



Ручные цифровые осциллографы Agilent U1602A/B и U1604A/B

Руководство для пользователя



Уведомления

© Agilent Technologies, Inc. 2006 – 2008

Сведения, содержащиеся в настоящем Руководстве, носят исключительно информационный и рекомендательный характер. Ответственность за эксплуатацию оборудования и использование программного обеспечения Agilent Technologies несет пользователь в соответствии с применимым законодательством. Компания Agilent Technologies в настоящем Руководстве не предоставляет каких-либо юридических гарантий относительно оборудования и программного обеспечения Agilent Technologies, включая гарантии использования данного оборудования для определенных целей. При наличии ошибок в настоящем Руководстве необходимо обратиться к поставщику оборудования для избежания возможных убытков в связи с ненадлежащей эксплуатацией оборудования Agilent Technologies.

Без предварительного согласования и письменного разрешения компании Agilent Technologies, Inc. не допускается воспроизведение данного Руководства или его частей в любой форме и любыми средствами (включая электронные средства хранения и поиска информации, а также перевод на иностранный язык), как это регулируется законодательством США и международным авторским правом.

Издательская информация

Номер публикации: U1602-90700

Седьмое издание, август 2008 г.

Технические лицензии

Описанные в данном документе аппаратные и/или программные средства поставляются с лицензией. Их применение или копирование допускается только в соответствии с условиями такой лицензии.

Сертификация

Компания Agilent Technologies удостоверяет, что это изделие соответствует опубликованным техническим спецификациям в момент отгрузки с предприятия. Кроме того, компания Agilent Technologies удостоверяет, что калибровочные измерения имеют привязку к эталонам Национального института стандартов и технологий США в той степени, в какой это допускается средствами калибровки упомянутого Института или средствами калибровки других членов Международной организации по стандартизации (ISO).

Предупредительные указания

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Это ключевое слово обозначает опасность и привлекает внимание пользователя к описаниям процедур, методик или условий, несоблюдение которых может привести к повреждению прибора или потере важных данных. Не переходите к выполнению действий, описанных после **предостережения**, пока не поймете и не выполните указанные условия.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Это ключевое слово обозначает опасность и привлекает внимание пользователя к описаниям процедур, методик или условий, несоблюдение которых может привести к травмам персонала вплоть до смертельного исхода. Не переходите к выполнению действий, описанных после **предупреждения**, пока не поймете и не выполните указанные условия.

Содержание

Общие указания мер безопасности	5
Условия окружающей среды	7
Нормативная маркировка	8
Экологическая информация	8
1 Подготовка прибора к работе	9
1.1 Проверка комплекта поставки	9
1.2 Зарядка аккумуляторной батареи	11
1.3 Включение прибора	11
1.4 Восстановление принятых по умолчанию заводских установок параметров	12
1.5 Выполнение самокалибровки	13
1.6 Установка даты и времени	14
1.7 Установка функции автоматического выключения питания	15
1.8 Выбор языка оперативной справки	15
1.9 Подстройка контраста дисплея	16
1.10 Коррекция переходной характеристики пробника	17
2 Описание передней панели и дисплея	19
2.1 Передняя панель и органы управления	19
2.2 Описание дисплея осциллографа	22
2.3 Описание дисплея мультиметра	23
3 Работа с прибором в режиме осциллографа	24
3.1 Управление отображением осциллограмм по вертикали	24
3.1.1 Выбор канала для отображения осциллограмм	24
3.1.2 Настройка системы отображения по вертикали	25
Смещение опорного "земляного" уровня по вертикали	25
Установка осциллограммы в середину экрана	26
Изменение масштаба отображения по вертикали	26
3.1.3 Выбор характера связи на входе каналов	27
Связь по переменному напряжению (AC)	27
Связь по постоянному напряжению (DC)	28
Установка характера связи на GND	28
3.1.4 Установка коэффициента ослабления пробника	28
3.1.5 Инвертирование осциллограммы	29
3.2 Управление отображением осциллограмм по горизонтали	30
3.2.1 Настройка системы отображения по горизонтали	30
Изменение коэффициента развертки	30
Установка задержки осциллограмм	30
Изменение момента запуска	31
3.2.2 Функции системы отображения по горизонтали	32
Формат развертки	32
Режимы развертки Main и Zoom	32
Режим медленной развертки (Roll)	34
3.3 Управление запуском	34
3.3.1 Режимы запуска	34
Режим автоматического запуска	35
Обычный режим запуска	35
Режим однократного запуска	35
3.4 Выбор режима сбора данных	35
3.4.1 Нормальный режим сбора данных	36
3.4.2 Режим сбора данных с усреднением	36
3.4.3 Режим обнаружения пиков	37

3.5	Автоматические измерения	37
3.6	Курсорные измерения	39
3.6.1	Измерения с курсорами X	39
3.6.2	Измерения с курсорами Y	41
3.7	Функции сохранения и вызова данных	43
3.7.1	Сохранение и вызов данных с использованием внутренней памяти	43
	Сохранение и вызов осциллограмм	45
	Как удалить из памяти набор параметров конфигурации	46
	Как удалить из памяти осциллограмму	46
	Восстановление заводской конфигурации прибора	47
3.7.2	Сохранение и вызов данных с использованием флэш-модуля памяти USB	49
	Сохранение осциллограмм	49
	Загрузка осциллограмм в прибор	50
	Как удалить осциллограмму с флэш-модуля памяти USB	50
	Как удалить осциллограмму с экрана	50
3.8	Автоматическое масштабирование и управление пуском-остановом	51
3.8.1	Автоматическое масштабирование (Autoscale)	51
3.8.2	Управление пуском и остановом	51
3.9	Меню Utility	52
3.9.1	Функция автоматического выключения питания	52
3.9.2	Выбор языка оперативной справки	53
3.9.3	Подключение и отключение флэш-модуля памяти USB	53
3.9.4	Установка даты и времени	53
3.9.5	Самокалибровка	53
3.9.6	Калибровка пробника	53
3.9.7	Разряженное состояние аккумуляторной батареи	53
3.9.8	Функция включения и выключения звуковой сигнализации	54
4	Работа с прибором в режиме цифрового мультиметра	55
4.1	Вольтметр	55
4.2	Омметр	56
4.2.1	Измерение сопротивления	56
4.2.2	"Прозвонка" цепей	57
4.2.3	Проверка диодов	58
4.2.4	Измерение емкости	59
4.3	Измерение тока и неэлектрических величин	60
4.3.1	Измерение температуры	60
4.3.2	Измерение тока	61
4.3.3	Измерение влажности	62
4.3.4	Измерение давления	63
4.4	Функция относительных измерений (Relative)	64
4.5	Автоматические измерения в режиме мультиметра	65
4.6	Функция перезапуска измерений	65
4.7	Режим автоматического выбора предела измерений	66
5	Работа с прибором в режиме регистратора данных	67
5.1	Функция регистратора данных (Data Logger)	67
5.2	Автоматические измерения в режиме регистратора данных	69
5.3	Функция сохранения данных в формате CSV и установка временного интервала	69
5.4	Функция перезапуска измерений	70
6	Технические характеристики	71
6.1	Гарантированные технические характеристики	71
6.2	Типичные технические характеристики	72
6.3	Общие технические данные и характеристики	76
6.4	Условия окружающей среды	76

Общие указания мер безопасности

Изложенные ниже общие указания мер безопасности необходимо соблюдать на всех этапах работы с данным прибором, при его ремонте и техническом обслуживании. Несоблюдение этих указаний наряду с другими содержащимися в тексте предупредительными указаниями нарушает стандарты безопасности, соблюдаемые при разработке, изготовлении и применении прибора по назначению. Компания Agilent Technologies не несет ответственности за последствия несоблюдения пользователями этих требований.

Предупреждения и предостережения

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Это ключевое слово обозначает опасность и привлекает внимание пользователя к описаниям процедур, методик или условий, несоблюдение которых может привести к травмам персонала вплоть до смертельного исхода. Не переходите к выполнению действий, описанных после **предупреждения**, пока не поймете и не выполните указанные условия.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Это ключевое слово обозначает опасность и привлекает внимание пользователя к описаниям процедур, методик или условий, несоблюдение которых может привести к повреждению прибора или потере важных данных. Не переходите к выполнению действий, описанных после **предостережения**, пока не поймете и не выполните указанные условия.

Символы техники безопасности

Следующие символы на приборе и в технической документации указывают на необходимость соблюдения мер предосторожности для обеспечения безопасной эксплуатации прибора.



Клемма заземления



Символ эквипотенциальности



Предостережение: опасность поражения электрическим током



Предостережение, потенциальная опасность. Этот символ на приборе указывает на необходимость обращения к технической документации.



Постоянное напряжение (DC)



Постоянное и переменное напряжение



Оборудование защищено **двойной** или **усиленной изоляцией**



Предостережение: горячая поверхность

CAT III Измерения категории III, которые выполняются на электрооборудовании зданий

Общие меры предосторожности

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

- Все общие выводы (СОМ) мультиметра и осциллографа соединены между собой внутри прибора. Присоединять эти выводы следует только к цепям с одинаковым потенциалом.
- Отсоедините все неиспользуемые осциллографические пробники и измерительные провода.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

- Не присоединяйте одновременно измерительные провода мультиметра и пробники осциллографа.
- Перед применением прибора в режиме мультиметра отсоедините от прибора осциллографический пробник.
- Перед применением прибора в режиме осциллографа отсоедините измерительные провода мультиметра.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Во избежание возгорания или поражения электрическим током во время замены аккумуляторной батареи:

- Перед вскрытием корпуса или батарейного отсека отсоедините от прибора измерительные провода, пробники и источник питания.
- Не работайте с прибором при открытой крышке батарейного отсека.
- Пользуйтесь только штатными изолированными пробниками и измерительными проводами.
- Применяйте только никелевую металлгидридную аккумуляторную батарею U1571A с напряжением 7,2 В, поставляемую изготовителем.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Во избежание возгорания или поражения электрическим током:

- Пользуйтесь только штатным сетевым адаптером и измерительными проводами, входящими в комплект поставки прибора.
- Прежде чем подключать прибор, обратите внимание на маркировку предельных значений на приборе.
- При выполнении измерений применяйте надлежащие принадлежности и следите за тем, чтобы не превышались указанные для прибора предельно допустимые значения.



Максимальное входное напряжение:

- Непосредственный вход каналов CH1 и CH2 (пробник 1:1) – 300 В CAT III
- Вход каналов CH1 и CH2 через пробник 1:10 – 600 В CAT III
- Вход каналов CH1 и CH2 через пробник 1:100 – 600 В CAT III
- Вход мультиметра – 300 В CAT III, 600 В CAT II
- Вход осциллографа – 300 В CAT III
- Эти данные относятся к эффективному значению переменного синусоидального напряжения (50 ÷ 60 Гц) и к постоянному напряжению.



Максимальное плавающее напряжение:

- На любом выводе относительно земли – 300 Вэфф CAT III (до 400 Гц)

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

- Присоедините к прибору пробник или измерительные провода, прежде чем подключать прибор для измерений к цепи, находящейся под напряжением. Перед отсоединением пробника или измерительных проводов от прибора отсоедините их от цепи, находящейся под напряжением.
- Не присоединяйте земляной провод к цепи с напряжением более 42 Впик (30 Вэфф) относительно земли.
- Не работайте с прибором без крышки при питании от сети.
- Не пользуйтесь соединителями BNC и однополюсными вилками с незащищенной металлической поверхностью. Пользуйтесь только прилагаемыми к прибору изолированными пробниками, измерительными проводами и адаптерами.
- Измерения сопротивления и емкости допускается выполнять только на цепях, в которых отсутствует напряжение.
- Не работайте с прибором, если он не функционирует надлежащим образом. Передайте такой прибор квалифицированному сервисному персоналу для обследования его состояния.
- Не работайте с прибором в сыром месте или при наличии пара в воздухе.
- Не работайте с прибором в потенциально взрывоопасной среде, а также при наличии в атмосфере воспламеняющихся паров и газов.
- Следите за тем, чтобы поверхность корпуса прибора была сухой и чистой.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Защита от статического электричества

Компоненты и принадлежности прибора чувствительны к воздействию статического электричества, способного вызвать их повреждение.

- При установке и снятии чувствительного оборудования выбирайте место, свободное от воздействия статического электричества.
- Старайтесь не трогать руками чувствительные компоненты. Не допускайте контакта между компонентами и штырьками соединителей.
- Чувствительные компоненты следует перевозить и хранить в специальной защитной таре, предохраняющей от электростатических разрядов.
- Соблюдайте правила утилизации отслуживших аккумуляторных батарей.

Условия окружающей среды

Этот прибор предназначен для применения в помещениях в местах с низкой конденсацией. Условия эксплуатации и хранения прибора приведены в таблице 1.

