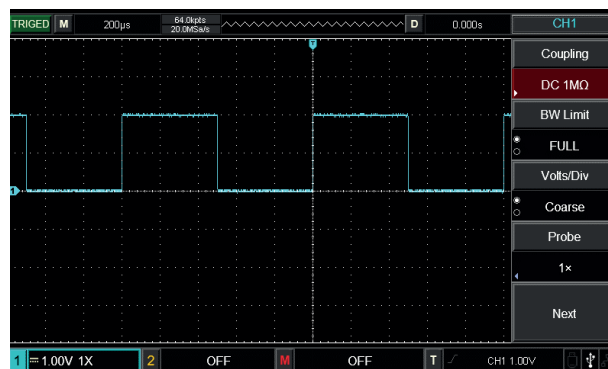


Рисунок 2-2. Одновременное отображение постоянной и переменной составляющих сигнала

Если нажать F1 и выбрать режим GND, канал CH1 будет подключён к внутреннему заземлению прибора. В этом случае постоянная и переменная составляющие входного сигнала блокируются, а на экране отображается прямая линия (нулевой уровень), как показано на рисунке ниже.

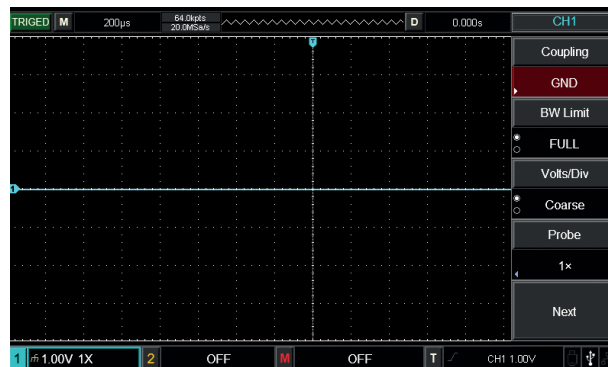


Рисунок 2-3. Одновременная блокировка постоянной и переменной составляющих сигнала

2.2 Установка ограничения полосы пропускания канала

Предположим, что входной сигнал — синусоидальный сигнал с частотой 40 МГц, подключённый к каналу CH1.

Нажмите CH1, затем F2, чтобы в меню BW Limit выбрать режим Full Bandwidth. В этом случае осциллограф работает на полной полосе пропускания, и никакое ограничение полосы к каналу применяться не будет.

Таким образом, вы сможете наблюдать все высокочастотные компоненты измеряемого сигнала, как показано на рисунке ниже.

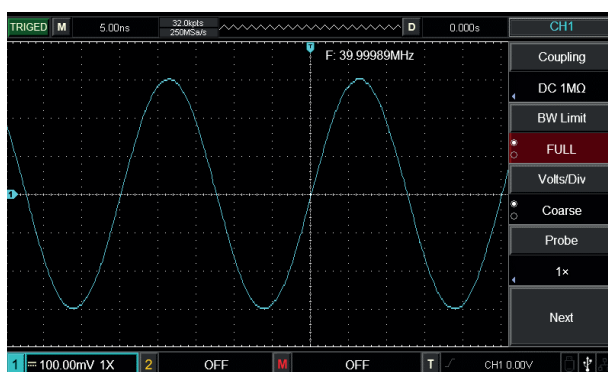


Рисунок 2-4. Отображение сигнала при отключённом ограничении полосы пропускания

Нажмите F2, чтобы установить параметр BW Limit в значение 20 MHz. В этом случае шумы и высокочастотные составляющие сигнала выше 20 МГц будут подавлены. Вид сигнала на экране показан на рисунке ниже.

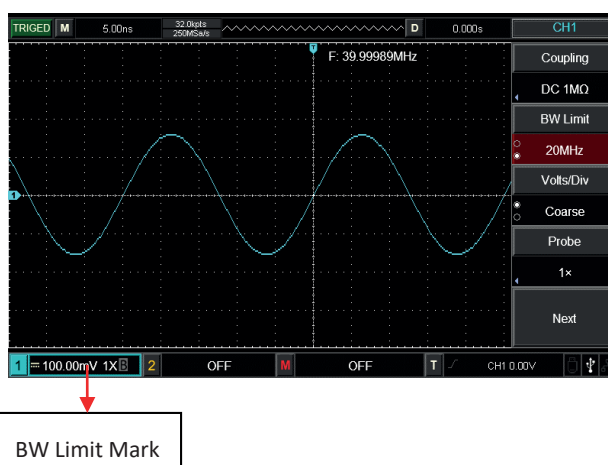


Рисунок 2-5. Отображение сигнала при включённом ограничении полосы пропускания (20 МГц)

2.3 Настройка коэффициента деления пробника

Для правильной работы осциллографа необходимо задать коэффициент деления пробника в меню канала, чтобы он соответствовал значению, установленному на самом пробнике.

Если коэффициент деления пробника равен 10:1, в меню канала нужно установить значение 10×, и наоборот — если пробник установлен в положение 1×, то в меню также выбирается 1×.

Это обеспечивает корректное отображение амплитуды сигнала без необходимости пересчёта вручную.

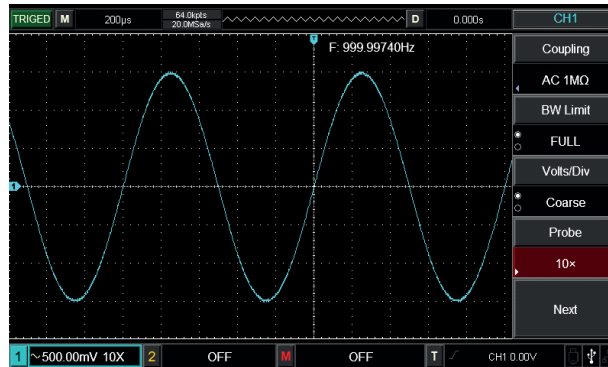


Рисунок 2-6. Настройка коэффициента деления пробника в меню канала

2.4 Настройка вертикального коэффициента деления (Volts/Div)

Настройка вертикального коэффициента отклонения (V/div) может выполняться в двух режимах: грубая регулировка и точная регулировка.

- При грубой регулировке коэффициент V/div изменяется с шагом, кратным 1, 2 и 5. Диапазон изменения составляет от 1 мВ/div до 20 В/div.
- Точная регулировка позволяет изменять коэффициент отклонения с меньшими шагами в пределах текущего диапазона вертикального положения. Таким образом, коэффициент вертикального отклонения можно плавно настраивать на всех уровнях вертикальной шкалы.

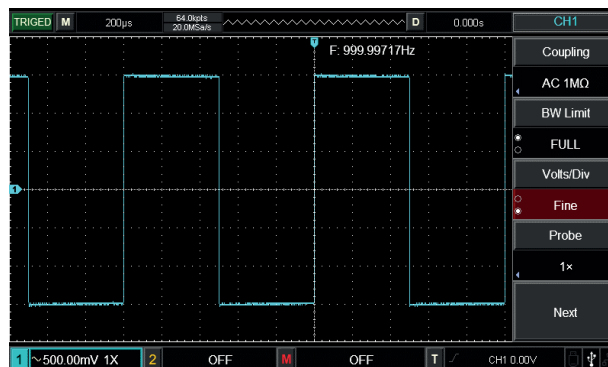


Рисунок 2-7. Пример грубой и точной настройки вертикального коэффициента деления

2.5 Настройка инверсии сигнала

Инвертирование формы сигнала выполняется с помощью функциональной кнопки F5. При этом измеряемый входной сигнал отображается с сдвигом фазы на 180°.

На рисунке 2-8 показан сигнал без инверсии, а на следующем рисунке (2-9) будет показан инвертированный сигнал.

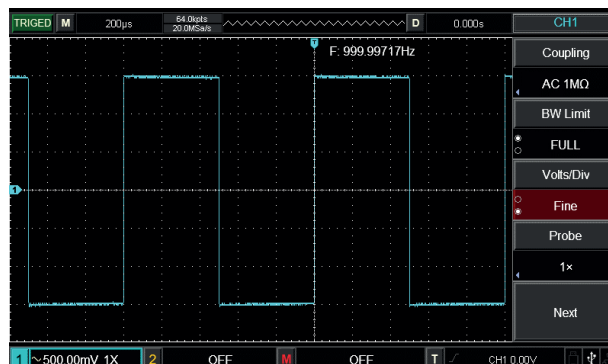


Рисунок 2-8. Настройка вертикального канала без инверсии (Invert: OFF)

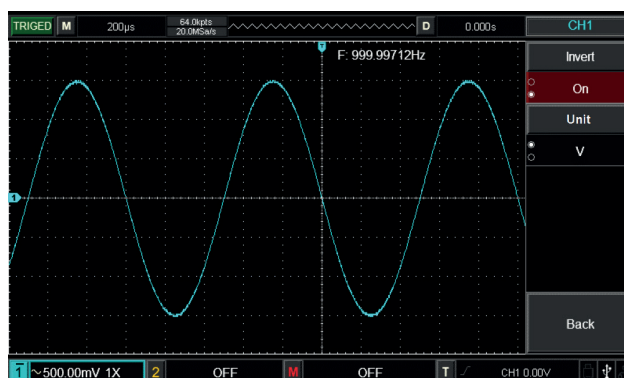


Рисунок 2-9. Настройки инверсии вертикального канала (Invert: ON)

2.6 Единицы измерения

Нажмите кнопку Unit, чтобы выбрать единицу измерения — вольты (V) или амперы (A). По умолчанию установлена единица V. После изменения единицы измерения соответствующее обозначение отобразится в строке состояния канала.

2.7 Функция математических операций

Осциллограф может отображать результаты математических операций между сигналами каналов CH1 и CH2. Доступные операции: сложение (+), вычитание (-), умножение (×) и деление (÷).

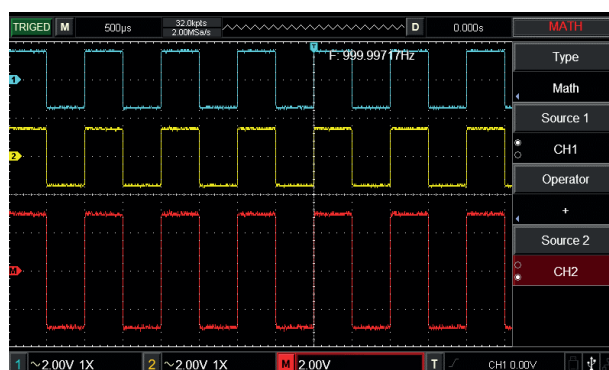


Рисунок 2-10. Математическая операция

Таблица 2-3. Меню Math

Функция	Настройка	Описание
Type	Math	Выбор математической операции (+, -, ×, ÷)
Source1	CH1	Можно выбрать источник сигнала 1 как CH1
	CH2	Можно выбрать источник сигнала 1 как CH2
Operator	+	Source1 + Source2
	-	Source1 - Source2
	×	Source1 × Source2
	÷	Source1 ÷ Source2
Source2	CH1	Можно выбрать источник сигнала 2 как CH1
	CH2	Можно выбрать источник сигнала 2 как CH2

2.8 Спектральный анализ FFT

При выборе функции FFT (быстрое преобразование Фурье) сигнал во временной области (YT) преобразуется в сигнал частотной области. FFT удобно использовать для анализа следующих типов сигналов:

- измерение гармоник и искажений в системе;
- отображение шумовых характеристик источников питания постоянного тока;
- анализ вибраций.

Таблица 2-4. Описание меню FFT

Функция меню	Настройка	Описание
Type	FFT	Выполнение математической операции FFT
Source	CH1 / CH2	Выбор канала источника сигнала (CH1 или CH2)
Window	Hanning / Hamming / Blackman / Rectangle	Выбор оконной функции: Hanning, Hamming, Blackman или Rectangle
Vertical unit	Vrms / dBVrms	Установка вертикальных единиц: Vrms или dBVrms

Выбор оконной функции FFT

Если форма волны YT повторяется непрерывно, осциллограф выполняет преобразование FFT для записи сигнала конечной длины. Когда длительность цикла сигнала является целым числом, амплитуды в начале и в конце записи совпадают — искажения не возникают.

Если же цикл сигнала не кратен длине записи, амплитуды в начале и в конце различаются, из-за чего появляются высокочастотные искажения — так называемое “утечка спектра” (leakage). Чтобы уменьшить этот эффект, сигнал умножается на оконную функцию, которая обнуляет амплитуду на концах сигнала.

Ниже приведены типы оконных функций и области их применения.

Таблица 2-5. Оконные функции FFT

Окно FFT	Особенности	Наиболее подходящие измерения
Rectangle (Прямоугольное)	Лучшая частотная, но худшая амплитудная точность. Аналогично отсутствию окна.	Измерение уровня сигнала, до и после переходных процессов, коротких импульсов. Подходит для синусоид с постоянной амплитудой и случайного шума с медленно меняющимся спектром.
Hanning	Лучшая амплитудная, но хуже частотная разрешающая способность по сравнению с прямоугольным окном.	Анализ случайных шумов, синусоидальных, циклических и узкополосных сигналов.