Таблица 1 Условия эксплуатации и хранения


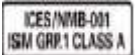



Условия окружающей среды	Требования
Максимальная высота	2000 м над уровнем моря
Рабочая температура	0°C ÷ 50°C
Температура при хранении	-20°C ÷ 70°C
Относительная влажность при эксплуатации с сохранением точности	80% при температуре 40°C

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Этот прибор рассчитан на применение для измерений в категории III измерений, 300 В при осциллографических измерениях, а также в категории III 300 В и в категории II 600 В при измерениях в режиме мультиметра, и на эксплуатацию в среде со степенью загрязненности 2. Прибор соответствует следующим стандартам безопасности:

- IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001
- Канада: CSA C22.2 No. 61010-1:2004
- США: UL 61010-1:2004

Нормативная маркировка

	<p>Это зарегистрированная торговая марка Европейского союза. Маркировка CE указывает на то, что изделие соответствует требованиям официальных европейских Директив. Эта маркировка сопровождается указанием года, в котором был сертифицирован прибор.</p>
	<p>Эта маркировка указывает на то, что данный прибор соответствует требованиям канадского стандарта ICES-001.</p>
	<p>Это зарегистрированная торговая марка Канадской ассоциации по стандартизации.</p>
	<p>Это зарегистрированная торговая марка Лаборатории испытаний на безопасность (Underwriters Laboratory)</p>
	<p>Это зарегистрированная торговая марка Австралийского агентства по контролю за спектром. Это означает соответствие с положениями австралийского стандарта по электромагнитной совместимости в терминах Закона о радиосвязи от 1992 г.</p>

Экологическая информация

Этот прибор соответствует требованиям Директивы по маркировке WEEE (2002/96/EC). Прикрепленная к нему этикетка указывает на недопустимость ликвидации этого электронного изделия вместе с бытовыми отходами.

Категория изделия:

Согласно Приложению 1 к Директиве WEEE, это изделие классифицируется как "контрольно-измерительное оборудование". К нему прикреплена следующая этикетка:



Не выбрасывать вместе с бытовым мусором.

Для возврата отслуживших изделий обращайтесь в местное представительство компании Agilent Technologies. За дополнительной информацией обращайтесь на наш сайт:

www.agilent.com/environment/product

1 Подготовка прибора к работе

Ручные цифровые осциллографы серии U1600A/B представляют собой высококачественные средства измерений, предназначенные для тестирования и поиска неполадок в системах промышленной автоматизации и управления технологическими процессами, для технического обслуживания оборудования, а также для применения в автосервисе. В состав серии U1600A/B входят две модели осциллографов: U1602A/B с полосой пропускания 20 МГц и U1604A/B с полосой пропускания 40 МГц. Эти осциллографы снабжены 4,5-дюймовым цветным жидкокристаллическим дисплеем, обеспечивающим четкое отображение осциллограмм в двух каналах. Обе модели являются двухканальными и реализуют частоту дискретизации в реальном масштабе времени до 200 МГц.

Приборы серии U1600A/B могут также функционировать в качестве цифрового мультиметра (DMM) и регистратора данных. Вы можете пользоваться функциями математической обработки осциллограмм (DWM) и быстрого преобразования Фурье (у прибора U1604A/B) для выполнения быстрого анализа сигналов как во временной, так и в частотной области. Приборы серии U1600A/B в режиме мультиметра обладают разрешением индикации до 6000 единиц счета, реализуют измерения истинного среднеквадратического значения и снабжены функцией автоматического выбора пределов измерений, что позволяет выполнять быстрые и точные измерения. Кроме того, функция регистратора данных позволяет выполнять автоматическую регистрацию данных при всех измерениях в режиме мультиметра.

1.1 Проверка комплекта поставки

✓ Распакуйте прибор и обследуйте транспортную тару на предмет выявления возможных повреждений.

В случае обнаружения повреждений сохраните поврежденную транспортную тару и амортизирующий материал до завершения проверки полноты комплекта поставки, а также обследования механического и электрического состояния осциллографа.

Убедитесь в том, что вы получили перечисленные ниже изделия, входящие в стандартный комплект поставки, а также дополнительные принадлежности, которые вы могли заказать.

- Ручной цифровой осциллограф U1602A/B или U1604A/B
- Сетевой шнур
- Сетевой адаптер
- Осциллографические пробники
 - Пассивный пробник 1:1, 10 МОм
 - Пассивный пробник 10:1, 10 МОм
- Два измерительных провода для мультиметра
- Три зажима типа "крокодил" среднего размера
- Два осциллографических крючковых зажима
- Два осциллографических зажима типа "крокодил" для земляного провода
- Краткое начальное Руководство (Quick Start Guide)
- Справочный компакт-диск (Product Reference), содержащий следующее:
 - Руководство для пользователя (User's and Service Guide)
 - Краткое начальное Руководство (Quick Start Guide)
 - Прикладная программа PC Link
 - Краткое начальное Руководство для пользователя PC Link
- Сертификат калибровки (CoC)

Дополнительные принадлежности:

- Пассивный пробник 100:1, 10 МОм, и зажим типа "крокодил" для земляного провода
- Сумка для переноски

- ✓ Обследуйте состояние осциллографа.
- В случае обнаружения механических повреждений или дефектов, а также в том случае, когда осциллограф не функционирует надлежащим образом или не выдерживает испытаний рабочих характеристик, следует уведомить об этом отдел сбыта компании Agilent Technologies.
- В случае обнаружения повреждений транспортной тары или следов механических воздействий у амортизирующего материала известите об этом экспедитора и отдел сбыта компании Agilent Technologies. Сохраните упаковочные материалы для обследования со стороны экспедитора. Отдел сбыта компании Agilent Technologies примет меры для ремонта или замены (по выбору Agilent), не дожидаясь урегулирования претензий.



Рис. 1-1 Стандартные компоненты комплекта поставки



Рис. 1-2 Дополнительные принадлежности

Таблица 1-1 Типы сетевых шнуров

Тип вилки	Номер для заказа	Тип вилки	Номер для заказа
Великобритания	8120-6315	Южная Африка И Индия	8121-0702
Австралия и Новая Зеландия	8120-6312	Япония	8120-6316
Европа	8120-6314	Бразилия, Таиланд, Филиппины	8121-0664
США и Канада (120 В)	8120-6313	Аргентина	8120-6316
Китай	8120-8373	Чили	8120-8452
Корея	8120-8441		

1.2 Зарядка аккумуляторной батареи

- ✓ После получения прибора необходимо полностью зарядить аккумуляторную батарею с помощью специального сетевого адаптера Agilent. Убедитесь в том, что вы получили подходящий сетевой шнур (см. таблицу 1-1). Сетевой адаптер автоматически преобразует входное сетевое переменное напряжение 100 В~ ÷ 240 В~ (50 ÷ 60 Гц) в постоянное напряжение 12 В, 2 А.


ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

В процессе работы прибора аккумуляторная батарея подзаряжается малым током; при этом время зарядки составляет около 14 часов. В режиме быстрой зарядки, когда прибор выключен, время зарядки составляет примерно 5 часов.




Рис. 1-3 Зарядка аккумуляторной батареи

1.3 Включение прибора

- ✓ Чтобы включить или выключить прибор, нажмите кнопку  и удерживайте ее нажатой в течение трех секунд. Кнопка включения питания находится в левом нижнем углу передней панели. Из долговременной (энергонезависимой) памяти прибора загружается последний набор параметров конфигурации.

1.4 Восстановление принятых по умолчанию заводских установок параметров

- ✓ Восстановление принятых по умолчанию заводских установок параметров возвращает прибор в известное рабочее состояние. При нажатии функциональной клавиши F1 (Factory Setup) удаляются все предыдущие заданные пользователем установки параметров конфигурации прибора. Восстановление этих установок параметров после удаления невозможно.

1. Нажмите и удерживайте нажатой клавишу , чтобы войти в меню Save/Recall.
2. Нажмите функциональную клавишу F1, чтобы войти в меню сохранения и вызова набора параметров (Save/Recall Setup).
3. На странице 1/4 меню Save/Recall нажмите функциональную клавишу F1, чтобы восстановить заводскую конфигурацию.

По умолчанию приняты следующие установки основных параметров:

Horizontal – Основной (Main) режим развертки, масштаб 100 мкс/дел., задержка 0 секунд, опорный момент времени в середине экрана, окно растяжки ВЫКЛ.

Vertical – Включен канал 1, масштаб 5 В/дел., связь на входе по постоянному напряжению (DC), смещение 0 В, коэффициент ослабления пробника 1X

Trigger – Запуск по фронту сигнала (Edge), режим развертки Auto, уровень 0 В, источник – канал 1, связь на входе запуска по постоянному напряжению (DC), запуск положительным фронтом сигнала

Display – Векторный режим ВКЛ., контраст 50%, масштабная сетка, послесвечение ВЫКЛ.

Acquire – Нормальный (Normal) режим сбора данных, Run/Stop на Run, курсоры и измерения ВЫКЛ.

DMM – Вольтметр установлен в режим измерения постоянного напряжения (DC), функция относительных измерений (Relative) ВЫКЛ., автоматические измерения

Омметр установлен в режим измерения сопротивления (Resistance), функция относительных измерений (Relative) ВЫКЛ., автоматические измерения

Измеритель температуры установлен на °C, функция относительных измерений (Relative) ВЫКЛ.

Амперметр установлен в режим измерения постоянного тока (DC), функция относительных измерений (Relative) ВЫКЛ.

Измеритель влажности установлен на измерение относительной влажности (%RH), функция относительных измерений (Relative) ВЫКЛ.

Измеритель давления установлен на единицу измерения psi (фунт/дюйм²), функция относительных измерений (Relative) ВЫКЛ.

Logger – Регистрация напряжения (Logger Volt), вход для постоянного напряжения (DC), максимальная длительность регистрации

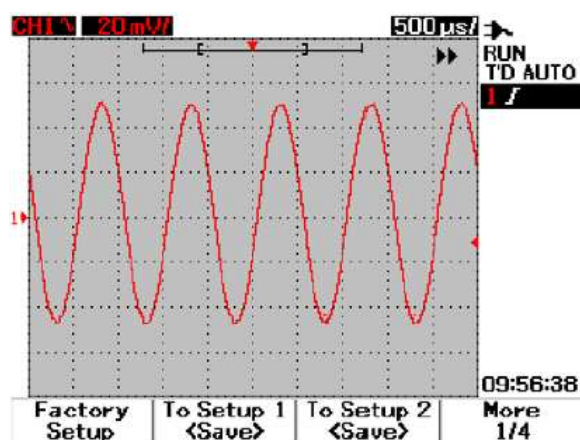



Рис. 1-4 Меню заводской установки параметров

1.5 Выполнение самокалибровки

✓ Выполните самокалибровку для проверки правильности функционирования прибора. Самокалибровка реализует внутреннюю процедуру самонастройки для оптимизации сигнального тракта в осциллографе. Эта процедура использует сигналы, формируемые внутри прибора, для оптимизации схем, которые влияют на чувствительность каналов, смещение и параметры запуска.

Перед выполнением самокалибровки дайте прибору прогреться не менее 30 минут. Самокалибровку следует выполнять согласно следующим рекомендациям:

- Через каждые 12 месяцев или после 2000 часов эксплуатации.
 - При отклонении температуры окружающей среды больше, чем на 10°C от температуры, при которой производилась калибровка.
 - В тех случаях, когда требуется обеспечить максимальную точность измерений.
 - После того, как прибор работал аномально.
 - Для проверки правильности функционирования прибора после ремонта.
1. Нажмите клавишу  и функциональную клавишу F4, чтобы войти в меню Utility.
 2. На странице 3/4 меню Utility нажмите клавишу F1, чтобы запустить самокалибровку.
 3. Появляется диалоговое окно самокалибровки, предупреждающее пользователя о необходимости отсоединения всех входов до нажатия клавиши F1 для запуска самокалибровки.

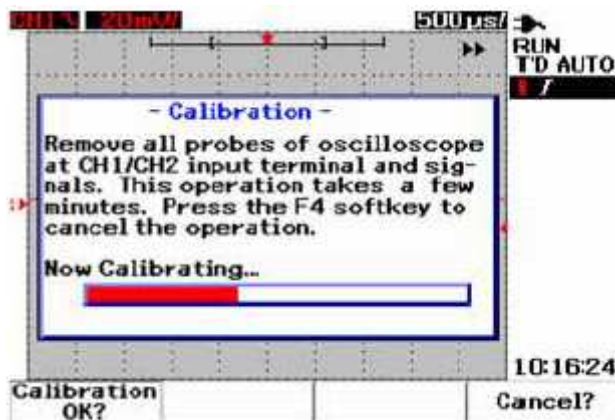


Рис. 1-5 Диалоговое окно самокалибровки

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Отсоедините все пробники и измерительные провода от входных выводов прибора. Перед выполнением самокалибровки дайте прибору прогреться не менее 30 минут.

1.6 Установка даты и времени

✓ Вы можете установить в приборе текущую дату и время. Показание текущего времени и даты индицируется в правом нижнем углу дисплея. Чтобы установить дату и время, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **User** и функциональную клавишу F4, чтобы войти в режим Utility.
2. На странице 2/4 меню Utility нажмите функциональную клавишу F4, чтобы выбрать формат индикации даты MM/DD/YY или YY/MM/DD.
 - MM – месяц
 - DD – число месяца
 - YY – год

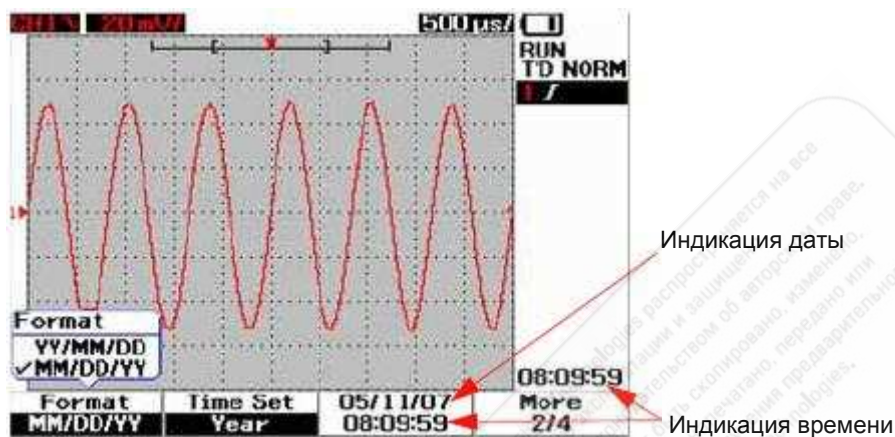


Рис. 1-6 Выбор формата индикации даты

3. Нажимайте функциональную клавишу F2, чтобы выделить год (Year), месяц (Month), число месяца (Day), часы (Hour), минуты (Minute) и секунды (Second), и выберите нужное значение поворотным переключателем.
4. Нажмите поворотный выключатель, чтобы занести эти установки в память.

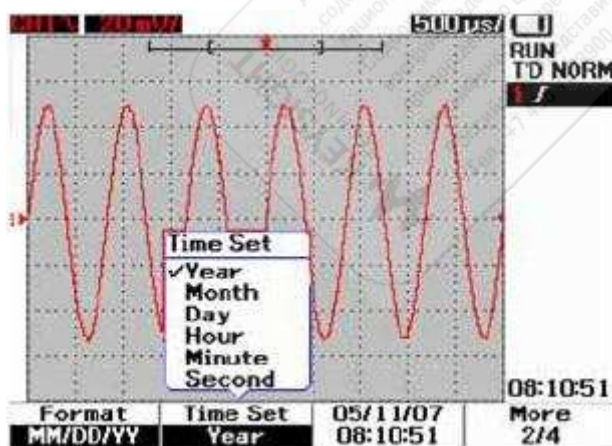



Рис. 1-7 Установка даты и времени

1.7 Установка функции автоматического выключения питания

✓ Этот прибор снабжен функцией автоматического выключения питания. Эта функция позволяет экономить энергию аккумуляторной батареи, когда в течение определенного интервала времени не будет нажата ни одна из клавиш на передней панели. По истечении этого интервала времени производится автоматическое сохранение параметров действующей конфигурации и выключение прибора.

Чтобы установить функцию автоматического выключения питания, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу  и функциональную клавишу F4, чтобы войти в режим Utility.
2. На странице 1/4 меню Utility нажмите функциональную клавишу F1, чтобы выбрать интервал времени, предшествующий выключению питания: 5 минут, 10 минут, 30 минут, 1 час, 2 часа или 4 часа.

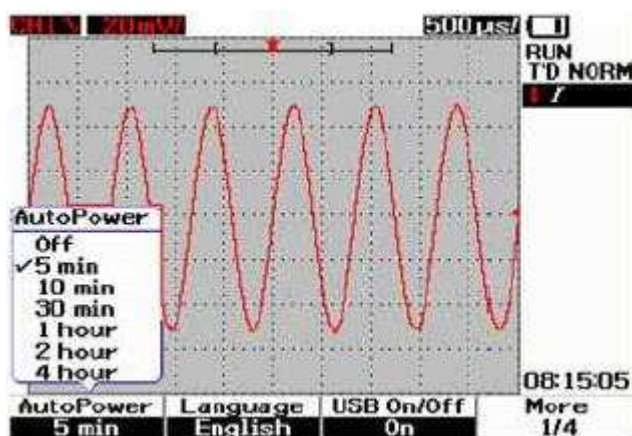



Рис. 1-8 Функция автоматического выключения питания

1.8 Выбор языка оперативной справки

✓ Вы можете вызвать оперативную справку (Quick Help) на разных языках. В момент публикации этого документа имелась оперативная справка на английском, немецком, французском, итальянском, португальском, испанском и корейском языках. Прибор обеспечивает оперативную справку на английском языке. При необходимости вы можете загрузить оперативную справку на другом языке с компакт-диска Product Reference или с нашего сайта:

www.agilent.com/find/U1600A

Чтобы выбрать язык оперативной справки в осциллографе, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу  и функциональную клавишу F4, чтобы войти в режим Utility.
2. На странице 1/4 меню Utility нажмите функциональную клавишу F2, чтобы вызвать меню, содержащее список языков для выбора.
3. Нажмите поворотный переключатель, чтобы занести ваш выбор в память.

Чтобы обновить микропрограмму вашего прибора или загрузить оперативную справку на других языках, действуйте следующим образом:

1. Выберите микропрограмму (двоичный файл) и сохраните этот файл в любой директории на жестком диске вашего компьютера.
2. Проследите за тем, чтобы прибор был отсоединен от компьютера.
3. Двойным щелчком мышью запустите подпрограмму загрузки микропрограммы.
4. Щелкните **Open BIN**, чтобы найти записанный на жесткий диск двоичный файл.
5. Включите прибор, если он не был включен. Чтобы включить соединение USB прибора, нажмите на передней панели прибора клавиши User > Utility (функциональная клавиша F4) > USB On/Off (стр. 1/4) > On (функциональная клавиша F3).

6. Присоедините прибор к компьютеру через кабель USB. Компьютер автоматически обнаружит подключенный прибор.
7. Выключите прибор, затем включите его снова, чтобы ввести в действие обновление микропрограммы. После включения прибора автоматически выполняется обновление для замены старой микропрограммы новой версией.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Не отсоединяйте прибор от компьютера, пока не завершится процесс загрузки микропрограммы. Если нарушить этот процесс, то прибор "зависнет" и вам не удастся выключить его. В этом случае отсоедините аккумуляторную батарею и повторите процедуру загрузки по пунктам 1 ÷ 10.

8. После завершения обновления микропрограммы прибор автоматически выключается.
9. Щелкните **Exit**, чтобы закрыть подпрограмму загрузки.
10. Включите прибор и нажмите на его передней панели клавиши User > Utility (функциональная клавиша F4) > Languages (функциональная клавиша F2), чтобы выбрать английский или установленный язык. Тогда меню Quick Help будет отображаться на выбранном языке.

1.9 Подстройка контраста дисплея

✓ Вы можете подстроить яркость ЖК дисплея следующим образом:

1. Нажмите клавишу **User** и функциональную клавишу F1, чтобы войти в режим Display.
2. На странице 1/2 меню Display нажмите один раз функциональную клавишу F2, чтобы разомкнуть символический замок.
3. Чтобы увеличить контраст дисплея, вращайте поворотный переключатель по часовой стрелке. Чтобы уменьшить контраст, вращайте поворотный переключатель против часовой стрелки.
4. Снова нажмите функциональную клавишу F2, чтобы зафиксировать установку контраста.

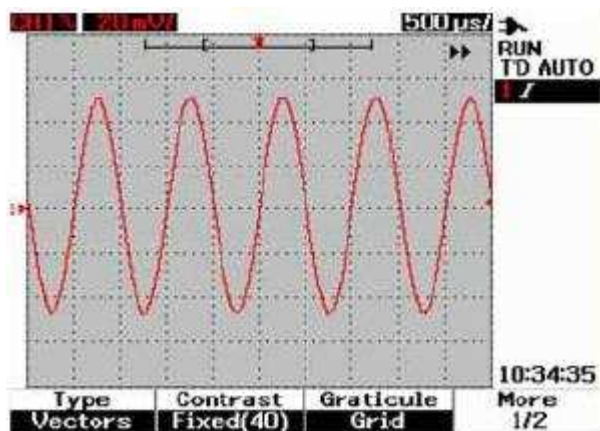


Рис. 1-9 Подстройка контраста дисплея

1.10 Коррекция переходной характеристики пробника

✓ Коррекцию переходной характеристики пробника следует выполнять всякий раз, когда вы впервые подключаете его к какому-либо входному каналу. Это важно для обеспечения согласования характеристики пробника с осциллографом. Без правильной коррекции переходной характеристики пробника не гарантируется точность измерений.

1. Нажмите клавишу **User** и функциональную клавишу F4, чтобы войти в режим Utility.
2. На странице 3/4 меню Utility нажмите функциональную клавишу F2, чтобы начать калибровку пробника.
3. Перед подключением пробника к прибору выберите коэффициент ослабления пробника на F1 (10X) или (100X).
4. Присоедините пассивный пробник к каналу 2, а наконечник пробника – к каналу 1. С канала 1 подается сигнал прямоугольной формы с размахом 3 В на частоте 1 кГц.

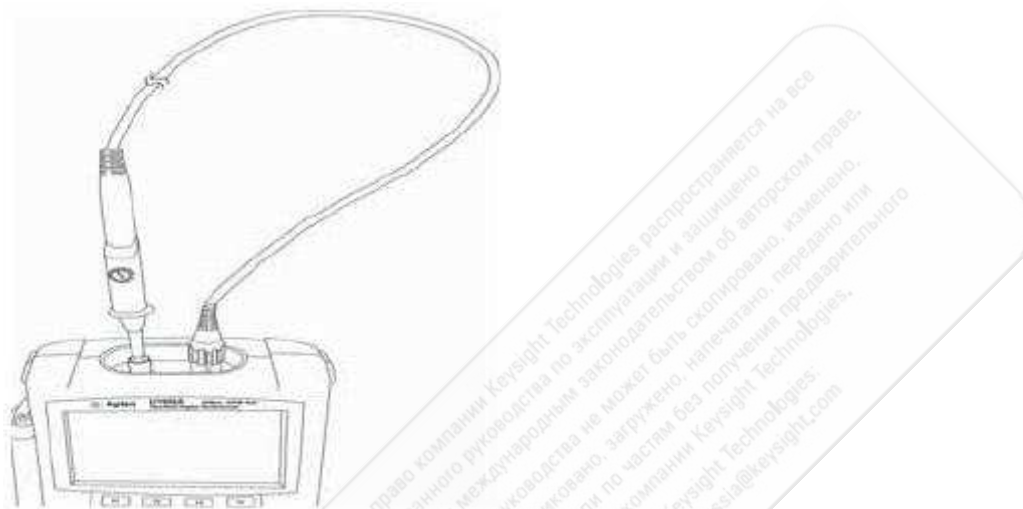


Рис. 1-10 Присоединение пробника для коррекции его переходной характеристики

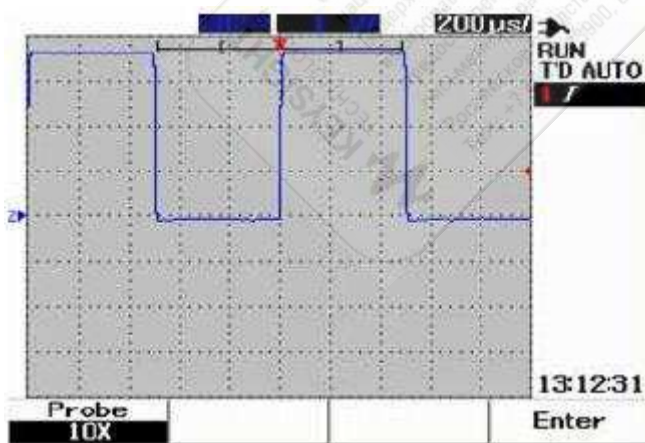


Рис. 1-11 Форма сигнала с пробника указывает на наличие перекомпенсации.