Hamming Разрешающая способность по частоте у окна Хэмминга немного выше, чем у окна Ханнинга. Подходит для измерения сигналов, у которых уровень до и после переходных процессов или коротких импульсов сильно различается.

Blackman Обеспечивает наилучшую амплитудную и наихудшую частотную разрешающую способность. Обычно используется для анализа одиночных частотных сигналов с выраженными субгармониками.

2.9 Цифровой фильтр (Digital Filter)

Цифровой фильтр позволяет выделить определённую полосу частот в сигнале путём регулировки верхней и нижней границ частоты.

Таблица 2-6. Меню цифрового фильтра

Функция меню	Настройка	Описание
Type	Digital filter	Включение цифрового фильтра
Source	CH1	Установить CH1 как активный канал
	CH2	Установить CH2 как активный канал
Filter type	Low pass	Пропускает только сигналы с частотой ниже текущего верхнего предела
	High pass	Пропускает только сигналы с частотой выше текущего верхнего предела
	Band pass	Пропускает сигналы, частота которых находится между текущими нижним и верхним пределами
	Band stop	Блокирует сигналы, частота которых находится между текущими нижним и верхним пределами
Lower frequency limit	Lower limit	Настройка нижней границы частоты с помощью многофункционального регулятора. Для фильтра нижних частот этот параметр не используется и скрыт.
Upper frequency limit	Upper limit	Настройка верхней границы частоты с помощью многофункционального регулятора. Для фильтра верхних частот этот параметр не используется и скрыт.

Глава III. Горизонтальная система (Horizontal System)

3.1 Управление по горизонтали

(1) Ручка горизонтального управления

Изменение горизонтальной шкалы времени осуществляется с помощью ручки SCALE. Изменение масштаба времени приводит к растяжению или сжатию формы сигнала относительно центра экрана. Горизонтальная система управляется следующими элементами панели:

- POSITION — изменение горизонтального положения волны на экране. При изменении положения сигнал перемещается вправо или влево относительно точки срабатывания триггера.

(2) Кнопка меню горизонтали

Нажмите HORIZ MENU, чтобы открыть меню горизонтальной системы (см. таблицу ниже).

Таблица 3-1. Меню HORIZ

Функция меню	Настройка	Описание
Window extension	On / Off	Включает или выключает основную временную базу
Time base selection	Main time base / Extensive time base	Основная временная база — изменяется при регулировке горизонтальной шкалы. Расширенная временная база — изменяется при настройке дополнительной шкалы времени
Window extension	—	Включает расширение временной базы
Hold-off time	—	Настройка времени удержания триггера с помощью многофункциональной ручки

3.2 Объяснение терминов

YT Mode: В этом режиме ось Y отображает напряжение, а ось X — время.

XY Mode: В этом режиме ось X отображает сигнал канала CH1, а ось Y — сигнал канала CH2.

Scan Mode: Когда временная база установлена на 100 мс/дел или медленнее, прибор переходит в режим медленного сканирования. Для наблюдения низкочастотных сигналов рекомендуется устанавливать режим связи каналов в DC.

SEC/DIV: Единицы горизонтальной шкалы (временной базы). Когда осциллограф остановлен (RUN/STOP), регулировка временной базы позволяет растянуть или сжать отображаемую волну.

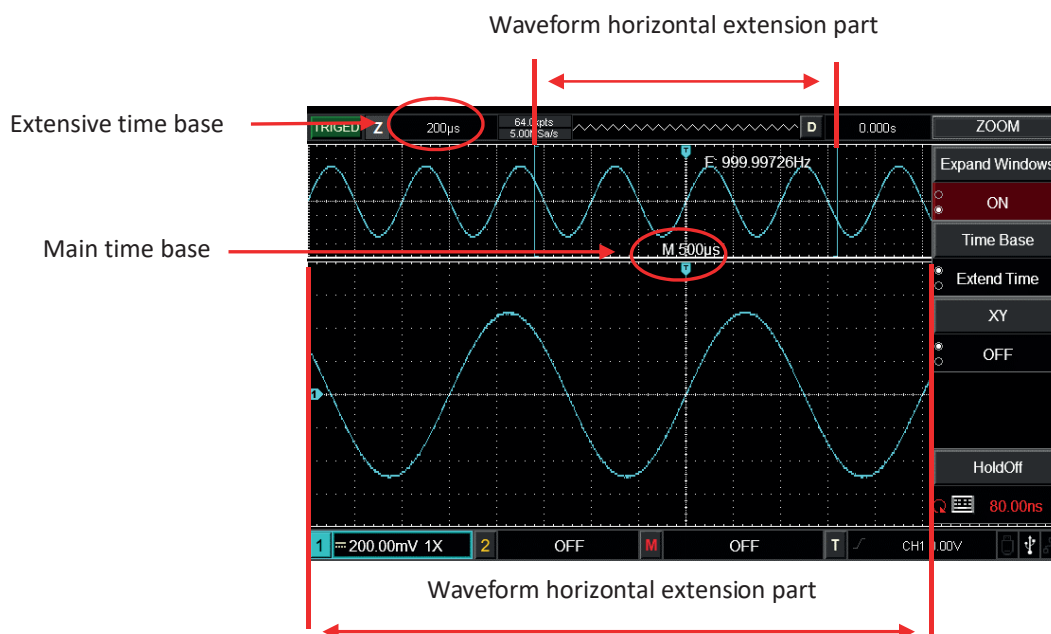
3.3 Расширение окна (Window Extension)

Функция расширения окна используется для увеличения участка формы сигнала, чтобы пользователь мог рассмотреть детали изображения. Настройка временной базы расширенного окна не должна быть медленнее, чем у основной временной базы.

На экране при активном режиме расширения окна (см. рисунок 3-2):

- В верхней части отображается исходная форма сигнала. Этот участок можно перемещать влево и вправо при помощи ручки POSITION, а также увеличивать или уменьшать с помощью ручки SCALE.

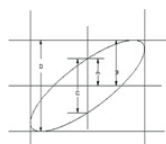
- В нижней части показана увеличенная (растянутая по времени) область исходного сигнала. При этом расширенная временная база повышает разрешение по сравнению с основной.



Таким образом, нижняя часть экрана показывает увеличенный участок, выбранный на верхнем графике. Масштаб расширения можно регулировать поворотом ручки SCALE, тем самым изменяя степень горизонтального увеличения формы сигнала.

3.4 Режим XY

Режим XY также называется режимом фигуры Лиссажу (Lissajous Figure Mode). Используя метод фигур Лиссажу, пользователь может измерять разность фаз между двумя сигналами одинаковой частоты.



(см. рисунок 3-3 — Lissajous-фигура)

Согласно формуле $\sin \theta = A/B$ или C/D , где θ — это разность фаз (угловая разница) между каналами, A, B, C, D — величины, показанные на рисунке выше. Следовательно, разность фаз вычисляется как: $\theta = \pm \arcsin(A/B)$ или $\theta = \pm \arcsin(C/D)$.

Если большая ось эллипса лежит в I или III квадранте, разность фаз должна находиться в пределах: $(0 - \pi/2)$ или $(3\pi/2 - 2\pi)$, то есть в I и IV квадрантах.

Если ось эллипса лежит во II или IV квадранте, разность фаз должна быть в пределах: $(\pi/2 - \pi)$ или $(\pi - 3\pi/2)$.

Дополнительно, по фигурам Лиссажу можно определить соотношение частоты и разность фаз между двумя сигналами, как показано ниже.

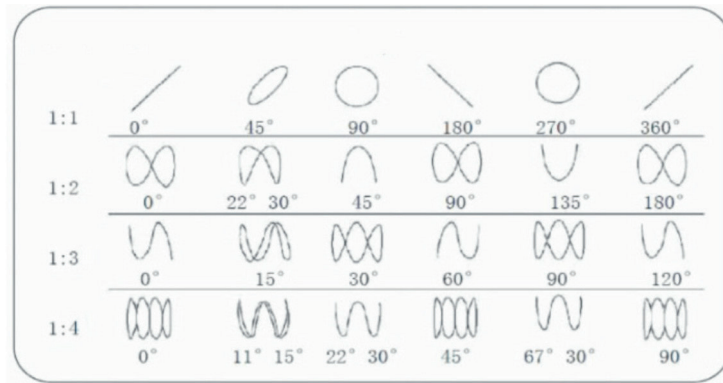


Рисунок 3-4. Типичные фигуры Лиссажу

(Диаграмма показывает, как меняется форма в зависимости от разности фаз — 0°, 30°, 60°, 90°, 120° и т.д.)

Использование этого метода возможно только при одновременной работе каналов CH1 и CH2. После выбора режима XY, напряжение CH1 отображается по горизонтальной оси, а напряжение CH2 — по вертикальной.



Рисунок 3-5. Отображение формы сигнала в режиме XY

Примечание: Чтобы получить наилучшее отображение фигур Лиссажу, форма сигнала в режиме XY должна содержать хотя бы один полный период.

Следующие функции в режиме XY не работают:

- Режим измерения курсором (Cursor Measurement Mode)
- Волна ссылочного или математического расчёта (Reference / Math Operation)
- Функция расширения окна (Window Extension)
- Управление триггером (Trigger Control)

Глава IV. Система триггера (Trigger System)

Прибор начинает сбор данных и отображение формы сигнала в зависимости от работы системы триггера. После правильной установки триггера осциллограф (DSO) преобразует нестабильное изображение в стабильную и понятную форму сигнала.

Когда осциллограф начинает сбор данных, он сначала записывает достаточно точек, чтобы отобразить часть волны до срабатывания триггера. После срабатывания триггера DSO продолжает сбор данных, чтобы нарисовать форму сигнала после точки триггера.

Область управления триггером на панели прибора включает:

- LEVEL — ручка регулировки уровня триггера, устанавливает соответствующее значение напряжения точки срабатывания.
- SET TO ZERO — установка уровня триггера в вертикальный центр диапазона сигнала.
- TRIG MENU — кнопка вызова меню настройки триггера.

Управление триггером (Trigger Control)

- Тип триггера: Edge (по фронту), Pulse (по длительности импульса), Video (видеосигнал), Slope (по наклону) и Alternating (чередующийся).
- Edge Trigger (по фронту): срабатывает, когда сигнал достигает заданного уровня.
- Pulse Width Trigger (по длительности импульса): срабатывает, когда ширина импульса соответствует заданному условию.
- Video Trigger: выполняет триггер по полю или строке стандартного видеосигнала.
- Slope Trigger (по наклону): срабатывает при достижении заданного значения нарастающего или спадающего участка сигнала.
- Alternating Trigger: каналы CH1 и CH2 поочередно выполняют срабатывание по своим сигналам, что полезно для сигналов без корреляции по частоте.

4.1 Триггер по фронту (Edge Trigger)

Режим Edge Trigger используется для срабатывания по порогу нарастающего или спадающего фронта входного сигнала. При выборе режима «Edge Trigger» триггер выполняется по нарастающему, спадающему или обоим фронтам входного сигнала.

Таблица 4-1. Меню триггера по фронту

Пункт меню	Параметр	Описание
Тип (Type)	Edge	Триггер по фронту сигнала
Источник (Source)	CH1	Устанавливает CH1 в качестве источника триггера
	CH2	Устанавливает CH2 в качестве источника триггера
	EXT	Внешний вход триггера используется как источник
	AC Line	Использует сетевое питание в качестве источника триггера
Склон (Slope)	Rising	Срабатывание по нарастающему фронту
	Falling	Срабатывание по спадающему фронту
	Rise/Fall	Срабатывание по обоим фронтам сигнала

Режим (Mode)	Настройка	Описание

AUTO	Автоматический триггер — осциллограф непрерывно собирает данные, даже если отсутствует сигнал триггера.	
Normal	Нормальный триггер — сбор данных выполняется только при наличии сигнала триггера.	
Single	Однократный триггер — выполняется один цикл сбора данных при появлении сигнала триггера.	

Связь (Coupling)	Настройка	Описание
AC	Отсекает постоянную составляющую (DC) сигнала триггера.	
DC	Пропускает как постоянную (DC), так и переменную (AC) составляющие сигнала триггера.	
HF	Отсекает высокочастотную составляющую сигнала триггера (свыше 80 кГц).	
LF	Отсекает низкочастотную составляющую сигнала триггера (ниже 80 кГц).	
Noise	Подавляет высокочастотный шум, снижая вероятность ложного срабатывания триггера.	

4.2 Триггер по длительности импульса (Pulse Width Trigger)

При триггере по длительности импульса срабатывание происходит в зависимости от ширины (длительности) импульса входного сигнала. Такой режим позволяет зафиксировать аномальные импульсы, задав условия для ширины импульса.

Таблица 4-2. Меню триггера по длительности импульса

Пункт меню	Параметр	Описание
Тип (Type)	Pulse	Триггер по импульсу
Источник (Source)	CH1	Использовать CH1 как источник триггера
	CH2	Использовать CH2 как источник триггера
	EXT	Внешний вход триггера как источник
	AC Line	Использовать сетевое питание как источник триггера
Связь (Trigger Coupling)	AC	Отсекает постоянную составляющую сигнала
	DC	Пропускает постоянную и переменную составляющие
	HF	Отсекает высокочастотную составляющую (выше 80 кГц)
	LF	Отсекает низкочастотную составляющую (ниже 80 кГц)
	Noise	Подавляет высокочастотные шумы, предотвращает ложное срабатывание

Режим триггера (Trigger Mode)	AUTO	При отсутствии сигнала система автоматически собирает данные и отображает базовую линию. При наличии сигнала — автоматически переключается в режим сканирования.
	Normal	При отсутствии сигнала сбор данных прекращается. При появлении сигнала выполняется триггерное сканирование.
	Single	Выполняется один цикл триггера при появлении сигнала.
Настройка ширины импульса (Pulse Width Setting)	—	Вход в меню настройки параметров импульса.