Следует выполнить подстройку для получения плоской вершины импульса (рис. 1-13)

Возьмите отвертку с пластмассовым лезвием и отрегулируйте подстроечник на пробнике так, чтобы получить правильную форму прямоугольного сигнала с плоской вершиной, как показано на рис. 1-13. Расположение подстроечного конденсатора на пробнике показано на рис. 1-12.

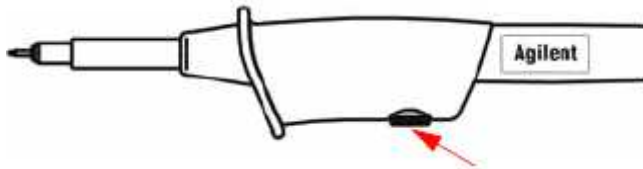


Рис. 1-12 Подстроечный конденсатор для коррекции переходной характеристики пробника

Правильная коррекция



Перекомпенсация



Недокомпенсация



Рис. 1-13 Форма сигнала при коррекции переходной характеристики пробника

2 Описание передней панели и дисплея

2.1 Передняя панель и органы управления

В этом разделе описаны органы управления на передней панели ручных осциллографов Agilent серии U1600A/B. Клавиши на передней панели используются при настройке осциллографа и при выполнении измерений в режиме осциллографа и в режиме мультиметра. Эти клавиши обеспечивают доступ к меню функциональных клавиш для выбора соответствующей функции и установки значений параметров с помощью поворотного переключателя. Клавиши на передней панели приводят пользователя на первый уровень меню функций, а расположенные под дисплеем четыре функциональные клавиши используются для выбора субменю функции. С помощью этих четырех функциональных клавиш вы можете обращаться к установкам параметров отдельных функций и изменять их.

Поворотный переключатель действует в качестве кнопки ввода данных и в качестве переключателя для изменения положения осциллограммы в канале. Чтобы изменить установку некоторого значения, следует вращать поворотный переключатель по часовой стрелке для увеличения или против часовой стрелки для уменьшения значения, затем нажать его, чтобы зафиксировать выбранное значение.

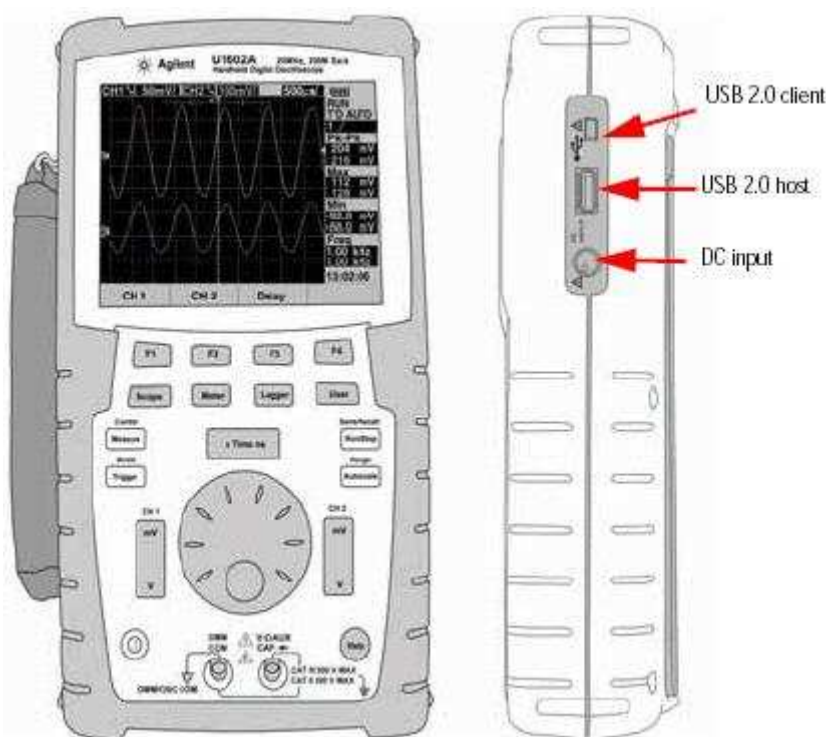



Рис. 2-1 Ручной цифровой осциллограф серии U1600A/B; вид спереди и сбоку

ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы выйти из субменю основной функции, нажмите любую из клавиш основных функций.



1 Выключатель питания

Нажмите и удерживайте нажатой кнопку выключателя питания , чтобы включить или выключить прибор.



2 Функциональные клавиши – Функция каждой клавиши меняется в зависимости от меню, отображаемых на дисплее. Эти четыре функциональные клавиши расположены под ЖК дисплеем.



3 Scope – Клавиша основной функции для обращения к установкам параметров канала 1 и канала 2. В режиме Scope вы можете установить отображение задержанной части осциллограммы, в соответствии с чем вы можете выбрать режим XY и развертку YT. С помощью поворотного переключателя вы можете изменить позицию осциллограммы по вертикали на дисплее. В этом меню вы можете также установить окно сбора данных относительно момента запуска и опорную точку момента запуска. Кроме того, здесь можно задействовать панорамирование (pan) и растяжку осциллограмм (zoom) по горизонтали.



4 Meter – Клавиша основной функции для переключения в режим мультиметра. Этот режим обеспечивает доступ к субменю вольтметра, омметра и измерителя тока и неэлектрических величин. Пользуйтесь функциональными клавишами для обращения к различным функциям мультиметра, которые действуют в режиме автоматического выбора пределов измерений.

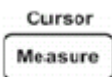


5 Logger – Клавиша основной функции для объединения точек данных в целях регистрации данных. Эта функция регистрации данных доступна для всех функций мультиметра.

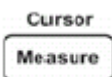


6 User – Клавиша основной функции для обращения к меню Display, Acquire, Math и Utility.


- Меню **Display** позволяет выбрать тип, контраст и установку масштабной сетки для фона дисплея. Можно также зафиксировать осциллограмму без стирания результатов предыдущих циклов сбора данных.
- Меню **Acquire** позволяет выбрать режим сбора данных: Normal, Average или Peak.
- Меню **Math** содержит функции для перемножения и вычитания осциллограмм. У осциллографа U1604A/B имеется также функция быстрого преобразования Фурье (FFT).
- Меню **Utility** позволяет вам сконфигурировать индикацию реального времени, функцию автоматического выключения питания, выбор языка для оперативной справки, соединения USB, а также выполнить самокалибровку и самопроверку.



7 Measure – Клавиша основной функции для выбора списка предустановленных автоматических измерений.



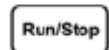
8 Cursor – Клавиша основной функции для выполнения измерений с применением функций курсора X или Y.

Чтобы обратиться к этой функции, нажмите и удерживайте клавишу .



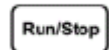
9 Trigger – Клавиша основной функции для определения типа управления запуском при регистрации различных типов сигналов.

Save/Recall



10 Run/Stop – Клавиша основной функции для инициирования процесса обнаружения сигнала запуска. Когда установлен обычный (Normal) режим запуска, то дисплей не обновляется, пока не будет обнаружен сигнал запуска. Когда установлен режим автоматического (Auto) запуска, то прибор осуществляет поиск сигнала запуска. Если не будет обнаружен сигнал запуска, прибор запускается автоматически и немедленно отображает осциллограммы.

Save/Recall



11 Save/Recall – Клавиша основной функции, позволяющая сохранять в памяти, вызывать из памяти и стирать ранее занесенный в память набор параметров конфигурации и осциллограмму. Для сохранения или вызова файлов конфигурации прибора и осциллограмм следует присоединить к прибору флэш-модуль памяти USB. Здесь можно вынимать флэш-модуль памяти из гнезда USB без каких-либо мер предосторожности.

Range



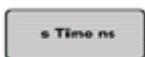
12 Autoscale – автоматическое масштабирование. При нажатии клавиши Autoscale вводятся в действие оба канала и выполняется масштабирование для оптимального отображения формы входных сигналов.

Range



13 Range – При нажатии клавиши Autoscale в любом режиме мультиметра с автоматическим переключением пределов измерений вы можете вручную выбрать предел измерения.

s Time ns



14 Масштаб по горизонтали – Пользуйтесь этой клавишей для изменения коэффициента развертки, т.е. масштаба отображения осциллограмм (время/дел.) на дисплее. Нажатие этой клавиши справа (ns) увеличивает скорость развертки, а нажатие слева (s) уменьшает скорость развертки.

mV



15 Масштаб по вертикали – Пользуйтесь этой клавишей для изменения чувствительности канала по вертикали (усиления) в вольтах на деление. Нажатие этой клавиши вверх (mV) увеличивает усиление (при этом уменьшается значение в вольтах на деление), а нажатие вниз (V) уменьшает усиление. Имеются две таких клавиши для подстройки каждого канала.



16 Поворотный переключатель – Этот поворотный переключатель действует только в осциллографическом режиме для регулировки следующих параметров и функций:

- Позиция опорного "земляного" уровня канала
- Опорный момент времени для задержки запуска
- Уровень запуска по фронту сигнала
- Уровень и режим запуска по длительности импульса
- Уровень и режим запуска по кодовой комбинации
- Строка для запуска видеосигналом
- Выбор параметров автоматических измерений
- Окно растяжки осциллограммы по горизонтали (Zoom)
- Перемещение курсора
- Контраст жидкокристаллического дисплея
- Выбор кратности усреднения в режиме сбора данных
- Установка даты и времени

Help



17 Quick Help – это встроенная функция оперативной справки, которая обеспечивает справочную информацию для всех клавиш, включая функциональные клавиши. Для вызова оперативной справки нажмите эту клавишу. Для перехода к следующей странице вращайте поворотный переключатель по часовой стрелке.

2.2 Описание дисплея осциллографа

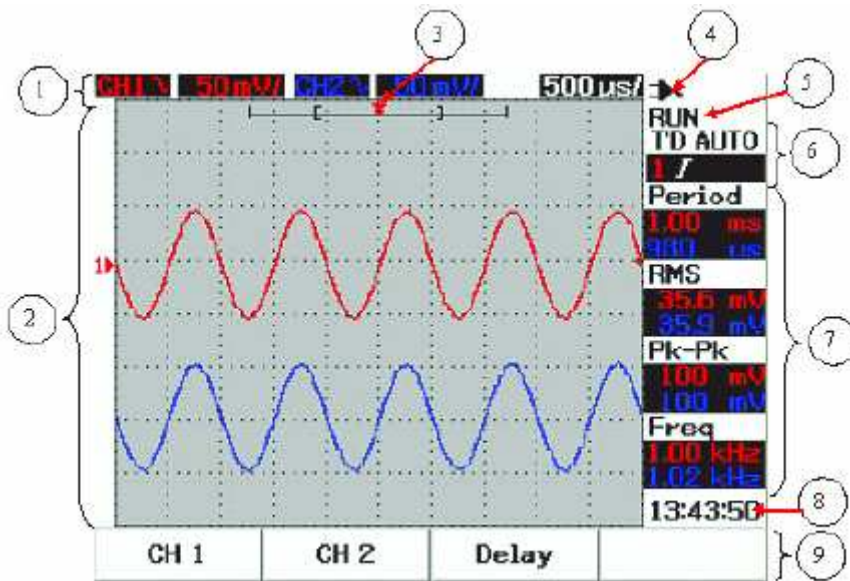



Рис. 2-2 Элементы дисплея осциллографа

- 1 **Строка состояния** – В верхней строке дисплея индицируются данные установки параметров каналов 1 и 2: масштаб отображения по вертикали (В/дел.) и скорость развертки (время/дел.).
- 2 **Область отображения осциллограмм** – В этой области отображаются осциллограммы, идентификаторы каналов двух разных цветов, уровень запуска и индикатор опорного "земляного" уровня.
- 3 **Опорный момент времени и момент запуска** – Эта позиционная точка используется в качестве индикатора, а также в качестве точки момента запуска для отсчета времени в окне отображения осциллограмм.
- 4 **Индикатор источника питания** – Этот индикатор показывает состояние аккумуляторной батареи от полного заряда до полного разряда , а также указывает на возможность подключения к сети для зарядки аккумуляторной батареи.
- 5 **Состояние сбора данных** – Здесь индицируется состояние сбора данных осциллограмм.
- 6 **Состояние запуска** – Эти две строки индицируют состояние, тип и режим запуска. Индикация состояния запуска (TD) мигает, когда не обнаружен сигнал.
- 7 **Строки результатов измерений** – В этой колонке индицируются результаты выбранных автоматических измерений.
- 8 **Индикатор реального времени** – Вы можете установить дату и время в меню User → Utility.
- 9 **Область отображения меню** – Расположенные под ЖК дисплеем функциональные клавиши позволяют вам выбрать и установить параметры для соответствующего режима и меню.

2.3 Описание дисплея мультиметра




Рис. 2-3 Элементы дисплея мультиметра

- 1 **Автоматическое переключение пределов измерений** – Эта функция автоматического выбора предела измерений истинного среднеквадратического значения (RMS) применима к всем функциям мультиметра. Она автоматически выбирает подходящий предел измерения на основе измеренного значения. Пользователь может выключить эту функцию, чтобы выбрать предел измерения вручную. Ручной выбор предела измерений возможен только в режиме вольтметра и омметра.
- 2 **Область индикации результатов измерений** – Здесь индицируются в реальном масштабе времени результаты измерений максимального, минимального и среднего значения с соответствующей индикацией времени.
- 3 **Линейный аналоговый индикатор** – Здесь индицируется точное измеренное значение в реальном масштабе времени на выбранном пределе измерения.
- 4 **Индикатор реального времени** – Вы можете установить дату и время в меню User → Utility.
- 5 **Область отображения меню** – Расположенные под ЖК дисплеем функциональные клавиши позволяют вам выбрать и установить параметры для соответствующего режима и меню.

3 Работа с прибором в режиме осциллографа

В этой главе описаны операции настройки системы отображения по вертикали у осциллографа. Настоятельно рекомендуем вам прочитать эту главу, чтобы ознакомиться с основными операциями настройки осциллографа, прежде чем выполнять измерения.

ПРИМЕЧАНИЕ


- При выборе вариантов во всех меню функций нажмите соответствующую функциональную клавишу и установите вариант с "галочкой" (✓).
- При всех регулировках с применением поворотного переключателя в меню отображается символ , указывающий на необходимость применения поворотного переключателя.

3.1 Управление отображением осциллограмм по вертикали

Для каждого канала в меню осциллографа предусмотрена установка параметров отображения осциллограмм по вертикали. В этом разделе описаны органы управления отображением осциллограмм по вертикали для каждого канала.

3.1.1 Выбор канала для отображения осциллограмм

В конфигурации прибора, принятой по умолчанию, отображается осциллограмма в канале 1. Вы можете задействовать один канал или два канала одновременно. Ниже описана процедура включения и выключения каналов.

1. Нажмите клавишу , чтобы обратиться к меню Score. Вы увидите отображение меню осциллографа, в котором отключены оба канала, как показано на рис. 3-1.

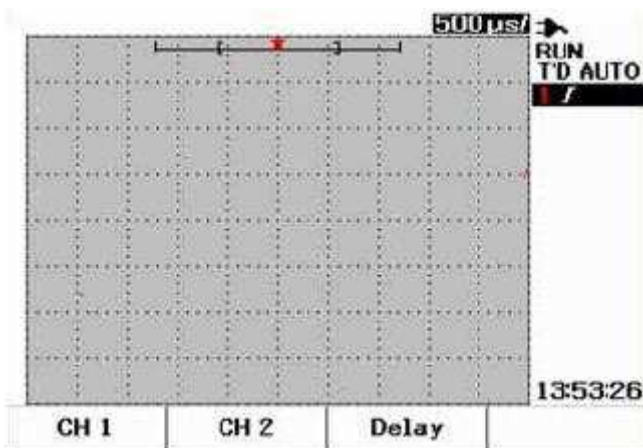


Рис. 3-1 Меню Score, в котором отключены оба канала

2. Нажмите функциональную клавишу F1, чтобы обратиться к субменю канала 1 (CH1), или функциональную клавишу F2, чтобы обратиться к субменю канала 2 (CH 2).
3. Субменю для обоих каналов одинаковы. На рис. 3-2 на следующей странице показано характерное субменю для канала 1. Чтобы задействовать вывод на экран осциллограммы в канале 1, нажмите функциональную клавишу F1. Появляется всплывающее меню.
4. Выберите вариант "On" во всплывающем меню путем нажатия функциональной клавиши F1, чтобы включить канал 1.
5. В состоянии "On" индицируется чувствительность по вертикали в вольтах на деление (V/) и указатель опорного "земляного" уровня в соответствии с установкой смещения канала (см. подраздел 3.1.2).
6. Эту процедуру можно выполнить для канала 2 или для обоих каналов.

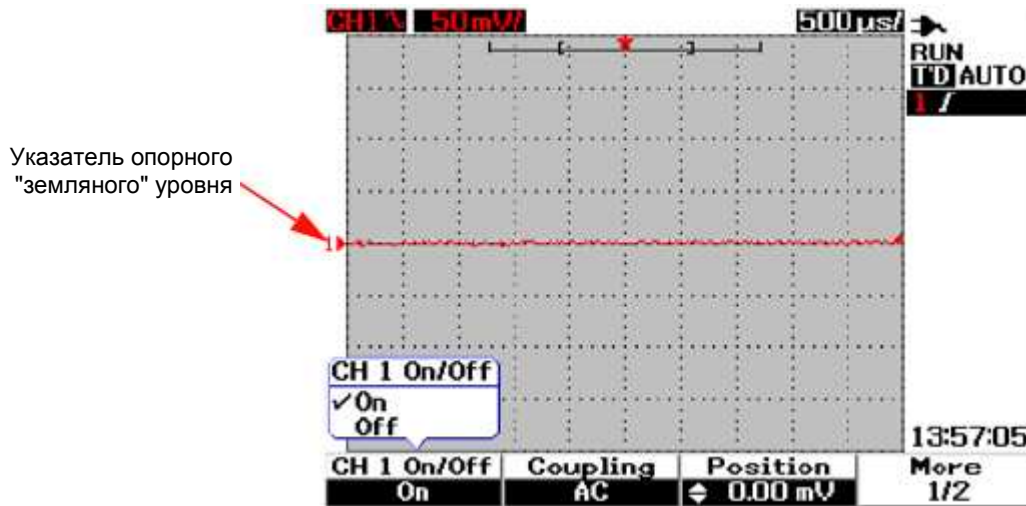


Рис. 3-2 Выбор варианта On или Off для включения или выключения отображения осциллограмм

3.1.2 Настройка системы отображения по вертикали

Смещение опорного "земляного" уровня по вертикали

Вы можете смещать осциллограмму по вертикали при нажатии функциональной клавиши F3. На рис. 3-3 показана установка подстройки смещения осциллограммы по вертикали.

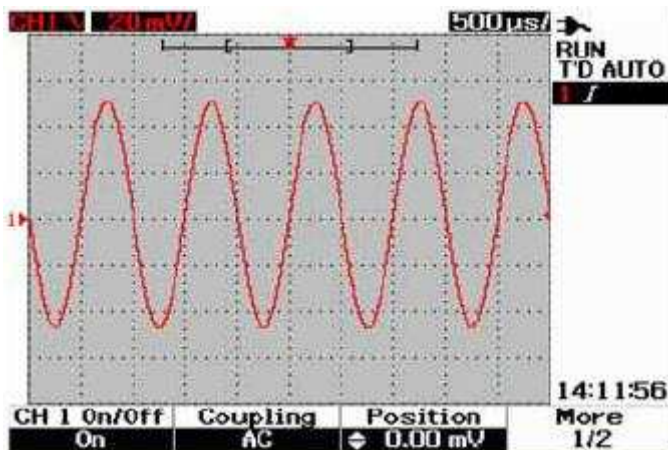



Рис. 3-3 Подстройка смещения осциллограммы по вертикали

1. Нажмите функциональную клавишу F3, чтобы задействовать установку смещения осциллограммы по вертикали. Вращайте поворотный переключатель по часовой стрелке, чтобы сместить осциллограмму вверх, или против часовой стрелки, чтобы сместить осциллограмму вниз.
2. При вращении поворотного переключателя  индицируется соответствующее значение напряжения под заголовком Position, как показано на рис. 3-3. Это значение напряжения характеризует смещение опорного "земляного" уровня относительно середины экрана.
3. Обратите внимание на то, что в соответствии с позицией поворотного переключателя смещается осциллограмма и индикатор опорного "земляного" уровня.

ПРИМЕЧАНИЕ

Максимальное положительное смещение опорного уровня составляет 250 мВ, а максимальное отрицательное смещение составляет -250 мВ.

Установка осциллограммы в середину экрана

Вы можете быстро установить осциллограмму в середину экрана. Нажмите функциональную клавишу F4, чтобы перейти к следующей странице субменю. На странице 2/2 субменю канала нажмите функциональную клавишу F3, чтобы установить опорный "земляной" уровень на середину экрана.

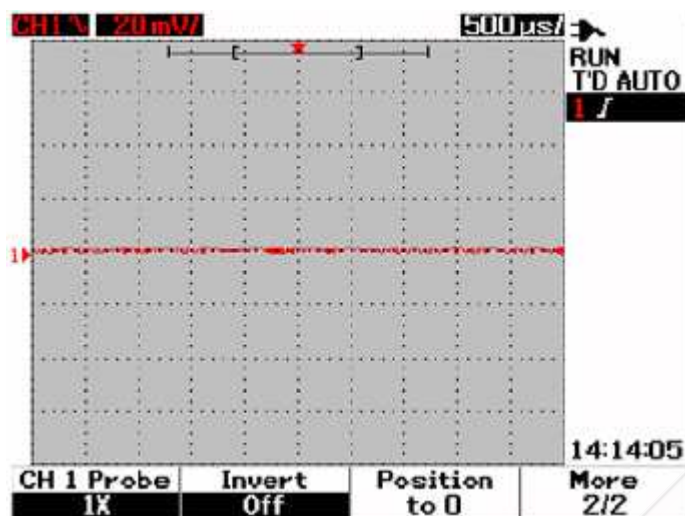



Рис. 3-4 Установка опорного "земляного" уровня на нуль


ПРИМЕЧАНИЕ

Функция **Position to 0** является удобным средством для возврата осциллограммы в исходное положение после установки смещения "земляного" уровня поворотным переключателем.

Изменение масштаба отображения по вертикали

С помощью клавиши  вы можете изменять масштаб отображения осциллограмм по вертикали (вольт/дел.). Масштаб отображения по вертикали переключается ступенчато в последовательности 1-2-5 в зависимости от коэффициента ослабления пробника.

- 5 мВ/дел. ÷ 100 В/дел. для осциллографического пробника 1:1
- 50 мВ/дел. ÷ 1 кВ/дел. для осциллографического пробника 10:1
- 500 мВ/дел. ÷ 10 кВ/дел. для осциллографического пробника 100:1

Нажимайте верхнюю часть клавиши  (с маркировкой **mV**), чтобы увеличить чувствительность канала по вертикали (уменьшить значение вольт/дел.). Нажимайте нижнюю часть этой клавиши (с маркировкой **V**), чтобы уменьшить чувствительность канала по вертикали (увеличить значение вольт/дел.). Масштаб отображения по вертикали (V/) индицируется в строке состояния (см. подраздел 2.2), как показано на рис. 3-5.

ПРИМЕЧАНИЕ


При нажатии клавиши  для канала 1 или канала 2 появляется соответствующее меню установки параметров канала.



Рис. 3-5 Индикация масштаба отображения по вертикали

3.1.3 Выбор характера связи на входе каналов

Характер связи на входе каналов влияет на передачу постоянной составляющей сигнала на вход канала осциллографа. Вы можете выбрать один из вариантов установки характера связи на входе канала: AC (связь по переменному напряжению), DC (связь по постоянному напряжению) или Gnd (земля).

Действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу , чтобы войти в меню канала 1 или канала 2.
2. На странице 1/2 субменю каждого отдельного канала вы можете проконтролировать и установить характер связи на входе канала нажатием функциональной клавиши F2. Здесь отображается всплывающее меню с вариантами выбора AC, DC и GND.

Связь по переменному напряжению (AC)

Связь по переменному напряжению удобно применять при наблюдении формы сигналов с большой постоянной составляющей. Вы можете выбрать связь по переменному напряжению для предотвращения проникновения постоянной составляющей на вход осциллографа. В этом случае можно наблюдать только переменную составляющую сигнала. В верхнем левом поле строки состояния отображается при этом символ (см. рис. 3-6).

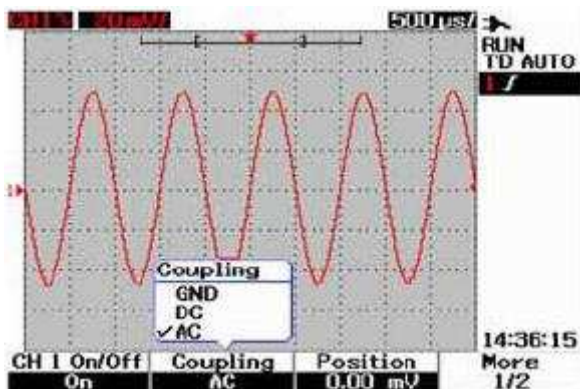



Рис. 3-6 Связь на входе канала по переменному напряжению

Связь по постоянному напряжению (DC)

В режиме DC на вход осциллографа пропускается как переменная, так и постоянная составляющая сигнала. Этот режим полезен при наблюдении формы низкочастотных (до 0 Гц) сигналов без большой постоянной составляющей. В верхнем левом поле строки состояния отображается при этом символ  (см. рис. 3-7).