Таблица 4-3. Меню настройки длительности импульса (Pulse Width Setting Menu)

Пункт меню	Параметр	Описание
Polarity (Полярность)	Positive	Установить положительный импульс как сигнал триггера
	Negative	Установить отрицательный импульс как сигнал триггера
Pulse width condition (Условие по ширине импульса)	>	Срабатывание, если длительность импульса больше заданного значения
	<	Срабатывание, если длительность импульса меньше заданного значения
	<>	Срабатывание, если длительность импульса находится в пределах заданного диапазона
Pulse width time (Время длительности импульса)	—	Диапазон установки ширины импульса: от 20 нс до 10 с, регулируется многофункциональной ручкой на передней панели
Previous (Назад)	—	Возврат к предыдущему меню

4.3 Триггер по наклону (Slope Trigger)

После выбора триггера по наклону осциллограф (DSO) выполняет срабатывание, когда нарастающий или спадающий участок сигнала достигает установленного уровня.

Таблица 4-4. Меню триггера по наклону

Пункт меню	Параметр	Описание
Тип (Type)	Slope	Триггер по наклону сигнала
Источник (Source)	CH1	Установить CH1 в качестве источника триггера
	CH2	Установить CH2 в качестве источника триггера
Связь (Trigger Coupling)	AC	Отсекает постоянную составляющую входного сигнала
	HF	Отсекает высокочастотные компоненты (свыше 80 кГц)
	Noise	Подавляет высокочастотный шум, снижая вероятность ложного срабатывания

Режим триггера (Trigger Mode)	AUTO	При отсутствии сигнала система автоматически собирает данные и отображает базовую линию. При наличии сигнала — автоматически переходит в режим триггера
	Normal	При отсутствии сигнала сбор данных прекращается, а при появлении сигнала выполняется триггерное сканирование
	Single	Выполняется один цикл триггера при появлении сигнала
Настройка наклона (Slope Setting)	—	Вход в меню настройки условий по наклону

Таблица 4-5. Меню настройки наклона (Slope Setting Menu)

Пункт меню	Параметр	Описание
Slope condition (Условие по наклону)	Rising >	Осциллограф выполняет срабатывание, когда скорость нарастания фронта сигнала превышает установленное значение.
Rising <	—	Осциллограф выполняет срабатывание, когда скорость нарастания фронта сигнала ниже заданной скорости изменения.
Rising <>	—	Осциллограф выполняет срабатывание, когда скорость нарастания фронта сигнала выше нижнего предела и ниже верхнего предела, заданных пользователем.
Descending >	—	Осциллограф выполняет срабатывание, когда скорость спадающего фронта сигнала выше заданной скорости изменения.
Descending <	—	Осциллограф выполняет срабатывание, когда скорость спадающего фронта сигнала ниже заданной скорости изменения.
Descending <>	—	Осциллограф выполняет срабатывание, когда скорость спадающего фронта сигнала находится между заданными пределами — выше нижнего и ниже верхнего значения.
Time Setting (Настройка времени)	—	Время наклона задаётся в диапазоне от 20 нс до 10 с. Настройка производится с помощью многофункциональной ручки на передней панели.
Threshold (Порог)	High level	Настройка верхнего порогового уровня с помощью ручки LEVEL в блоке управления триггером.
	Low level	Настройка нижнего порогового уровня с помощью ручки LEVEL.
	High-Low level	Одновременная настройка верхнего и нижнего порога через ручку LEVEL.
Previous (Назад)	—	Возврат к предыдущему меню.

4.4 Видео-триггер (Video Trigger)

После выбора видео-триггера (Video Trigger) осциллограф выполняет срабатывание по строке или полю стандартного видеосигнала NTSC или PAL. Тип связи по умолчанию устанавливается в режим DC Coupling.

Меню видео-триггера приведено ниже:

Таблица 4-6. Меню видео-триггера (Video Trigger Menu)

Пункт меню	Параметр	Описание
Тип (Type)	Video	Режим видео-триггера
Источник (Source)	CH1	Использовать CH1 как источник триггера
	CH2	Использовать CH2 как источник триггера
Настройки видео (Video Setting)	—	Вход в меню параметров видеосигнала

Таблица 4-7. Меню настроек видео (Video Setting Menu)

Пункт меню	Параметр	Описание
Standard (Стандарт)	PAL	Применимо к видеосигналам стандарта PAL.
Standard (Стандарт)	NTSC	Применимо к видеосигналам стандарта NTSC.
Sync (Синхронизация)	All line	Установить синхронизацию и срабатывание по всем строкам видеосигнала.
	Line	Установить синхронизацию и срабатывание по определённой строке. Настройка выполняется через многофункциональную ручку на передней панели.
	Odd field	Установить синхронизацию и срабатывание по нечётному полю видеосигнала.
	Even field	Установить синхронизацию и срабатывание по чётному полю видеосигнала.
Line numbers (Номер строки)	—	Регулировка номера строки выполняется через многофункциональную ручку на передней панели.
Previous (Назад)	—	Возврат к предыдущему меню.

На Рисунке 4-1 показан пример отображения сигнала, когда стандарт выбран PAL, а режим синхронизации установлен как построчный (Line Synchronization).

На Рисунке 4-2 показан пример отображения, когда режим синхронизации установлен как по полю (Field Synchronization).

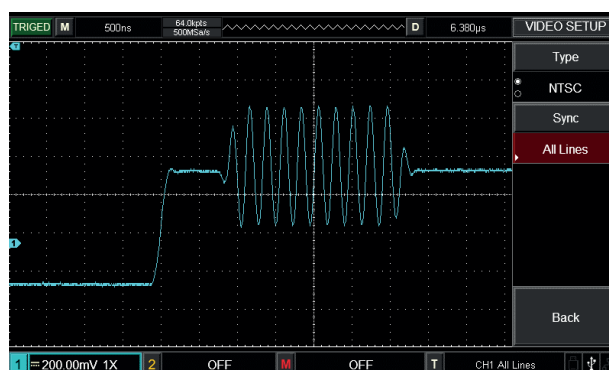


Рис. 4-1. Видео-триггер: Построчная синхронизация (Line Synchronization)

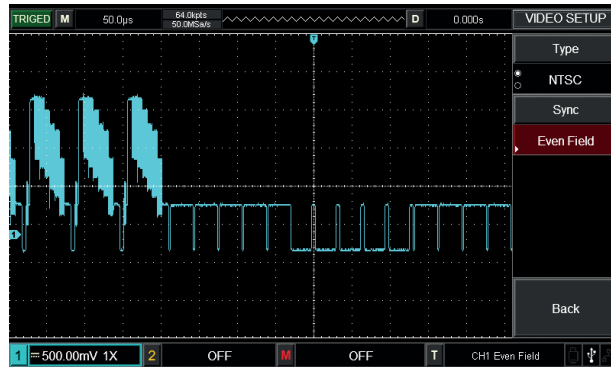


Рис. 4-2. Видео-триггер: Синхронизация по полям (Field Synchronization)

4.5 Переменный триггер (Alternating Trigger)

При использовании переменного триггера сигнал триггера поступает из двух вертикальных каналов. Такой режим удобен для наблюдения двух сигналов с различными частотами.

Ниже приведён пример отображения формы волны при срабатывании в режиме переменного триггера, а также таблица 4-7, описывающая настройки меню для данного режима.

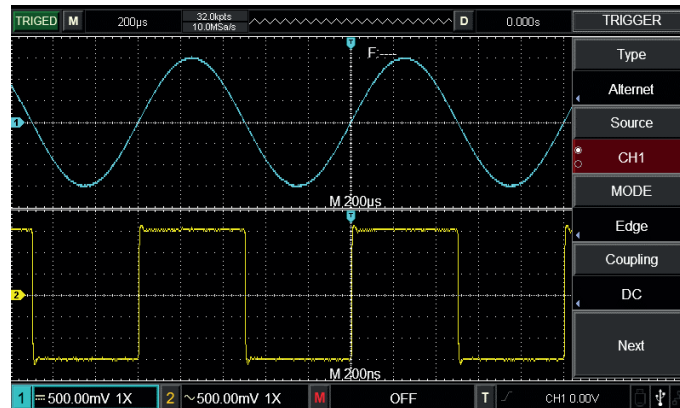


Рисунок 4-3. Наблюдение сигналов с двумя различными частотами в режиме переменного триггера (Alternating Trigger Mode)

Таблица 4-7. Меню переменного триггера (стр. 1)

Пункт меню	Параметр	Описание
Тип (Type)	Alternating	Режим переменного триггера
Выбор канала (Channel Selection)	CH1	Выбрать CH1 как активный канал
	CH2	Выбрать CH2 как активный канал
Режим триггера (Trigger Mode)	Edge	Установить срабатывание по фронту сигнала
	Pulse Width	Установить срабатывание по длительности импульса
	Slope	Установить срабатывание по наклону (скорости изменения сигнала)

Связь (Coupling)	DC	Пропускает как постоянную, так и переменную составляющие сигнала триггера
	AC	Блокирует постоянную составляющую сигнала триггера
	HF	Отсекает высокочастотные компоненты сигнала триггера
	LF	Отсекает низкочастотные компоненты сигнала триггера
Подавление шума (Noise Rejection)	—	Подавляет высокочастотный шум в сигнале и снижает вероятность ложного срабатывания осциллографа
Next page (Следующая страница)	—	Переход к следующему экрану меню

Таблица 4-8. Меню переменного триггера (стр. 2)

Пункт меню	Параметр	Описание
Наклон (Slope)	Rising	Срабатывание по нарастающему фронту сигнала
	Falling	Срабатывание по спадающему фронту сигнала
	Rise/Fall	Срабатывание по обоим фронтам сигнала
Previous (Назад)	—	Возврат к предыдущему экрану меню

4.6 Задержка триггера (Trigger Holdoff)

Настройка времени задержки триггера используется для наблюдения сложных форм сигналов (например, последовательностей импульсов). Время задержки — это промежуток, в течение которого осциллограф (DSO) ожидает перед повторным запуском схемы триггера. Во время этой задержки прибор не будет срабатывать, пока время задержки не истечёт.

Таблица 4-9. Меню Trigger Holdoff

Пункт меню	Параметр	Описание
Window extension (Расширение окна)	On/off	Включить или выключить основное временное основание.
Time base selection (Выбор временной базы)	Main time base / Extensive time base	Основное основание: установить как основное, при изменении горизонтальной временной базы масштаб будет меняться. Расширенное основание: при выборе этого режима масштаб временной базы изменяется независимо.
Window extension (Расширение окна)	—	Включает расширение временного окна.
Hold off time (Время задержки)	—	Регулирует время задержки триггера с помощью многофункциональной ручки.

Например, при наблюдении серии импульсов, триггер устанавливается на первый импульс, а время задержки можно установить равным ширине серии импульсов. Это показано на рисунке ниже:

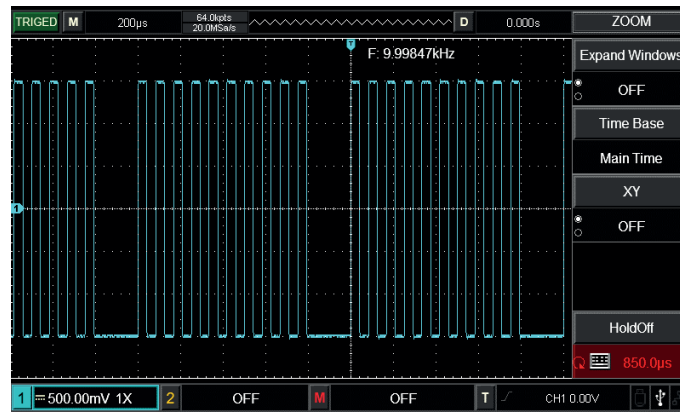


Рис. 4-4. Синхронная сложная форма сигнала (Synchronous Complex Waveform)

Инструкция по эксплуатации

1. На основе режима синхронизации обычного сигнала выберите тип срабатывания (фронт), источник триггера, наклон сигнала в меню TRIG MENU, и отрегулируйте уровень триггера, чтобы форма сигнала была максимально стабильной.
2. Нажмите HORI MENU, чтобы открыть горизонтальное меню.
3. С помощью многофункциональной ручки изменяйте время задержки до тех пор, пока отображаемая форма волны не станет устойчивой.

4.7 Пояснение терминов

(1) Источник триггера (Trigger Source): Триггер может формироваться из нескольких источников сигнала: входные каналы (CH1, CH2), внешний триггер (EXT) и сеть переменного тока (AC Line).

- Input Channel (Входной канал): Наиболее часто используемый источник триггера — это входной канал (выбираемый пользователем). Выбранный канал может работать как источник триггера, независимо от того, отображается ли он на экране или нет.