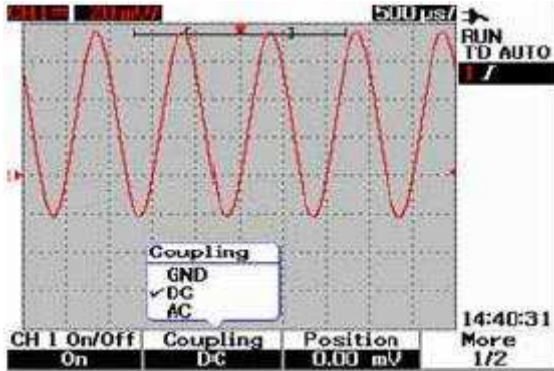



Рис. 3-7 Связь на входе канала по постоянному напряжению

Установка характера связи на GND

В этом случае сигнал отключается от входа осциллографа. В верхнем левом поле строки состояния отображается при этом символ  (см. рис. 3-8).

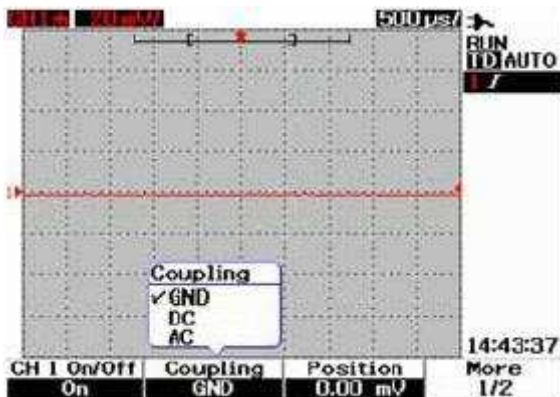


Рис. 3-8 Установка характера связи на GND


3.1.4 Установка коэффициента ослабления пробника

Установка коэффициента ослабления пробника зависит от применяемого пробника. Важно правильно выполнить эту установку, чтобы обеспечить соответствие результатов измерений реальному уровню напряжения на входе пробника.

Здесь можно установить одно из трех значений коэффициента ослабления пробника:

- 1X – при применении пробника 1:1 или при непосредственной подаче сигнала на вход осциллографа.
- 10X – при применении пробника 10:1.
- 100X – при применении пробника 100:1

Вы можете установить коэффициент ослабления пробника следующим образом:

1. Нажмите клавишу , чтобы войти в меню канала 1 или канала 2.
2. На странице 1/2 субменю каждого отдельного канала вы можете проконтролировать и установить коэффициент ослабления пробника для данного канала путем нажатия функциональной клавиши F1. Здесь отображается всплывающее меню с вариантами выбора 1X, 10X и 100X.

3. Установите коэффициент ослабления пробника в соответствии с применяемым пробником.

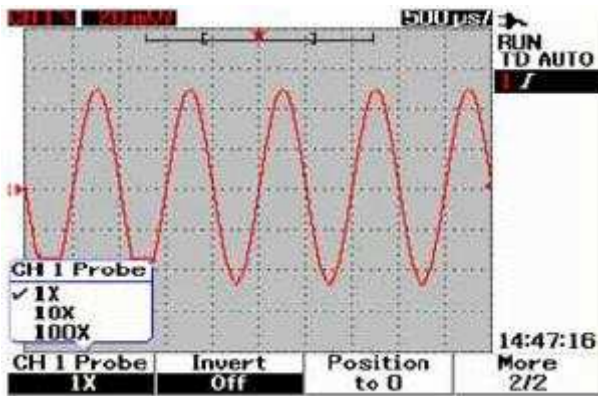


Рис. 3-9 Установка коэффициента ослабления пробника

3.1.5 Инвертирование осциллограммы

Функция Invert инвертирует осциллограмму относительно "земляного" уровня, как показано на рис. 3-10 и 3-11. После инвертирования остается неизменным уровень запуска по вертикали, поэтому не требуется изменение уровня запуска для наблюдения инвертированного сигнала.

Чтобы инвертировать осциллограмму в канале 1, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу , чтобы войти в меню канала 1 или канала 2.
2. На странице 2/2 субменю каждого канала вы можете включить (On) или выключить (Off) инвертирование нажатием функциональной клавиши F2. Вид осциллограммы до и после инвертирования проиллюстрирован на рис. 3-10 и 3-11.

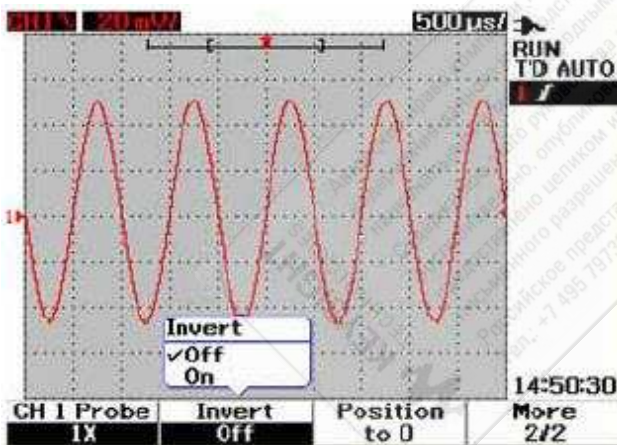


Рис. 3-10 Осциллограмма до инвертирования

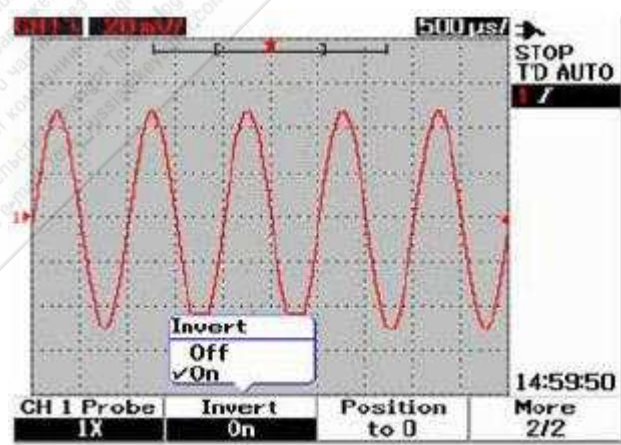


Рис. 3-11 Осциллограмма после инвертирования

ПРИМЕЧАНИЕ

Функция инвертирования не влияет на запуск. Если установлен запуск по положительному фронту, то и после инвертирования сохраняется запуск по положительному фронту при прежнем уровне запуска.

3.2 Управление отображением осциллограмм по горизонтали

Поскольку в обоих каналах используется одна и та же система развертки, в верхнем правом поле строки состояния индицируется одно значение коэффициента развертки (время/дел.) для обоих каналов. Вы можете изменять коэффициент развертки (масштаб отображения) и положение осциллограмм по горизонтали. Изменение коэффициента развертки приводит к расширению или сжатию наблюдаемых осциллограмм относительно середины экрана. Изменение положения осциллограмм по горизонтали вызывает изменение момента запуска относительно середины экрана.

3.2.1 Настройка системы отображения по горизонтали

Изменение коэффициента развертки

Коэффициент развертки (масштаб отображения по горизонтали) относится к обоим каналам, включая осциллограмму, полученную в результате математических операций.

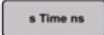
Для изменения коэффициента развертки вы можете пользоваться клавишей . Нажатие этой клавиши справа (ns) увеличивает скорость развертки (т.е. уменьшает коэффициент развертки), а нажатие слева (s) уменьшает скорость развертки (т.е. увеличивает коэффициент развертки). Коэффициент развертки индицируется в строке состояния, как показано на рис. 3-12 (см. также раздел 2.2).



Рис. 3-12 Индикация коэффициента развертки в строке состояния


ПРИМЕЧАНИЕ

Изменение коэффициента развертки производится ступенями в последовательности 1-2-5.

Установка задержки осциллограмм

Позиция опорного момента времени задает начальную позицию события запуска в пределах памяти сбора данных при нулевой задержке. Установка задержки смещает момент события запуска относительно опорного момента времени. Вращайте поворотный переключатель, чтобы сместить индикатор момента запуска \downarrow влево или вправо от индикатора опорного момента времени \blacktriangledown . При установке нулевой задержки индикатор момента запуска совпадает с индикатором опорного момента времени.

Чтобы установить задержку для осциллограммы, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу , чтобы войти в меню осциллографа (Scope).
2. В меню Scope нажмите функциональную клавишу F3, чтобы обратиться к субменю задержки (Delay).
3. На странице 1/2 нажмите функциональную клавишу F1, чтобы задействовать регулировку задержки осциллограммы. Вращайте поворотный переключатель по часовой стрелке, чтобы сместить осциллограмму вправо от момента запуска. Вращайте поворотный переключатель против часовой стрелки, чтобы сместить осциллограмму влево от момента запуска.
4. Обратите внимание на то, что при вращении поворотного переключателя изменяется показание времени задержки под заголовком Time (см. рис. 3-13).

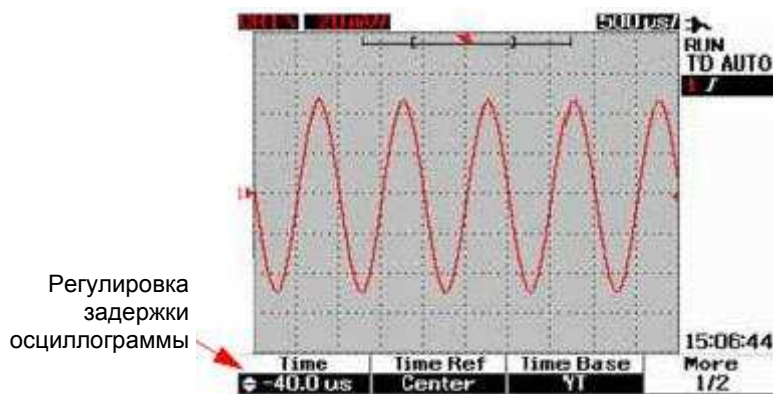


Рис. 3-13 Изменение задержки осциллограммы

ПРИМЕЧАНИЕ

Обратите внимание на то, что скорость развертки установлена на последовательность изменения с шагом в одно деление, когда правом верхнем углу области отображения осциллограмм индицируется символ ► (см. раздел 2.2).

Нажмите поворотный переключатель, чтобы перейти в режим верньера. Вы заметите, что при этом исчезает индикатор ►, поэтому вы сможете изменять скорость развертки более мелкими ступенями.

Изменение момента запуска

Индикатор опорного момента времени ▼ указывает опорный момент времени на дисплее, от которого отсчитывается задержка. Чтобы сместить индикатор момента запуска от опорного момента времени, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **Scope**, чтобы войти в меню осциллографа (Scope).
2. В меню Scope нажмите функциональную клавишу F3, чтобы обратиться к субменю задержки (Delay).
3. На странице 1/2 нажмите функциональную клавишу F2, чтобы вызвать всплывающее меню со следующими вариантами выбора:
 - Left (10% от всей шкалы по горизонтали)
 - Center (50% от всей шкалы по горизонтали)
 - Right (90% от всей шкалы по горизонтали)

Все события, отображаемые слева от момента запуска, называются предпусковыми данными, поскольку они имеют место до запуска. Все события, отображаемые справа от момента запуска, называются послепусковыми данными. Объем предпусковых и послепусковых данных зависит от скорости развертки и глубины памяти.

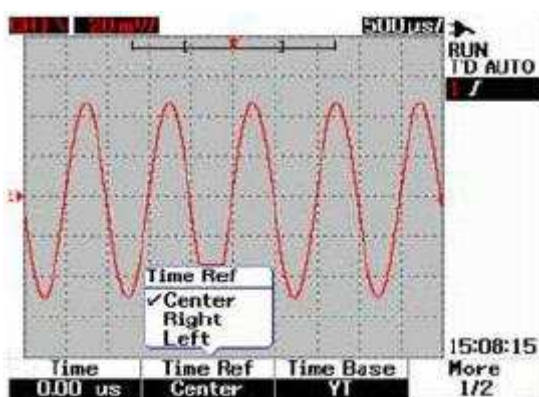


Рис. 3-14 Выбор опорного момента времени

3.2.2 Функции системы отображения по горизонтали

Формат развертки

В этом приборе обеспечивается два типа формата развертки:

- YТ
- XY

Формат YТ относится к обычному режиму отображения осциллограмм в координатах "напряжение – время". Этот формат принят для этого прибора по умолчанию. В этом формате по оси Y наносится амплитуда, а по оси X – время.