Внешний триггер (External Trigger)

Этот тип источника триггера может использоваться не только для сбора данных с двух каналов, но и для запуска измерения по третьему каналу одновременно.

Например, внешние часы или сигнал из измеряемой схемы могут служить источником триггера. Внешний триггер (EXT) подключается к разъёму EXT TRIG на приборе.

Прибор может использовать внешний сигнал напрямую, если уровень сигнала находится в пределах от -3 В до $+3\text{ В}$.

Триггер от сети переменного тока (AC Line Trigger)

Также называется сетевым триггером. Используется для наблюдения сигналов, связанных с сетевым питанием, чтобы стабилизировать синхронизацию — например, при анализе взаимодействия между сетевым питанием, осветительным оборудованием и источниками питания.

(2) Режим триггера (Trigger Mode)

Режим триггера определяет, как осциллограф (DSO) будет вести себя при отсутствии триггера. Существует три режима: Auto, Normal, Single.

- Auto trigger (Автоматический триггер): Когда триггерного сигнала нет, осциллограф автоматически выполняет сбор данных, а на экране отображается базовая линия развертки. Когда триггер появляется — осциллограф синхронизируется с ним.

⚠ Примечание: если скорость развертки установлена 100 мс/дел или медленнее, в режиме auto trigger триггерный сигнал не требуется.

- Normal trigger (Обычный триггер): В этом режиме осциллограф выполняет сбор данных только при соблюдении условий триггера. Если сигнала нет — сбор данных приостанавливается, и возобновляется, как только триггер появляется.
- Single trigger (Одиночный триггер): В этом режиме осциллограф ожидает один триггер, после чего выполняет однократный сбор данных и отображает форму волны, затем останавливается. Активация выполняется через кнопку Operation.

(3) Связь триггера (Trigger Coupling)

Определяет, какие компоненты сигнала будут передаваться в схему триггера. Типы связи:

- DC — пропускает все компоненты сигнала.
- AC — блокирует постоянную составляющую и ослабляет сигналы ниже 10 Гц.
- Low-frequency holdoff — блокирует постоянную составляющую и подавляет низкочастотные компоненты ниже 80 кГц.
- High-frequency holdoff — ослабляет высокочастотные компоненты выше 80 кГц.
- Noise holdoff — подавляет высокочастотный шум и снижает вероятность ложного срабатывания.

(4) Предтриггер / задержанный триггер (Pretrigger / Delay Trigger)

Прибор может собирать данные до и после момента срабатывания триггера. Обычно триггер располагается по центру экрана — что позволяет просматривать 7–8 делений предтриггерной и послетриггерной информации.

Чтобы увидеть больше данных до триггера, можно сместить положение волны по горизонтали. Это помогает, например, зафиксировать сбой (glitch) в момент запуска схемы и определить его причину, анализируя предтриггерные данные.

Глава V. Система сбора данных (Acquire System)

Как показано на рисунке ниже, кнопка ACQUIRE на панели управления служит для настройки параметров системы сбора данных.



Рис. 5-1. Клавиша функции системы Acquire

Нажмите кнопку ACQUIRE, чтобы открыть меню параметров сбора данных и выбрать режим через управляющие кнопки меню.

Таблица 5-1. Меню функций Acquire

Пункт меню	Параметр	Описание
Режим сбора (Acquisition Mode)	Sampling	Осциллограф собирает данные и восстанавливает форму волны за одинаковые интервалы времени.
	Peak value	Режим захвата пиковых значений. Прибор определяет максимальные и минимальные значения входного сигнала за каждый интервал сбора и отображает их на экране.
	High resolution	Осциллограф усредняет близлежащие точки захваченной формы волны, снижая случайный шум входного сигнала и делая волну на экране более гладкой.
	Average	Осциллограф собирает несколько форм сигналов, вычисляет их средние значения и отображает итоговую усреднённую волну.
Averages	2–256	Установите количество усреднений с помощью многофункциональной ручки. Возможные значения: 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512.
Sampling	Real-time	Устанавливает режим реального времени.
	Equivalence	Устанавливает эквивалентный режим выборки.
Fast Acq (Быстрый сбор данных)	ON	Включает сбор данных с высокой частотой обновления экрана, чтобы лучше отразить динамические изменения формы сигнала.
	OFF	Выключает быстрый сбор данных.

Изменяя параметры сбора данных на осциллографе, пользователь может наблюдать, как меняется форма волны.

Если уровень шума в сигнале высокий, то наглядное различие между неусреднённым методом и усреднением по 8 измерениям показано на рисунках ниже:

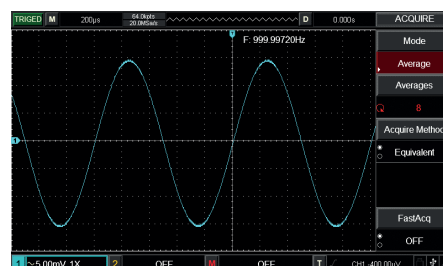
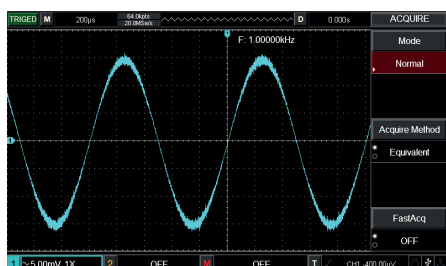


Рис. 5-1. Метод сбора без усреднения Рис. 5-2. Усреднение по 8 измерениям

Примечания:


1. Используйте режим реального времени (Real-time sampling) при наблюдении одиночного сигнала.
2. Используйте режим эквивалентной выборки (Equivalent sampling) при наблюдении высокочастотных периодических сигналов.
3. Используйте режим пикового обнаружения (Peak detection), если требуется наблюдать огибающую модулированного сигнала. Для снижения случайного шума в отображаемом сигнале используйте режим усреднения (Average sampling) и установите количество усреднений на одно из значений: 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 или 512.

Пояснение терминов

Sampling mode (Режим выборки): Включает два типа — реальный (Real-time) и эквивалентный (Equivalent).

Real-time sampling mode (Режим реального времени): Сбор данных с частотой реальной выборки системы. Используется для наблюдения любых сигналов в пределах максимальной частоты выборки прибора.

Equivalent sampling mode (Эквивалентная выборка): Сбор данных с эффективной частотой выше максимальной частоты выборки системы. Используется для наблюдения периодических сигналов, частота которых превышает предел реальной выборки.

Peak value mode (Режим пиковых значений): Осциллограф определяет максимальные и минимальные значения входного сигнала в каждом интервале выборки и использует их для построения формы волны. В этом режиме можно захватывать и отображать узкие импульсы, которые могли бы быть пропущены в обычном режиме.  Уровень шума при этом выше.

High resolution mode (Режим высокой точности): Осциллограф усредняет соседние точки полученной формы волны, снижая случайные шумы и делая изображение сигнала более гладким.

Average mode (Режим усреднения): Прибор собирает несколько форм сигнала, вычисляет их средние значения и отображает итоговую усреднённую форму волны.

Глава VI. Система отображения (Display System)

Как показано на рисунке ниже, кнопка DISPLAY на панели управления служит для настройки параметров системы отображения.



Рис. 6-1. Функциональные клавиши системы Display

Нажмите кнопку DISPLAY, чтобы войти в меню настроек отображения, как показано в таблицах ниже.

Таблица 6-1. Меню отображения (Страница 1)

Функция	Параметр	Описание
Types (Тип отображения)	Vector	Отображает выборочные точки, соединяя их линиями.
	Dots	Отображает только отдельные точки выборки без соединения.
Persistence (Послесвечение)		Устанавливает режим послесвечения: OFF, AUTO, Short Persistence, Long Persistence, Infinite.
Menu (Время отображения меню)		Настройка времени отображения меню: 5 с, 10 с, 20 с, вручную.
Screen protection time (Время защиты экрана)		Настройка времени автоотключения экрана: OFF, 1 мин, 5 мин, 10 мин, 30 мин, 1 час.
Next page (Следующая страница)		Переход к следующей странице меню.

Таблица 6-2. Меню отображения (Страница 2)

Функция	Параметр	Описание
Waveform brightness (Яркость сигнала)	10%–100%	Устанавливает яркость отображаемой формы волны.
Grid brightness (Яркость сетки)	10%–100%	Устанавливает яркость сетки.
Backlight (Подсветка)	10%–100%	Устанавливает яркость подсветки экрана.
Grid (Тип сетки)		Устанавливает вид сетки: полная, точечная, крестовая или с рамкой.
Previous (Назад)		Возврат к предыдущей странице меню.

Примечание:

Тип отображения Vector заполняет промежутки между соседними точками выборки, в то время как режим Dots отображает только отдельные точки без соединения линиями.

Глава VII. Автоматические измерения

Осциллограф серии UTD2000 поддерживает до 34 типов параметров измерений формы сигнала.



Рис. 7-1. Клавиша функции автоматических измерений

7.1 Меню измерений

Нажмите кнопку MEASURE, чтобы войти в меню измерений.

Таблица 7-1. Меню автоматических измерений (Страница 1)

Функция	Параметр	Описание
Main source (Основной источник)	CH1, CH2, MATH	Выбор источника сигнала: канал CH1 или CH2.
Slave source (Дополнительный источник)	CH1, CH2, MATH	Выбор источника сигнала: канал CH1 или CH2.
All parameters (Все параметры)	OFF	Закрывает все окна отображения параметров измерений.
	ON	Отображает окно со всеми параметрами измерений.
Custom parameter (Пользовательские параметры)		Открывает интерфейс выбора пользовательских параметров. Поверните многофункциональную ручку для выбора параметров. Нажмите клавишу пользовательского параметра или MENU, чтобы закрыть интерфейс. На экране отобразятся экстремальные и средние значения.
Next page (Следующая страница)		Переход на следующую страницу меню.

Таблица 7-1. Меню автоматических измерений (Страница 2)

Функция	Параметр	Описание
Indication selection (Выбор индикации)		С помощью многофункциональной ручки выберите нужный параметр из 34 типов доступных автоматических измерений.
Indicator (Индикатор)	OFF	Отключить отображение индикаторов.
	ON	Включить отображение физических величин параметров.
Clear (Очистка)		Очистить все пользовательские параметры.
Measurement statistics (Статистика измерений)	OFF	Отключить функцию статистики измерений.
	ON	Включить функцию статистики измерений.
Previous page (Предыдущая страница)		Вернуться на предыдущую страницу меню.

7.2 Параметры напряжения (Voltage Parameter)

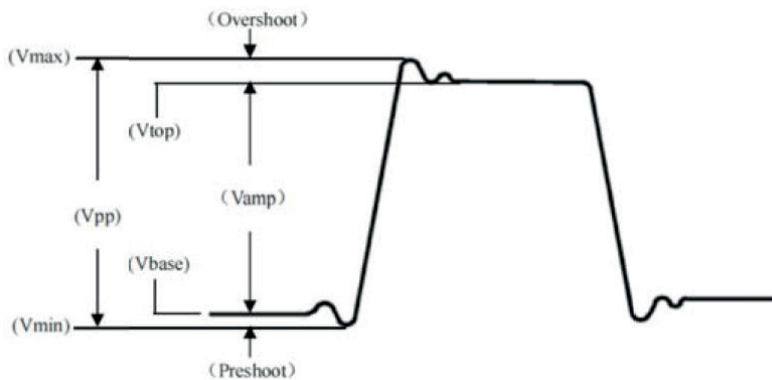


Рис. 7-2. Диаграмма параметров напряжения

Параметры измерения напряжения для осциллографов серии UTD2000 включают:

- Max value (Max) — Максимальное значение напряжения от наивысшей точки формы волны до земли (GND).
- Min value (Min) — Минимальное значение напряжения от наинизшей точки формы волны до земли.
- Top value (High) — Верхнее значение напряжения (плоская верхняя часть сигнала) относительно земли.
- Bottom value (Low) — Нижнее значение напряжения (нижняя часть сигнала) относительно земли.
- Middle value (Middle) — Среднее значение, равное половине суммы верхнего и нижнего уровней напряжения.
- Peak-to-Peak (Pk-Pk) — Размах сигнала, разница между наибольшим и наименьшим уровнями формы волны.
- Amplitude (Amp) — Амплитуда сигнала, разница между верхней и нижней точками формы волны.
- Mean value (Mean) — Среднее значение амплитуды сигнала.
- Cycle mean (CycMean) — Среднее значение амплитуды за один период сигнала.
- Root Mean Square (RMS) — Действующее (эффективное) значение напряжения, характеризующее эквивалентную энергию переменного сигнала.
- Cycle RMS (CycRMS) — Эффективное значение (энергия) за один цикл переменного сигнала, эквивалентное постоянному напряжению, генерирующему ту же энергию.

7.3 Параметры времени (Time Parameter)

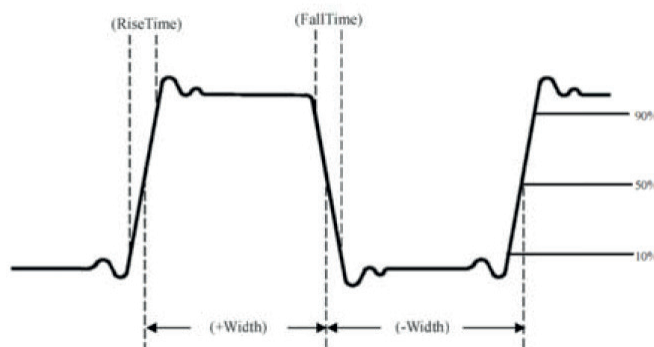


Рис. 7-3. Диаграмма временных параметров

Параметры времени для осциллографов серии UTD2000 включают:

- Period (Период) — Время между двумя последовательными фронтами формы волны одинаковой полярности (например, между двумя положительными фронтами повторяющегося сигнала).

Параметры времени (продолжение)

- Frequency (Freq) — Частота, обратная величина периода.
- Rise time (Rise) — Время, за которое амплитуда сигнала увеличивается с 10% до 90%.
- Fall time (Fall) — Время, за которое амплитуда сигнала уменьшается с 90% до 10%.
- Rise delay — Задержка между фронтами (восходящими краями) основного и дополнительного каналов.
- Fall delay — Задержка между спадающими краями основного и дополнительного каналов.
- Positive width (+Width) — Ширина положительного импульса на уровне 50% амплитуды.
- Negative width (-Width) — Ширина отрицательного импульса на уровне 50% амплитуды.

Измерения между фронтами сигналов источников:

- FRFR — Время между первым восходящим фронтом источника 1 и первым восходящим фронтом источника 2.
- FRFF — Время между первым восходящим фронтом источника 1 и первым спадающим фронтом источника 2.
- FFFR — Время между первым спадающим фронтом источника 2 и первым восходящим фронтом источника 1.
- FFFF — Время между первым спадающим фронтом источника 1 и первым спадающим фронтом источника 2.
- FRLF — Время между первым восходящим фронтом источника 1 и последним спадающим фронтом источника 2.
- FRLR — Время между первым восходящим фронтом источника 1 и последним восходящим фронтом источника 2.
- FFLLR — Время между первым спадающим фронтом источника 1 и последним восходящим фронтом источника 2.
- FFLF — Время между первым спадающим фронтом источника 1 и последним спадающим фронтом источника 2.

7.4 Другие параметры

- Positive duty (+Duty) — Отношение ширины положительного импульса к периоду.
- Negative duty (-Duty) — Отношение ширины отрицательного импульса к периоду.
- Overshoot (OverSht) — Отношение разности между максимальным и верхним значением сигнала к амплитуде.
- Preshoot (PreSht) — Отношение разности между минимальным и нижним значением сигнала к амплитуде.
- Area — Алгебраическая сумма произведений напряжения и времени для всех точек на экране.
- Cycle Area — Алгебраическая сумма произведений напряжения и времени для всех точек в одном цикле сигнала.
- Phase — Разность фаз между основным и дополнительными источниками сигналов.

Глава VIII. Измерения с помощью курсора

Используйте CURSOR для измерения параметров формы сигнала по оси X (время) и Y (напряжение). Нажмите кнопку CURSOR, чтобы открыть меню измерения курсором.



Рис. 8-1. Клавиша функции CURSOR

8.1 Меню измерения курсором

Нажмите CURSOR, чтобы войти в меню измерений курсором.

Таблица 8-1. Меню измерения курсором

Функция	Параметр	Описание
Type	OFF, Time, Voltage	Устанавливает тип измерения (время или напряжение).
Mode	Independent mode, Tracking	Выбирает режим перемещения курсора. — В Independent mode курсоры 1 и 2 перемещаются независимо. — В Tracking mode оба курсора перемещаются одновременно.
T unit	Second, Hertz	Задаёт единицы измерения времени.
Source	CH1, CH2, Math	Устанавливает источник сигнала для измерений.

8.2 Отображение измерений курсором

В режиме CURSOR пользователь может перемещать курсоры для измерений. Доступны два типа измерений: напряжение и время.

- Поверните многофункциональную ручку, чтобы изменить положение курсора AY.
- Нажмите ручку, чтобы переключиться на BY, затем отрегулируйте его аналогично.
- В режиме Tracking оба курсора (AY и BY) движутся параллельно.

Обозначения:

- A и B — уровни напряжения для курсоров AY и BY.
- B–A — разница напряжений между точками пересечения курсоров AY и BY с формой волны.

Когда выполняется измерение времени, в верхнем левом углу экрана отображается следующая информация (см. рисунок на следующей странице).

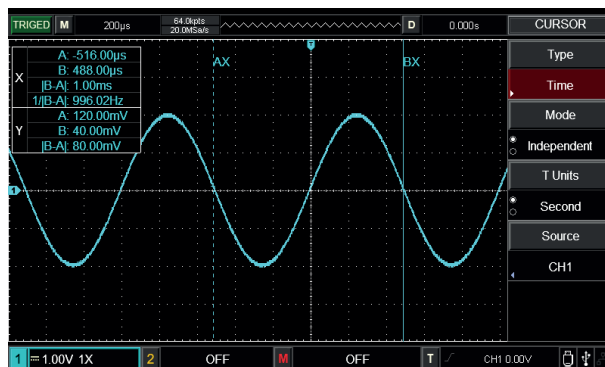


Рис. 8-2. Измерение времени с помощью курсора

Измерение по оси X (время)

Поверните многофункциональную ручку (Multipurpose Knob), чтобы изменить положение курсора AX. Нажмите ручку, чтобы переключиться на VX, затем регулируйте аналогично.

- A/B — показывает временное расстояние между нулевой точкой и курсорами A и B.
- B-A — отображает разницу по времени между курсором A и курсором B.
- $1 / |B-A|$ — обратная величина разницы по времени.

Для периодического сигнала, если курсоры AX и VX установлены на соседних восходящих фронтах, значение $1 / |B-A|$ соответствует частоте сигнала.

Измерение по оси Y (напряжение)

- A/B — показывает разницу по напряжению между нулевым уровнем и курсорами A и B.
- B-A — отображает разницу напряжений между курсорами A и B.

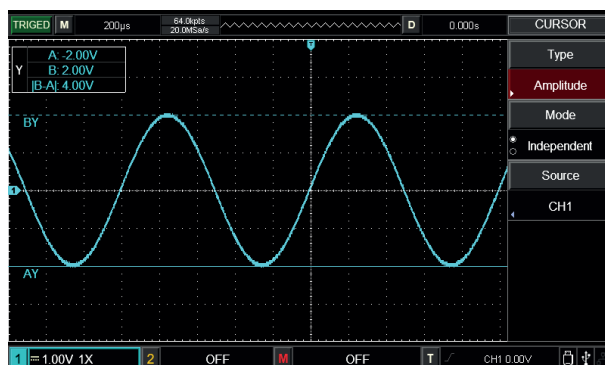


Рис. 8-3. Измерение напряжения с помощью курсора

Подсказка: Измеренные данные отображаются в левом верхнем углу экрана.

Глава IX. Хранение данных

Настройки осциллографа (DSO), формы сигналов и изображения экрана могут сохраняться во внутренней памяти DSO или на USB-накопителе. Сохранённые данные можно вызвать при необходимости. Нажмите кнопку STORAGE, чтобы открыть меню настроек хранения.



Рис. 9-1. Клавиша функции STORAGE

9.1 Настройка хранения и загрузки

Нажмите кнопку Storage, затем нажмите F1, чтобы выбрать тип хранения Setup, после чего появится следующее меню:

Таблица 9-1. Меню настроек хранения

Функция	Параметр	Описание
Type	Setup	Выбор типа хранения (Setup).
Storage medium	DSO, USB	Выбор места хранения: во внутренней памяти (до 20 групп) или на USB-накопителе (до 200 групп).
Delete / File name	Delete / File name	Удаление сохранённых файлов. При выборе USB в меню можно изменить имя файла.
Save	—	Сохраняет файл в выбранное место хранения.
Load	—	Загружает ранее сохранённые данные из выбранного хранилища, восстанавливая состояние осциллографа.

Редактирование имени файла

Если в качестве носителя используется USB, имя сохранённого файла можно изменить. Нажмите на поле имени файла, чтобы открыть окно редактирования, как показано ниже:



Рис. 9-2. Окно редактирования имени файла

Для ввода имени:

- Перемещайте курсор, вращая многофункциональную ручку (Multipurpose Knob).
- Нажимайте на ручку, чтобы переключаться между символами.
- Выберите нужную букву или цифру.

- Нажмите CONFIRM, чтобы подтвердить и вернуться в предыдущее меню.

9.2 Хранение и загрузка формы сигнала

Нажмите кнопку Storage, затем F1, чтобы выбрать тип хранения Reference Waveform (эталонная форма сигнала). После этого появится следующее меню:

Таблица 9-2. Меню эталонной формы сигнала (стр. 1)

Функция	Параметр	Описание
Type	Reference waveform	Устанавливает тип хранения как эталонную форму сигнала.
Source	REF A / REF B	Выбор канала загрузки эталонной формы (A или B).
Close	—	Закрывает загруженную форму сигнала.
Storage	—	Войти в меню хранения.
Load	—	Войти в меню загрузки.

Таблица 9-3. Меню сохранения формы сигнала

Функция	Параметр	Описание
Data source	CH1 / CH2	Выбор канала для сохранения сигнала.
Storage medium	DSO / USB	Выбор места хранения данных.
File name	Customized	См. раздел 9.1 «Редактирование имени файла».
Store	—	Нажмите, чтобы сохранить текущую форму сигнала.
Previous	—	Вернуться на предыдущую страницу.

Таблица 9-4. Меню загрузки формы сигнала

Функция	Параметр	Описание
Reference waveform	REF A / REF B	Загрузка формы сигнала в канал A или B.
Storage medium	—	Выбор источника загрузки (DSO или USB).
Load	—	Нажмите, чтобы загрузить выбранный файл.
Previous	—	Вернуться на предыдущую страницу.

Меню хранения файлов данных

Функция	Параметр	Описание
Type	Data file	Устанавливает тип хранения как «файл данных», сохраняемый в формате CSV.
Storage medium	USB	Файл данных можно сохранять только на USB-накопителе.
File name	Customized	См. раздел 9.1 «Редактирование имени файла».
Storage	—	Нажмите, чтобы сохранить файл.

9.3 Хранение и загрузка битовых карт

Нажмите кнопку Storage, затем F1, чтобы выбрать тип хранения Data File. После этого появится следующее меню:

Таблица 9-6. Меню интерфейса хранения

Функция	Параметр	Описание
Type	Data file	Выбранный тип хранения — файл данных, сохраняемый в формате CSV.
Storage medium	USB	Файлы данных можно сохранять только при подключенном USB-накопителе.
File name	Customized	См. раздел 9.1 «Редактирование имени файла».
Save	—	Нажмите кнопку для сохранения.

Примечание: Файл данных может быть сохранён только при подключённом USB-накопителе к осциллографу.

9.4 Копирование экрана

Нажмите кнопку PrtSc, чтобы сохранить текущее изображение экрана на USB-накопитель в формате BMP. Такой файл можно просмотреть на компьютере.

Важно: сохранение возможно только при подключённом USB-накопителе.

Глава X. Система Utility (Служебные функции)

Нажмите кнопку UTILITY, чтобы открыть меню служебных функций.



Рис. 10-1. Клавиша функции UTILITY

Таблица 10-1. Меню Utility (стр. 1)

Функция	Параметр	Описание
System Config	См. таблицу 10-3	Открывает меню системных настроек. Включает функции самокалибровки, просмотра информации о системе и очистки данных.
Language	—	Выбор языка интерфейса. Доступно несколько языков.
Pass/Fail	См. таблицу 10-4	Переход в меню проверки «Прошел / Не прошел». Подробнее см. раздел 10.1.
Recorder	См. таблицу 10-5	Переход в меню записи формы сигнала. Подробнее см. раздел 10.2.
Next	—	Переход на следующую страницу меню.

Таблица 10-2. Меню Utility (стр. 2)

Функция	Параметр	Описание
Сумometer	OFF / ON	Включение или выключение функции частотомера.
Local square wave	—	Генерация встроенного прямоугольного сигнала. Можно задать частоты 10 Гц, 100 Гц, 1 кГц или 10 кГц (по умолчанию 1 кГц).
AUTO strategy	—	Настройка автоматического режима. Для подробностей см. раздел 10.3.
LAN setup	—	Открывает диалоговое окно для настройки сетевых параметров.
Return	—	Возврат в предыдущее меню.

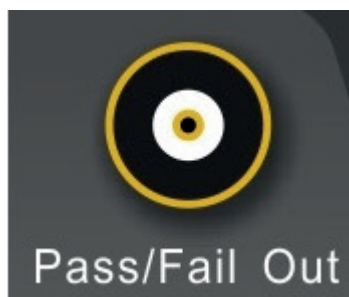
Таблица 10-3. Меню системных настроек (стр. 3)

Функция	Параметр	Описание
Self calibration	SELECT / MENU	Выполнить самокалибровку / выйти из режима самокалибровки.
System information	—	Отображает сведения о приборе (модель, версия ПО и аппаратуры и др.). Нажмите MENU, чтобы закрыть окно.
Clear information	—	Очистить сохранённые данные в осциллографе.
Return	—	Вернуться в предыдущее меню.