В формате XY отображается график в координатах "амплитуда – амплитуда". По оси X наносится амплитуда сигнала в канале 1, а по оси Y – амплитуда сигнала в канале 2. Развертка по времени при этом отключена. Пользуйтесь курсорами для выполнения измерений на графиках в формате XY.

Режим XY полезен для поточечного сравнения уровней напряжения двух сигналов и изучения частотных и фазовых соотношений между ними. Чтобы задействовать режим XY, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **Scope**, чтобы войти в меню осциллографа (Scope).
2. В меню Scope нажмите функциональную клавишу F3, чтобы обратиться к субменю задержки (Delay).
3. На странице 1/2 нажмите функциональную клавишу F3, чтобы вызвать всплывающее меню для выбора формата YТ или XY.
4. Выберите формат YТ для отображения формы сигналов в координатах "напряжение – время" или формат XY для отображения графика в координатах "напряжение – напряжение".

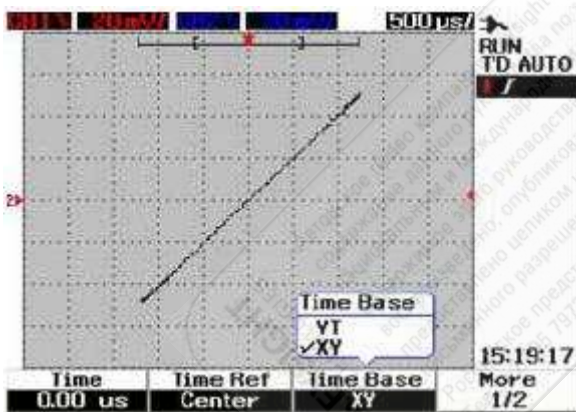


Рис. 3-15 Формат отображения XY

Режимы развертки Main и Zoom

Основной (Main) режим развертки является нормальным режимом отображения осциллограмм. Вы можете пользоваться функцией Main для возврата к исходному виду осциллограммы после ее растяжки по горизонтали. При этом восстанавливается исходный масштаб отображения осциллограммы по горизонтали.

Функция Zoom обеспечивает растяжку основного окна осциллограммы для наблюдения подробностей формы сигнала. Чтобы можно было задействовать функцию растяжки, необходимо задать окно растяжки до увеличения интересующего вас участка осциллограммы. Действуйте, как описано ниже:

1. Нажмите клавишу **Scope**, чтобы войти в меню осциллографа (Scope).
2. В меню Scope нажмите функциональную клавишу F3, чтобы обратиться к субменю задержки (Delay).

- На странице 2/2 нажмите функциональную клавишу F2, чтобы установить на On функцию Window (окно растяжки осциллограммы) и выбрать участок осциллограммы для увеличения по горизонтали. При установке функции Window на Off с экрана исчезает полоса выделения области растяжки.
- Вращайте поворотный переключатель по часовой стрелке, чтобы расширить область растяжки относительно середины экрана. Нажмите функциональную клавишу F1, чтобы растянуть по горизонтали осциллограмму в выбранной области растяжки. Действие функции Zoom проиллюстрировано на рис. 3-16 и 3-17.

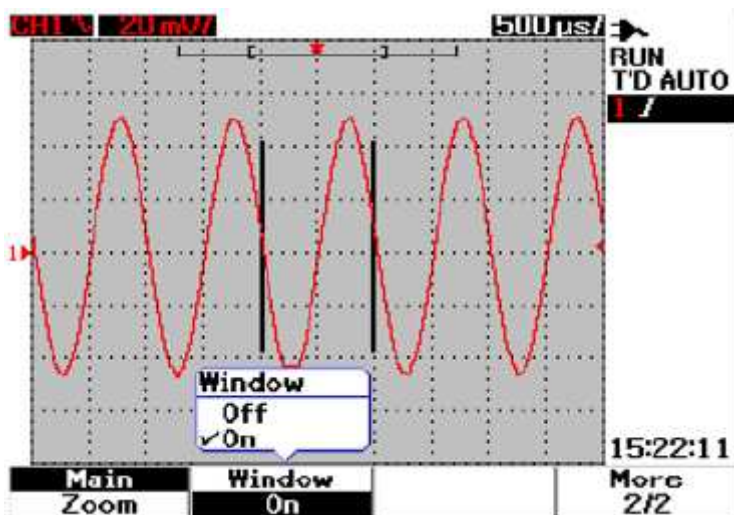


Рис. 3-16 Когда включена функция Window, в середине экрана появляется полоса выбора области растяжки. Для расширения области растяжки вращайте поворотный переключатель по часовой стрелке.

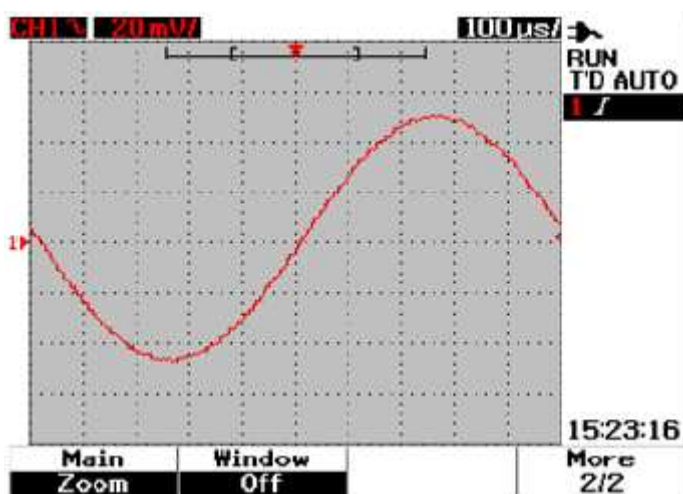


Рис. 3-17 Нажмите функциональную клавишу F1, чтобы ввести в действие функцию растяжки

ПРИМЕЧАНИЕ

- Функцию Zoom можно применять только в режиме текущего сбора данных (Run), но не в режиме Stop.
- Если в режиме Zoom выбрать функцию основного режима развертки (Main), то восстанавливается исходный вид осциллограммы до ее растяжки по горизонтали.

Режим медленной развертки (Roll)

Режим Roll реализуется при скорости развертки 50 мс/дел. и при более медленной развертке. В этом режиме осциллограмма медленно перемещается на экране осциллографа справа налево. Когда осциллограф работает в режиме Roll, запуск не производится, поэтому здесь отсутствуют предпусковые данные. Опорный момент времени зафиксирован на правой кромке экрана и относится к текущему моменту времени.

Режим Roll применяют для наблюдения низкочастотных сигналов, чтобы получить отображение формы сигнала, напоминающее запись на ленте самописца.

ПРИМЕЧАНИЕ

Функции прокрутки (scrolling) и выделения интервала (spanning) недоступны при установке коэффициента развертки 100 мс/дел. и выше, а также 250 нс/дел. и ниже.

3.3 Управление запуском

Функция запуска применима только к измерительным функциям осциллографического режима. Запуск определяет момент начала сбора данных и отображения осциллограмм. Управление запуском позволяет вам синхронизировать отображение осциллограмм с сигналами в испытываемой цепи. Для этого следует определить условия запуска. Функция запуска позволяет получить стабильное отображение осциллограмм даже при нестабильном сигнале.

3.3.1 Режимы запуска

Режим запуска влияет на способ, посредством которого осциллограф ищет сигнал запуска. Событие запуска делит память сбора данных на буфер предпусковых данных и буфер послепусковых данных. Позиция события запуска в памяти сбора данных определяется установкой опорного момента времени и задержки.

Чтобы выбрать режим запуска, действуйте следующим образом:

1. По умолчанию принят режим автоматического запуска (Auto trigger). Нажмите и удерживайте нажатой клавишу **Trigger** на передней панели, чтобы выбрать обычный (Normal) режим запуска.
2. Чтобы выбрать режим однократного (Single) запуска, снова нажмите и удерживайте нажатой клавишу **Trigger**.
3. Чтобы вернуться в режим автоматического запуска, нажмите и удерживайте нажатой клавишу **Trigger**.

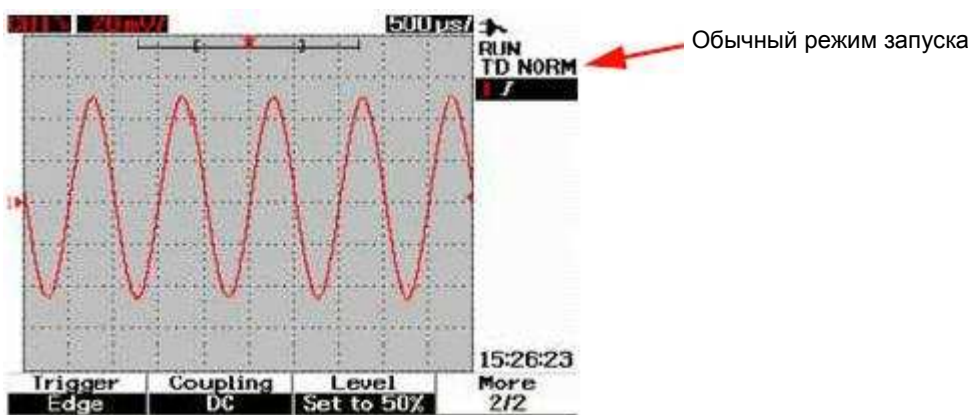


Рис. 3-18 Выбран обычный режим запуска

Режим автоматического запуска

В режиме автоматического запуска отображается осциллограмма, когда выполняются условия запуска. Если условия запуска не выполняются, то производится принудительный запуск прибора.

В режиме автоматического запуска сначала происходит заполнение буфера предпусковых данных. При этом производится поиск события запуска в процессе обновления данных в буфере предпусковых данных. После того, как будет обнаружено событие запуска, буфер предпусковых данных будет содержать события, непосредственно предшествующие моменту запуска. Если не будет обнаружено событие запуска, то генерируется сигнал запуска и отображаются данные, как если бы действительно было обнаружено событие запуска. В строке состояния в правой верхней части экрана отображается индикатор режима запуска и состояние запуска (см. раздел 2.2).

Обычный режим запуска

В обычном режиме запуска отображается осциллограмма, когда выполняются условия запуска. В противном случае осциллограф не запускается и отображение не обновляется. Если вы нажмете клавишу RUN, когда прибор находится в режиме обычного запуска, то должно быть обнаружено событие запуска, прежде чем может завершиться сбор данных.

В режиме обычного запуска должен заполниться буфер предпусковых данных, прежде чем начнется поиск события запуска. В процессе поиска события запуска происходит обновление данных в буфере предпусковых данных. После обнаружения события запуска происходит заполнение буфера послепусковых данных и отображение содержания памяти сбора данных.

Во многих случаях нет необходимости в синхронизированном отображении для проверки уровней сигналов или наличия сигналов. В этих случаях применяйте режим автоматического запуска (этот режим принят по умолчанию). Применяйте режим обычного запуска только тогда, когда нужно зарегистрировать определенные события в соответствии с установками параметров запуска.

Режим однократного запуска

В режиме однократного запуска происходит заполнение буфера предпусковых данных. Поток данных через буфер предпусковых данных продолжается до момента отмены поиска автоматическим запуском и генерирования принудительного запуска. После заполнения буфера послепусковых данных прекращается сбор данных и отображается осциллограмма.

3.4 Выбор режима сбора данных

Ручные осциллографы серии U1600A/B обеспечивают частоту дискретизации в реальном масштабе времени до 200 МГц для одного канала и до 100 МГц для двух одновременно работающих каналов. Эквивалентная частота дискретизации составляет до 2,5 ГГц для повторяющегося сигнала.


Дискретизация в реальном масштабе времени может быть реализована как с повторяющимися, так и с однократными сигналами. Это означает, что отображение осциллограмм формируется из выборок, накопленных от одного события запуска; при этом стираются все выборки от предшествующих событий запуска.

Эквивалентная дискретизация представляет собой технику сбора данных, которая применяется только с повторяющимися сигналами. При этом сохраняются выборки, накопленные от предшествующих событий запуска. Это означает, что осциллограмма в действительности формируется многократными событиями запуска.

Этот прибор позволяет реализовать следующие режимы сбора данных:

- Normal – нормальный режим сбора данных
- Average – режим сбора данных с усреднением
- Peak Detect – режим обнаружения пиков

Чтобы выбрать режим сбора данных, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу  на передней панели, чтобы обратиться к меню User.
2. Нажмите функциональную клавишу F2, чтобы обратиться к субменю Acquire.
3. Нажмите функциональную клавишу F1, чтобы вызвать всплывающее меню с тремя вариантами выбора режима сбора данных.