10.1 Тест «Прошел / Не прошел» (Pass/Fail)

Тест Pass/Fail используется для определения, находится ли входной сигнал в пределах заданного шаблона. Если входной сигнал соответствует установленным параметрам — результат PASS, если выходит за пределы — результат FAIL.

Разъём Pass/Fail Out на задней панели прибора позволяет выводить сигнал «Прошел / Не прошел».



Панельный разъём Pass/Fail Out

(На изображении показан разъём на задней панели осциллографа.)

Порядок действий

1. Нажмите кнопку UTILITY, затем F3, чтобы открыть меню Pass/Fail.
2. Включите тест — нажмите F1, чтобы задать условие выхода.
3. Нажмите F2, чтобы установить условие выхода:
 - При FAIL — разъём Pass/Fail Out выдаёт импульс и звуковой сигнал.
 - При PASS — также выдаётся импульс и звуковой сигнал.
4. Укажите источник сигнала: войдите в меню Pass/Fail и нажмите F3.
5. На экране отобразится результат теста.
6. Для перехода к следующему меню выберите Next page.
7. Настройка условий остановки теста — войдите в меню Stop Setting.

Таблица 10-4. Настройки остановки теста

Функция	Параметр	Описание
Stop type	Pass times	Автоматическая остановка теста после достижения заданного числа успешных результатов.
	Fail times	Автоматическая остановка теста после достижения заданного числа неудачных результатов.
When	>= , <=	Задание условий остановки.
Threshold	—	Настройка порога условия остановки с помощью многофункционального регулятора.
Back	—	Возврат в предыдущее меню (Pass/Fail Test Menu).

Настройка порога (Threshold Setting)

Функция	Параметр	Описание
Reference waveform	CH1, CH2, REFA	Формирование шаблона на основе эталонной формы сигнала: CH1, CH2 или сохранённой REFA. Также задаются вертикальные и горизонтальные допуски.
Load	—	Загрузить эталонную форму сигнала.
Horizontal tolerance	1–100	Установить горизонтальный допуск шаблона при помощи многофункционального регулятора.
Vertical tolerance	1–255	Установить вертикальный допуск шаблона с помощью многофункционального регулятора
Back		Вернуться в предыдущее меню (Pass/Fail Test Menu).

8. Чтобы запустить тест, нажмите F1 — выполняется проверка Pass/Fail.

10.2 Recorder (Рекордер)

Рекордер позволяет записывать текущую форму сигнала покадрово.

Таблица 10-6. Меню записи формы сигнала

Функция	Параметр	Описание
●	—	Кнопка записи. Нажмите для начала записи — на экране отобразится количество записанных кадров.
■	—	Остановить запись.
▶	—	Кнопка воспроизведения.

1. Нажмите для начала воспроизведения, на экране появится номер текущего кадра.
2. Поворотом многофункционального регулятора можно остановить воспроизведение.
3. При непрерывном вращении регулятора воспроизводится выбранный кадр повторно.
4. Для повторного воспроизведения всех кадров сначала нажмите ■, затем □.
5. Можно записать до 1000 кадров данных. | | Access | — | Использовать функцию можно только при подключённом USB-накопителе. | | Return | — | Вернуться в предыдущее меню (Utility). |

Таблица 10-6. Меню доступа к файлам записи формы сигнала

Функция	Параметр	Описание
File name	—	См. раздел «Edit file name» для способа задания имени файла.
Save	—	Сохранить записанный файл формы сигнала на носителе.
Load	—	Загрузить ранее записанный файл из носителя в осциллограф.
—	—	Использовать функцию можно только при подключённом USB-накопителе.
Return	—	Вернуться в предыдущее меню.

10.3 Автоматическая настройка (AUTO Strategy)

Как упоминалось ранее, нажатие кнопки AUTO активирует функцию автоматической настройки формы сигнала.

Для получения наилучшего отображения осциллограф автоматически подбирает:

- вертикальный масштаб,
- горизонтальную развертку (временную базу),
- режим синхронизации (триггера) — в зависимости от входного сигнала.

Также пользователь может задать параметры автоматической настройки вручную.

Таблица 10-7. Меню AUTO Strategy (Автоматическая стратегия)

Функция	Параметр	Описание
Channel setup	Release / Lock	Release — настройки канала сбрасываются на значения по умолчанию после автоматической настройки. Lock — настройки канала сохраняются без изменений после автоматической настройки.
Sampling setup	Release / Lock	Release — режим сбора данных автоматически переключается на обычный режим (Normal Sampling) после автонастройки. Lock — режим сбора данных остаётся без изменений после автонастройки.
Trigger setup	Release / Lock	Release — тип триггера автоматически изменяется на «Edge» (по фронту) после автонастройки. Lock — тип триггера не изменяется после автонастройки.
Signal recognition	Release / Lock	Release — выполнять автонастройку для всех каналов. Lock — выполнять автонастройку только для активных (открытых) каналов.
Return	—	Вернуться в предыдущее меню.

Глава XI. Другие функциональные кнопки

11.1 AUTO Setting (Автоматическая настройка)

На основе входного сигнала функция AUTO Setting автоматически подбирает:

- временную развертку,
- масштаб по вертикали (Volt/Div),
- режим триггера, чтобы форма сигнала корректно отображалась на экране.

Нажмите кнопку AUTO, чтобы выполнить автоматическую настройку.

Автоматическая настройка применяется только при следующих условиях:

1. AUTO Setting подходит только для сигналов с простой и одиночной частотой. Для сложных форм сигналов функция неэффективна.
2. Частота измеряемого сигнала должна быть не менее 20 Гц, а амплитуда — не менее 30 мВ (пиково-пиковое значение, Vpp).

Таблица. Настройки автоматической настройки

Функция	Параметр	Описание
Obtainment mode	Sampling	Режим сбора данных — выборка.
Display format	Set to YT	Формат отображения установлен как YT (время-напряжение).
Horizontal position	—	Автоматическая подстройка в зависимости от частоты сигнала.
Second/Divs	—	Автоматическая подстройка в зависимости от частоты сигнала.
Trigger coupling	DC	Синхронизация по постоянной составляющей.
Trigger holdoff	Минимальное значение	Минимальная задержка между срабатываниями триггера.
Trigger level	50%	Уровень триггера установлен на 50% амплитуды.
Trigger mode	AUTO	Автоматический режим триггера.
Trigger source	CH1 / CH2	Если сигнал присутствует на CH1 — используется CH1. Если сигнала на CH1 нет, но есть на CH2 — используется CH2.
Trigger gradient	Ascending	Срабатывание по положительному фронту.
Trigger type	Edge	Тип триггера — по фронту сигнала.
Bandwidth limit	OFF	Ограничение полосы пропускания выключено.
Volt/Div	—	Автоматическая подстройка масштаба по амплитуде сигнала.

Примечание: Если стратегия AUTO установлена по умолчанию, прибор применяет указанные выше параметры автоматической настройки.

11.2 RUN/STOP (Запуск / Остановка)

Кнопка RUN/STOP расположена на передней панели осциллографа.

- При нажатии кнопки загорается зелёный индикатор — осциллограф находится в режиме измерения.
- При повторном нажатии загорается красный индикатор — осциллограф останавливает измерения.

В режиме RUN (работа) осциллограф непрерывно собирает данные, и на экране отображается надпись “AUTO”. В режиме STOP (остановка) сбор данных прекращается, и на экране появляется надпись “STOP”.

Чтобы переключаться между режимами RUN и STOP, нажмите кнопку RUN/STOP.

11.3 Меню справки (Help Menu)

Нажмите клавишу HELP, чтобы войти в меню справки. Затем нажмите любую клавишу — на экране появится справочная информация по этой функции.

11.4 Обновление программы (Upgrade Program)

Функция обновления через USB позволяет легко и гибко обновлять программное обеспечение прибора. Для использования этой функции выполните следующие шаги:

1. Скачайте файл обновления с официального сайта и сохраните его на USB-накопителе.
2. Выключите осциллограф (DSO) и вставьте USB в порт прибора, затем включите DSO.
 - Если на USB хранится один файл обновления, появится сообщение «Обновить программу?» — нажмите F3 для подтверждения.
 - Если на USB находятся два или более файлов, появится меню выбора файла. Выберите нужный файл с помощью F1, затем нажмите F3 для запуска обновления.
3. После завершения обновления на экране появится сообщение об успешном выполнении. Извлеките USB, выключите DSO. Обновление вступит в силу после следующего включения прибора.

Примечания:

1. Время обновления составляет примерно 10 секунд.
2. Не выключайте DSO и не извлекайте USB во время обновления — это может привести к сбою или ошибке.
3. Если обновление завершилось с ошибкой (FAIL), выключите прибор и включите его снова, затем повторите процедуру обновления.

Глава XII. Примеры применения

Пример 1. Измерение простых сигналов

Для наблюдения и измерения неизвестного сигнала в цепи, а также для быстрого отображения и измерения частоты и амплитуды (пик-пик) этого сигнала выполните следующие действия:

(1) Быстрое отображение сигнала

1. В меню щупа (Probe) установите коэффициент ослабления 10X и установите переключатель на щупе также в положение 10X.
2. Подключите щуп CH1 к точке цепи, где требуется измерение.
3. Нажмите кнопку AUTO — осциллограф автоматически выполнит настройку для оптимального отображения сигнала. В этом режиме вы можете вручную подкорректировать вертикальный и горизонтальный диапазон, чтобы добиться желаемого отображения формы волны.

(2) Автоматическое измерение параметров напряжения и времени

Осциллограф может автоматически измерять большинство отображаемых сигналов. Чтобы измерить частоту и амплитуду (пик-пик), выполните следующие шаги:

1. Нажмите кнопку MEASURE, чтобы открыть меню автоматических измерений.
2. Нажмите F4, чтобы войти в окно выбора пользовательских параметров.
3. С помощью многофункционального регулятора переместите выделение на параметр Peak-to-Peak, затем нажмите регулятор для подтверждения выбора.
4. Далее переместите выделение на Frequency и снова нажмите регулятор для подтверждения выбора параметра частоты.
5. Нажмите F4 или кнопку MENU, чтобы выйти из окна пользовательских параметров.

После этого на экране будут отображаться значения частоты и амплитуды (пик-пик), как показано ниже:

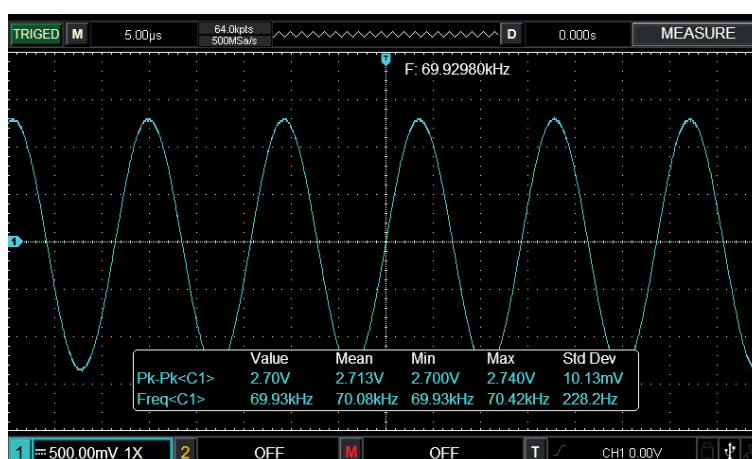


Рис. 12-1. Автоматическое измерение

Пример 2. Наблюдение задержки, вызванной прохождением синусоидального сигнала через цепь

Как и в предыдущем примере, установите коэффициент ослабления щупа и канала осциллографа на 10X. Подключите CH1 к входу цепи, а CH2 — к выходному терминалу.

Шаги:

(1) Отображение сигналов CH1 и CH2

1. Нажмите кнопку AUTO.
2. Отрегулируйте горизонтальный и вертикальный диапазон, пока не получите желаемое изображение сигнала.
3. Нажмите CH1, чтобы выбрать первый канал. Отрегулируйте вертикальное положение сигнала CH1 с помощью ручки управления вертикальным положением.
4. Нажмите CH2, чтобы выбрать второй канал. Аналогично, настройте вертикальное положение сигнала CH2, чтобы сигналы CH1 и CH2 не перекрывались — так наблюдать их будет удобнее.

(2) Наблюдение задержки прохождения синусоидального сигнала через цепь

Автоматическое измерение задержки между каналами:

1. Нажмите MEASURE, чтобы открыть меню автоматических измерений.
2. Нажмите F1, чтобы выбрать основной источник (CH1).
3. Нажмите F2, чтобы выбрать вспомогательный источник (CH2).
4. Снова нажмите F2, чтобы войти в окно выбора пользовательского параметра. С помощью многофункционального регулятора переместите выделение на параметр Rising Time (время нарастания) и нажмите регулятор для подтверждения выбора.
5. Нажмите F4 или MENU, чтобы закрыть окно выбора параметра.

После этого наблюдайте изменение формы сигнала, как показано на рисунке ниже:

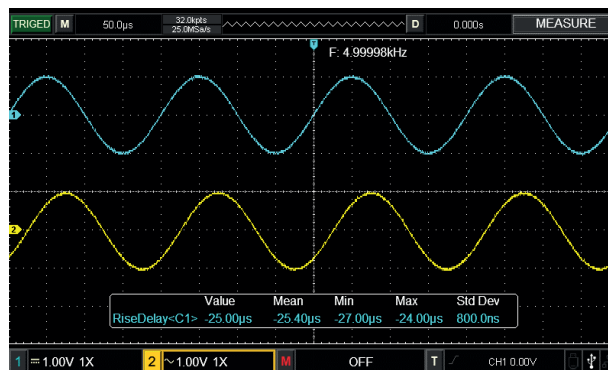


Рис. 12-2. Задержка формы сигнала

Пример 3. Захват одиночного сигнала

Особенностью цифрового осциллографа является возможность захвата некорректных или редких импульсов (единичных событий, сбоев и т.п.). Чтобы зафиксировать одиночный сигнал, необходимо знать его характеристики для правильной настройки уровня и фронта триггера.

Например, если сигнал — это логический импульс уровня TTL, установите уровень триггера примерно 2 В, а тип фронта — по нарастающему фронту (Rising Edge). Если вы не уверены в параметрах сигнала, можно использовать автоматический или нормальный режим триггера, чтобы подобрать оптимальные настройки.

Шаги:

- 1) Как в предыдущем примере, установите коэффициент ослабления щупа и канала CH1 на 10X.
- 2) Выполните настройку триггера.
 1. Нажмите TRIG MENU в области управления триггером, чтобы открыть меню настройки триггера.

2. В этом меню, с помощью клавиш F1–F5:
 - установите тип триггера — EDGE (по фронту),
 - выберите источник триггера — CH1,
 - направление — Rising (по нарастающему фронту),
 - тип триггера — Single (одиночный),
 - режим связи — AC.
3. Отрегулируйте горизонтальную и вертикальную развертку до нужного масштаба.
4. Поверните ручку TRIGGER LEVEL, чтобы установить желаемый уровень триггера.
5. Нажмите RUN/STOP и дождитесь появления сигнала, соответствующего условию триггера.

Если сигнал достигает заданного уровня триггера, система произведёт однократное срабатывание и отобразит сигнал на экране. Эта функция позволяет зафиксировать редкие или случайные события.

Пример: Если происходит кратковременный скачок сигнала большой амплитуды, установите уровень триггера чуть выше обычного уровня сигнала и нажмите RUN/STOP, чтобы осциллограф начал ожидание. Когда произойдёт скачок (glitch), прибор автоматически зафиксирует и отобразит форму волны до и после момента срабатывания.

Поворачивая ручку POSITION в горизонтальной области управления, можно смещать точку триггера по оси времени, добиваясь «отрицательной задержки» и наблюдать участок сигнала, предшествующий событию.

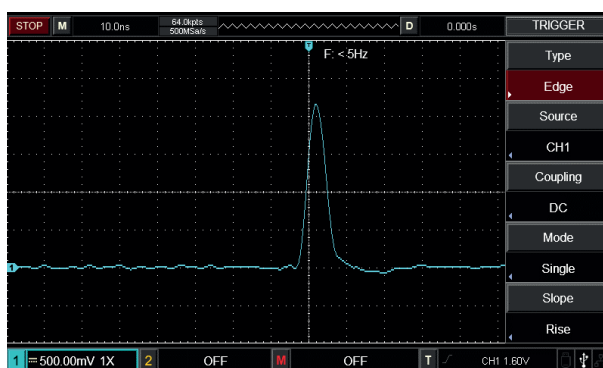


Рис. 12-3. Захват одиночного сигнала

Пример 4. Снижение случайных шумов сигнала

Если измеряемый сигнал содержит случайные шумы, можно изменить настройки осциллографа для фильтрации или уменьшения шума, чтобы он не влиял на результат измерения.

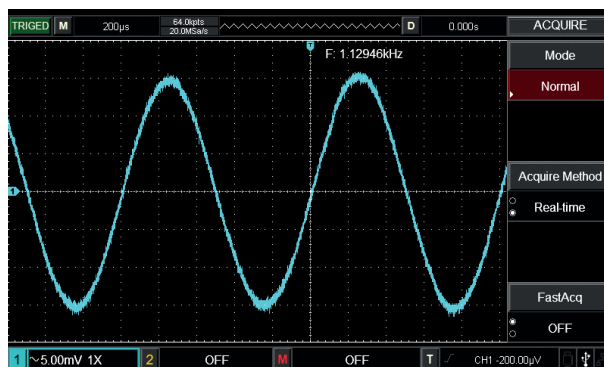


Рис. 12-4. Снижение случайных шумов сигнала

Шаги:

1. Как и в предыдущем примере, установите коэффициент ослабления щупа и канала CH1 на 10X.
2. Подключите сигнал, чтобы обеспечить стабильное отображение формы волны.
3. Улучшите срабатывание триггера, установив соответствующий режим связи (coupling):
 - ① Нажмите TRIG MENU в зоне управления триггером, чтобы открыть меню настроек.
 - ② Установите тип связи триггера на Low Frequency Holdoff или High Frequency Holdoff.
- a. Low Frequency Holdoff устанавливает высокочастотный фильтр (high-pass filter), который отфильтровывает низкочастотные компоненты сигнала ниже 80 кГц и пропускает высокочастотные.
- b. High Frequency Holdoff устанавливает низкочастотный фильтр (low-pass filter), который отфильтровывает высокочастотные компоненты выше 80 кГц и пропускает низкочастотные.
4. Используя эти параметры, можно эффективно подавить помехи низких или высоких частот и добиться стабильного срабатывания триггера.
4. Снижение шумов отображаемого сигнала с помощью режима усреднения (Average Sampling Mode). Если форма волны выглядит грубой из-за случайных шумов, включите режим усреднённого выборочного отбора. Он уменьшает случайные колебания и делает отображение сигнала более плавным и удобным для анализа. После усреднения шум снижается, и детали сигнала становятся более чёткими. Порядок действий:
 - Нажмите кнопку ACQUIRE на передней панели, чтобы открыть меню настройки выборки.
 - Нажмите F1, чтобы установить режим выборки AVERAGE.
 - Ещё раз нажмите F1, чтобы задать количество усреднений (от 2 до 256, с шагом ×2). Увеличивайте значение до тех пор, пока форма волны не станет устойчивой и удовлетворяющей требованиям измерения.

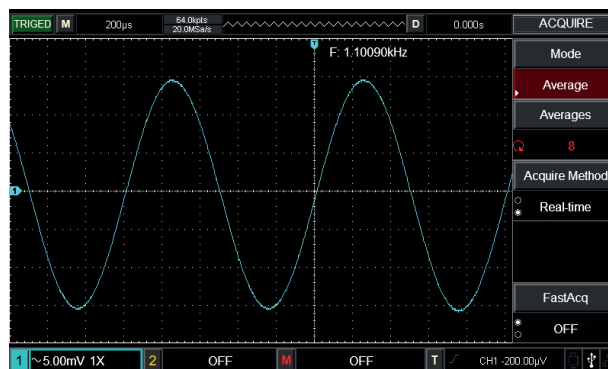


Рис. 12-5 — Подавление шумов сигнала

Примечание: В режиме усреднения частота обновления экрана снижается. Это нормальное поведение.

Пример 5. Использование курсоров для измерений

Ваш осциллограф может автоматически измерять до 28 параметров формы волны. Кроме того, все эти параметры можно измерить вручную, используя курсорные измерения.

Используя курсоры, вы можете быстро определить время и напряжение в любом месте формы волны.

Измерение одного шага напряжения ступенчатого сигнала

Чтобы измерить величину одного шага напряжения у ступенчатого сигнала, выполните следующие действия:

1. Нажмите CURSOR, чтобы открыть меню курсорных измерений.
2. Нажмите F1, чтобы установить тип курсора — VOLTAGE (напряжение).
3. Поверните многофункциональную ручку, чтобы установить курсор 1 на один из уровней ступенчатого сигнала.
4. Нажмите SELECT, чтобы выбрать курсор, затем снова поверните многофункциональную ручку, чтобы установить курсор 2 на другой уровень ступенчатого сигнала.

После установки курсоров в меню автоматически отобразится значение ΔV — разность напряжений между двумя точками.

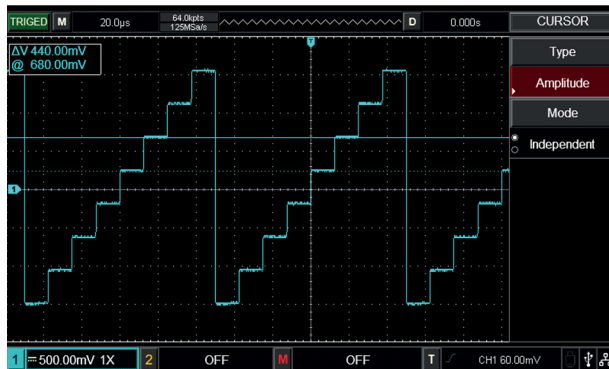


Рис. 12-6. Измерение разности напряжений с помощью курсоров

Примечание: Если вы используете курсоры для измерения времени, выполните только шаг 2 и установите тип курсора на Time (время).

Глава XIII. Системные уведомления и устранение неполадок

13.1 Определения системных уведомлений

Adjustment at Ultimate Limit (достигнут предел регулировки): Сообщает, что многофункциональная ручка регулировки достигла своего предельного значения в текущем режиме, и дальнейшие изменения невозможны. Это уведомление появляется, когда регулировки вертикального масштаба, временной базы, горизонтального сдвига (X), вертикального сдвига (Y) или уровня триггера достигают своих пределов.

USB Device Unplugged: Появляется при извлечении USB-накопителя из осциллографа.

USB Screen Shot: Появляется при нажатии кнопки PrtSc (снимок экрана).

USB File Save: Появляется при сохранении формы сигнала на USB-накопитель.

No signal in channel: Появляется при отсутствии сигнала, слишком малом или медленном сигнале после выполнения автонастройки.

13.2 Устранение неполадок

(1) На экране не отображается форма сигнала

Если после захвата сигнала форма волны не появляется, выполните следующие шаги:

1. Проверьте, правильно ли щуп подключен к контрольной точке сигнала.
2. Убедитесь, что соединительный кабель подключён к входу аналогового канала.
3. Проверьте, соответствует ли выбранный входной канал осциллографа подключённому щупу.
4. Подключите щуп к тестовому калибровочному сигналу осциллографа и убедитесь, что щуп исправен.
5. Убедитесь, что измеряемый объект действительно генерирует сигнал (можно подключить другой источник сигнала для проверки).
6. Нажмите AUTO, чтобы выполнить автоматический сбор сигнала.

(2) Проблема с измерением напряжения

Если амплитуда измеренного сигнала в 10 раз выше или ниже ожидаемой — проверьте, совпадает ли коэффициент деления канала с коэффициентом ослабления щупа.

(3) Нет срабатывания триггера (нестабильное изображение)

Если форма волны отображается, но неустойчива:

1. Проверьте параметр Source в меню триггера — он должен соответствовать реальному каналу ввода.
2. Проверьте тип триггера — для обычных сигналов используйте Edge trigger (по фронту). Стабильное изображение возможно только при выборе корректного режима триггера.
3. Попробуйте изменить режим связи триггера на High Frequency Holdoff или Low Frequency Holdoff.

(4) Медленное обновление изображения

1. Проверьте, установлен ли в меню кнопки ACQUIRE режим acquiring mode = average, и не слишком ли велико значение average times (число усреднений).
2. Если требуется увеличить скорость обновления, уменьшите количество усреднений или выберите другой режим выборки, например normal sampling (нормальная выборка).
3. Проверьте, не установлено ли в меню кнопки DISPLAY слишком длинное или бесконечное время послесвечения (параметр persistence).

(5) Форма сигнала выглядит «ступенчатой» (stair-step shape)

1. Ступенчатая форма сигнала является нормальной. Причиной может быть слишком малая горизонтальная шкала времени. Увеличьте масштаб (увеличьте горизонтальное разрешение), чтобы улучшить отображение сигнала.
2. Возможная причина — тип отображения vector. В этом режиме точки выборки соединяются линией, что может визуально создавать ступенчатый эффект. Чтобы устранить это, установите тип отображения point display (отображение только точек выборки).

Глава XIV. Техническая информация

За исключением параметров, отмеченных как «Типичные», все характеристики имеют гарантию.

Если не указано иное, все технические характеристики относятся к работе с щупами, у которых коэффициент деления установлен на 10×, а также к осциллографам серии UTD2000. Для соответствия заявленным техническим стандартам должны выполняться следующие условия:

- Прибор должен непрерывно работать не менее получаса при рабочей температуре.
- Если температура эксплуатации изменилась на 5 °С и более, необходимо выполнить функцию «Самокалибровка» (Self-Adjustment) в разделе UTILITY → System Function.

Основные характеристики

Модель	Аналоговая полоса пропускания	Время нарастания (тип.)	Частота дискретизации (реальное время)	Эквивалентная частота дискретизации
UTD2052CL+	50 МГц	≤ 7 нс	500 МС/с	25 ГС/с
UTD2072CL	70 МГц	≤ 5 нс		
UTD2102CL+	100 МГц	≤ 3.5 нс		
UTD2102CL PRO	100 МГц	≤ 3.5 нс		
UTD2152CL	150 МГц	≤ 2.4 нс		
UTD2052CEX+	50 МГц	≤ 7 нс	1 ГС/с	50 ГС/с
UTD2102CEX+	100 МГц	≤ 3.5 нс		
UTD2152CEX	150 МГц	≤ 2.4 нс		
UTD2202CEX	200 МГц	≤ 1.8 нс		

Характеристики системы сбора данных

Усреднение: При усреднении по всем каналам значение N может быть выбрано из диапазона 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 или 256.

Характеристики входного канала

Параметр	Значение
Тип входа	DC, AC, GND
Входное сопротивление	(1 МОм ± 2 %) (18 пФ ± 3 пФ)
Коэффициент деления щупа	0.01× / 0.02× / 0.05× / 0.1× / 0.2× / 0.5× / 1× / 2× / 5× / 10× / 20× / 50× / 100× / 200× / 500× / 1000×
Максимальное входное напряжение	400 V (p-p), кратковременное перенапряжение — до 1000 V (p-p)

Характеристики горизонтальной системы

Параметр	Значение
Шкала времени	от 2 нс/дел до 50 с/дел
Интерполяция сигнала	Sin(x)/x

Система временной базы

Параметр	Значение
Точность временной базы	$\leq (50 + 2 \times \text{срок службы прибора}) \text{ ppm}$
Длина записи	2 × 512k точек выборки
Глубина памяти	Один канал: 64k; Два канала: 32k
Точность частоты дискретизации и задержки	$\pm 50 \text{ ppm}$ (для любого интервала $\geq 1 \text{ мс}$)
Точность измерения временного интервала (ΔT)	<ul style="list-style-type: none"> Одиночное измерение: $\pm (1 \text{ интервал выборки} + 50 \text{ ppm} \times \text{измерение} + 0.6 \text{ нс})$ Среднее по более чем 16 значениям: $\pm (\text{интервал выборки} + 50 \text{ ppm} \times \text{измерение} + 0.4 \text{ нс})$

Вертикальная система

Параметр	Значение
Количество каналов	2 канала
Аналого-цифровой преобразователь (A/D)	8 бит
Диапазон коэффициента отклонения (V/div)	От 1 мВ/дел до 20 В/дел (с шагом 1-2-5)
Диапазон смещения по вертикали	± 8 делений
Ограничение полосы пропускания (типичное)	20 МГц
Низкочастотная характеристика (AC Coupling, -3 дБ)	$\leq 5 \text{ Гц}$ (через BNC-разъём)
Точность коэффициента усиления DC (в режиме выборки или усреднения)	5 мВ–20 В/дел: $\pm 3\%$ 1 мВ–2 мВ/дел: $\pm 4\%$
Точность измерения постоянного тока (в режиме усреднения)	<p>При вертикальном положении = 0 и $N \geq 16$: $\pm (4\% \times \text{показание} + 0.1 \text{ дел} + 1 \text{ мВ})$ для диапазона 1–2 мВ/дел; $\pm (3\% \times \text{показание} + 0.1 \text{ дел} + 1 \text{ мВ})$ для диапазона 10 мВ–20 В/дел.</p> <p>При вертикальном положении $\neq 0$ и $N \geq 16$: $\pm (3\% \times (\text{показание} + \text{смещение по вертикали}) + (1\% \times \text{смещение по вертикали}) + 0.2 \text{ дел})$.</p> <p>Для диапазона 5 мВ/дел – 200 мВ/дел: добавить 2 мВ. Для диапазона 200 мВ/дел – 20 В/дел: добавить 50 мВ.</p>
Точность измерения разности напряжений (ΔV)	При одинаковых условиях и усреднении ≥ 16 осциллограмм: $\pm (3\% \times \text{показание} + 0.05 \text{ дел})$.

Система триггера

Параметр	Значение
Чувствительность триггера	≤ 1 деление
Диапазон уровня триггера	Внутренний: ± 10 дел от центра экрана Внешний (EXT): ± 3 В
Точность уровня триггера (тип.)	Внутренний: $\pm(0.3 \text{ дел} \times V/\text{дел})$ (в пределах ± 4 дел от центра) Внешний: $\pm(6\%$ от установленного значения ± 40 мВ)
Минимальное время выборки	≥ 20 нс
Ёмкость предтриггера	В нормальном или сканирующем режиме, а также при триггере с пред/задержкой — глубина предтриггера регулируется.
Диапазон удержания (Hold-off)	От 80 нс до 1.5 с
Установка уровня 50% (тип.)	Работает при частоте входного сигнала ≥ 50 Гц
Режим триггера	AUTO (автоматический), NORMAL (нормальный), SINGLE (одиночный)
Высокочастотная задержка (Holdoff)	Подавление сигналов выше 80 кГц
Низкочастотная задержка (Holdoff)	Подавление сигналов ниже 80 кГц

Edge Trigger — Триггер по фронту

Параметр	Значение
Тип фронта (Edge)	Восходящий (rise), нисходящий (fall), оба (rise & fall)

Pulse Width Trigger — Триггер по длительности импульса

Параметр	Значение
Режим триггера	$>$, $<$, $<>$ (больше, меньше, в диапазоне)
Полярность	Положительная или отрицательная ширина импульса
Диапазон ширины импульса	От 20 нс до 10 с

Slope Trigger — Триггер по наклону

Параметр	Значение
Условия срабатывания	Положительный наклон ($>$, $<$, в пределах диапазона) Отрицательный наклон ($>$, $<$, в пределах диапазона)
Диапазон установки времени	От 20 нс до 10 с

Video Trigger — Видео-триггер

Параметр	Значение
Типичная чувствительность триггера	2 деления V_{pp}
Тип видеосигнала и частота строк/кадров	Поддержка стандартов NTSC и PAL. Диапазон номеров строк: 1–525 (NTSC) и 1–625 (PAL).

Alternating Trigger — Альтернативный триггер

Параметр	Значение
Типы поддерживаемых триггеров	Edge, Pulse, Slope

Измерения

Курсоры

Режим	Описание
Ручной (Manual)	Измерение разности напряжений между курсорами (ΔV), Измерение разности времени между курсорами (ΔT), Вычисление частоты ($1/\Delta T$).
Режим отслеживания (Track mode)	Отображает значения напряжения и времени точки на осциллограмме.
Автоматический режим (Auto measurement)	Курсоры могут использоваться в автоматическом режиме измерения.

Автоматические измерения

Измеряемые параметры: V_{pp} , V_{amp} , V_{max} , V_{min} , V_{top} , V_{base} , V_{mid} , Average, V_{rms} , Overshoot, Preshot, Frequency, Period, RiseTime, FallTime, +Width, -Width, +Duty, -Duty, Delay, FRFR, FRFF, FFRR, FFFF, FRLF, FRLR, FFLR, FFLF.

Количество измерений одновременно: До 5 типов измерений отображаются на экране одновременно.

Параметры измерений

Параметр	Значение
Область измерений	Весь экран или курсор
Статистика измерений	Среднее значение, максимальное, минимальное и стандартное отклонение

Математические функции (Math)

Параметр	Значение
Математические операции	+ , - , × , ÷
Окно (Window)	Rectangle, Hanning, Blackman, Hamming
Вертикальная шкала	Vrms, dBVrms
Цифровая фильтрация	Низкочастотный, высокочастотный, полосовой и режекторный фильтры

Хранение данных (Storage)

Тип данных	Внутренняя память	USB-память
Настройки (Setting)	20 групп	200 групп
Опорная форма сигнала (Reference waveform)	20 групп	200 групп
Файл данных (Data file)	20 групп	200 групп
Изображение (Bitmap)	—	200 изображений в формате BMP

Частотомер триггера (Trigger Frequency Meter)

Параметр	Значение
Разрешение считывания	6 бит
Чувствительность триггера	≤ 30 Vrms
Точность (тип.)	± 51 ppm (+1 разряд)

Дисплей

Параметр	Значение
Тип дисплея	ЖК-дисплей, диагональ 178 мм (7 дюймов)
Разрешение дисплея	800 (горизонталь) × RGB × 480 (вертикаль)
Цветность	Цветной
Яркость осциллограммы	Регулируемая
Яркость подсветки (тип.)	300 нит
Язык интерфейса	Китайский и английский

Интерфейсы

Конфигурация	Описание
Стандартная	USB-Host, USB-Device, EXT Trig, Pass/Fail
Оptionальная	Модуль мультиметра (UT-M12), LAN

Общие технические характеристики

Выход компенсации щупа

Параметр	Значение
Выходное напряжение (тип.)	Около 3 V _{pp} при нагрузке $\geq 1 \text{ M}\Omega$

Электрические характеристики

Параметр	Значение
Типичная частота	10 Гц, 100 Гц, 1 кГц (по умолчанию), 10 кГц

Источник питания

Параметр	Значение
Напряжение питания	100 В – 240 В ~ (флуктуации $\pm 10 \%$), 50/60 Гц
Потребляемая мощность	Макс. 100 ВА
Предохранитель	F 1.6 A, 250 В

Условия эксплуатации

Параметр	Значение
Назначение	Для использования в помещениях
Степень загрязнения	2
Рабочая температура	0 °C – +40 °C
Температура хранения	-20 °C – +60 °C
Охлаждение	Встроенный вентилятор
Диапазон влажности	< 35 °C: $\leq 90 \%$ RH 35 °C – 40 °C: $\leq 60 \%$ RH
Рабочая высота	При работе: до 2000 м При хранении: до 15000 м

Механические характеристики

Параметр	Значение
Размеры	306 мм (Ш) × 138 мм (В) × 124 мм (Г)
Масса	Без упаковки: 2.5 кг С упаковкой: 3 кг

Рекомендуемый интервал калибровки

Рекомендуется проводить калибровку один раз в год.

Глава XV. Приложения

Приложение А. Комплектация

Модель	UTD2052CL+ (50 МГц)
	UTD2052CL+ (50 МГц)
	UTD2072CL (70 МГц)
	UTD2102CL+ (100 МГц)
	UTD2152CL (150 МГц)
	UTD2052CEX+ (50 МГц)
	UTD2102CEX+ (100 МГц)
	UTD2202CEX+ (200 МГц)
Стандартные аксессуары:	Сетевой кабель, соответствующий стандартам конкретной страны.
	USB-кабель (UT-D14).
	Пара пассивных щупов (60 МГц) / (150 МГц) / (200 МГц) — в зависимости от модели.
Дополнительные аксессуары:	Модуль мультиметра (UT-M12).

Приложение В. Обслуживание и очистка

(1) Общие рекомендации

- Не храните и не размещайте прибор в местах, где экран (LCD) подвергается воздействию прямых солнечных лучей.
- Внимание: Не используйте для очистки спреи, жидкости или растворители — это может повредить прибор или щуп.

(2) Очистка Регулярно проверяйте состояние прибора и щупов. Для очистки поверхности:

1. Протрите корпус и щупы мягкой тканью. Будьте осторожны, чтобы не поцарапать LCD-экран.
2. При необходимости используйте слегка влажную ткань, предварительно отключив питание прибора. Можно применять мягкое моющее средство или чистую воду.

⚠ Не используйте абразивные или химически агрессивные средства — они могут повредить корпус и экран.

Предупреждение: Перед повторным включением убедитесь, что прибор полностью высох, чтобы избежать короткого замыкания или травм.

Приложение С. Гарантия

Компания UNI-T (Uni-Trend Technology (China) Co., Ltd.) гарантирует, что все приборы, произведённые и реализуемые ею, не имеют дефектов материалов и сборки в течение трёх лет с момента поставки авторизованным дилером.

Если в течение гарантийного срока обнаружен дефект, UNI-T обязуется отремонтировать или заменить неисправное изделие.

Ремонт или замена производится в соответствии с конкретными условиями гарантийной политики. Чтобы запросить обслуживание, ремонт или получить полный текст гарантийных условий, свяжитесь с ближайшим официальным представителем или сервисным центром UNI-T.

За исключением гарантий, указанных в данном документе или в иных официальных гарантийных обязательствах, UNI-T не предоставляет никаких других явных или подразумеваемых гарантий, включая, но не ограничиваясь гарантиями товарной пригодности или соответствия конкретным целям использования. При этом UNI-T не несёт ответственности за косвенные, особые или последующие убытки, вызванные использованием продукции.

Приложение D. Контакты

Для получения технической поддержки за пределами Китая свяжитесь с вашим местным дистрибьютором UNI-T или региональным торговым центром.

Поддержка обслуживания: Многие приборы UNI-T поддерживают программы продления гарантийного срока или регулярной калибровки. Для получения подробной информации обратитесь к вашему местному поставщику UNI-T или официальному сервисному центру.

UNI-T

UNI-TREND TECHNOLOGY (CHINA) CO., LTD.

Адрес: № 6 Gong Ye Bei 1st Road, Songshan Lake National High-Tech Industrial
Development Zone, г. Дунгуань, провинция Гуандун, Китай

Телефон: (+86-769) 8572 3888 Веб-сайт: <http://www.uni-trend.com>