3.4.1 Нормальный режим сбора данных

Нормальный режим сбора данных применяется для большинства сигналов с нормальным прореживанием данных и без усреднения. Этот режим обеспечивает наилучшее отображение большинства сигналов.

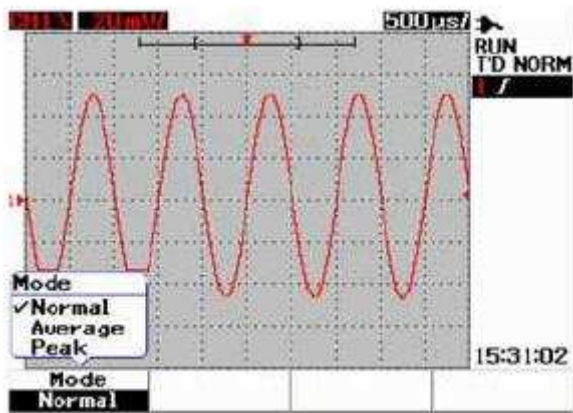


Рис. 3-19 Выбор нормального режима сбора данных

3.4.2 Режим сбора данных с усреднением

Режим сбора данных с усреднением применяется для снижения случайного шума и улучшения разрешения по вертикали за счет усреднения данных многократных циклов сбора данных. Вы можете повысить точность измерений путем ступенчатого изменения кратности усреднения от 2 до 256 в последовательности целочисленных степеней числа 2. Увеличение кратности усреднения повышает четкость осциллограмм и снижает чувствительность к изменениям сигнала. Для выбора кратности усреднения пользуйтесь поворотным переключателем.

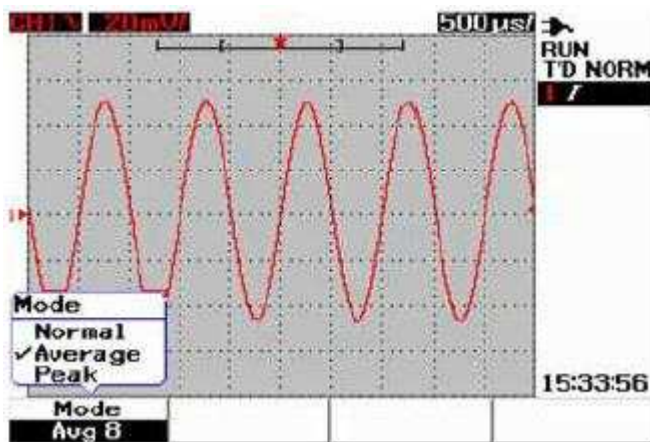


Рис. 3-20 Выбор режима сбора данных с усреднением

ПРИМЕЧАНИЕ

Чем выше кратность усреднения, тем медленнее реакция осциллографа на изменение формы сигнала.

3.4.3 Режим обнаружения пиков

В режиме обнаружения пиков регистрируются минимальные и максимальные значения сигнала за несколько циклов сбора данных. Это полезно для выявления зубчатой формы сигналов.

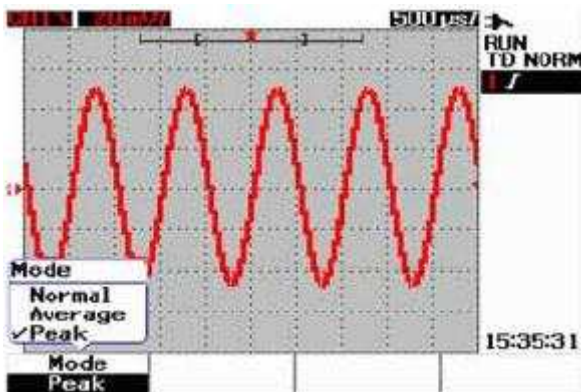


Рис. 3-21 Выбор режима обнаружения пиков

3.5 Автоматические измерения

Ручной цифровой осциллограф серии U1600A/B обеспечивает до 22 видов автоматических измерений, результаты которых индицируются в четырех секциях индикации в строке результатов измерений (см. раздел 2.2) в правой части экрана. Вы можете одновременно выводить на индикацию результаты любых четырех видов автоматических измерений.

Ниже перечислены 22 вида автоматических измерений.

Измерения временных параметров

- +Duty (коэффициент заполнения для положительных импульсов)
- -Duty (коэффициент заполнения для отрицательных импульсов)
- Frequency (частота)
- Period (период)
- Rise Time (время нарастания)
- Fall Time (время спада)
- +Width (длительность положительных импульсов)
- -Width (длительность отрицательных импульсов)

Измерения напряжения

- Mean (среднее значение)
- Cycle mean (среднее значение за период)
- Amplitude (амплитуда)
- Base (основание импульса)
- Maximum (максимальное значение)
- Minimum (минимальное значение)
- Peak-to-peak (междупиковое значение)
- RMS (эффективное, т.е. среднеквадратическое значение)
- Top (вершина импульса)

Фаза и задержка

- Phase (фаза)
- Delay (задержка)

Выбросы у импульсов

- Preshoot (выброс перед фронтом импульса)
- +Overshoot (положительный выброс после фронта импульса)
- -Overshoot (отрицательный выброс после фронта импульса)

Выполнение автоматических измерений

Вы можете задействовать автоматические измерения для двух каналов. В специальной строке результатов измерений могут индироваться одновременно результаты до четырех видов измерений. Чтобы включить автоматические измерения, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **Measure**, чтобы обратиться к меню Measure.
2. Обратите внимание на то, что следует выбрать четыре файла измерений среди 22 видов автоматических измерений. Нажмите нужную функциональную клавишу, чтобы задействовать соответствующий файл измерений.
3. Вращайте поворотный переключатель, чтобы выбрать вид автоматических измерений.
4. Нажмите на поворотный переключатель, чтобы установить выбранный вид автоматических измерений. Результаты измерений для обоих каналов одновременно индицируются в строке измерений.
5. Повторите эти операции, чтобы выбрать остальные три файла измерений.
6. Чтобы отключить файл измерений, вращайте поворотный переключатель, пока в списке не появится пункт "Off". Нажмите на поворотный переключатель, чтобы установить состояние Off.

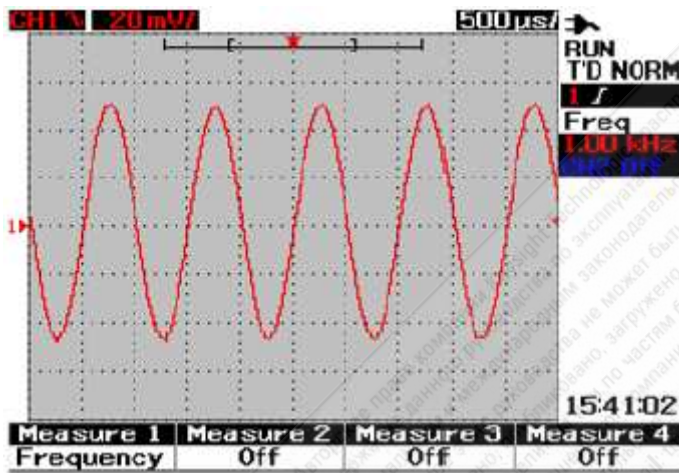



Рис. 3-22 Выбор автоматического измерения для файла Measure 1

3.5 Курсорные измерения

Осциллограф серии U1600A/B снабжен функцией курсорных измерений, которая позволяет вам получить точные результаты измерений напряжения и времени в любой точке осциллограммы. Маркер горизонтального курсора указывает значение по оси X для временных измерений, маркер вертикального курсора указывает значение по оси Y для измерений напряжения.

Для выполнения курсорных измерений действуйте следующим образом:

1. Нажмите и удерживайте нажатой клавишу , чтобы обратиться к функции курсорных измерений.
2. Нажмите клавишу F1, чтобы задействовать курсорные измерения и выбрать тип измерений для курсора X или Y.
3. Чтобы отключить эту функцию, нажмите функциональную клавишу F1.

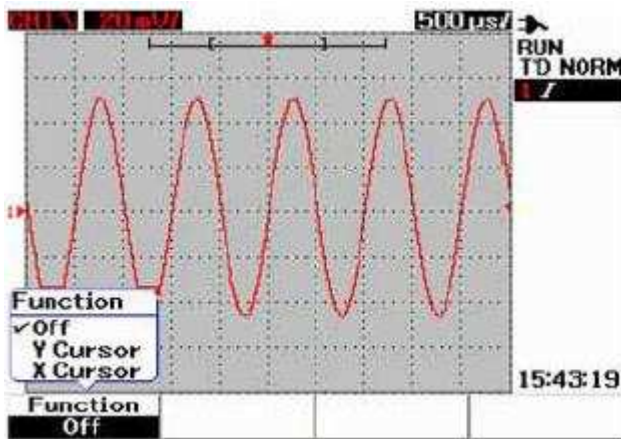


Рис. 3-23 Меню курсорных измерений

3.6.1 Измерения с курсорами X

При измерениях с курсорами X на отображаемую осциллограмму помещаются две вертикальные линии для измерения значений сигнала (в вольтах или амперах) и времени относительно момента запуска. Вы можете выбрать режим отображения курсора в виде одной линии X1 или X2, либо в виде комбинации линий курсоров X1 и X2. Выбранная линия курсора отображается в виде вертикальной штриховой линии, а незадействованная линия курсора отображается пунктиром.

В правой верхней части области отображения осциллограмм индицируется разность (Δ) значений X1 и X2. Ниже описана процедура настройки измерений с курсорами X.

1. На странице меню курсоров X нажмите функциональную клавишу F2, чтобы выбрать из всплывающего меню режим отображения курсора в виде одной линии курсора X1 или X2, либо в виде комбинации линий X1 и X2.
2. Вращайте поворотный переключатель для настройки линий курсоров X1 и X2. Когда выбраны обе курсорные линии, они смещаются с сохранением значения ΔX .
3. Нажмите функциональную клавишу F3, чтобы вызвать всплывающее меню для выбора подлежащего измерению канала-источника.
4. На рис. 3-24 выбраны обе линии курсоров (режим X1 and X2), причем измерения выполняются для сигнала в канале 1.



Результат измерения X1: +16,00 мВ при 500,0 мкс

Результат измерения X2: -8,00 мВ при -1,000 мс

Результат измерения разности напряжений X1 и X2 равен +24,00 мВ при значении временного интервала +1,500 мс между этими уровнями.

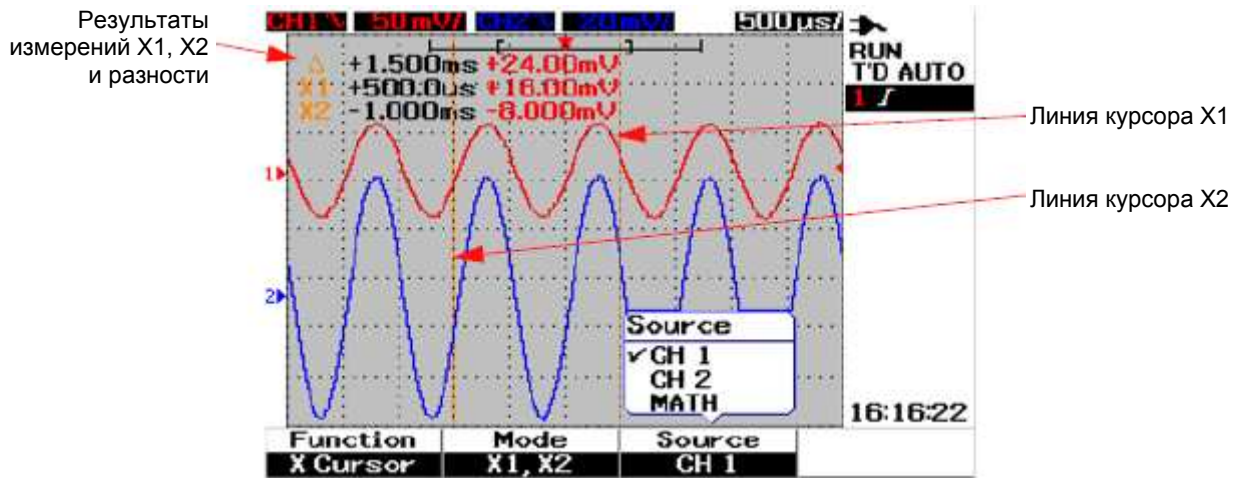


Рис. 3-24 Измерения с курсорами X для сигнала в канале 1 с линиями курсоров X1 и X2

5. На рис. 3-25 показаны результаты измерений для сигнала в канале 2.



Результат измерения X1: +11,20 мВ при 500,0 мкс

Результат измерения X2: -11,20 мВ при -1,000 мс

Результат измерения разности напряжений X1 и X2 равен +22,40 мВ при значении временного интервала +1,500 мс между этими уровнями.

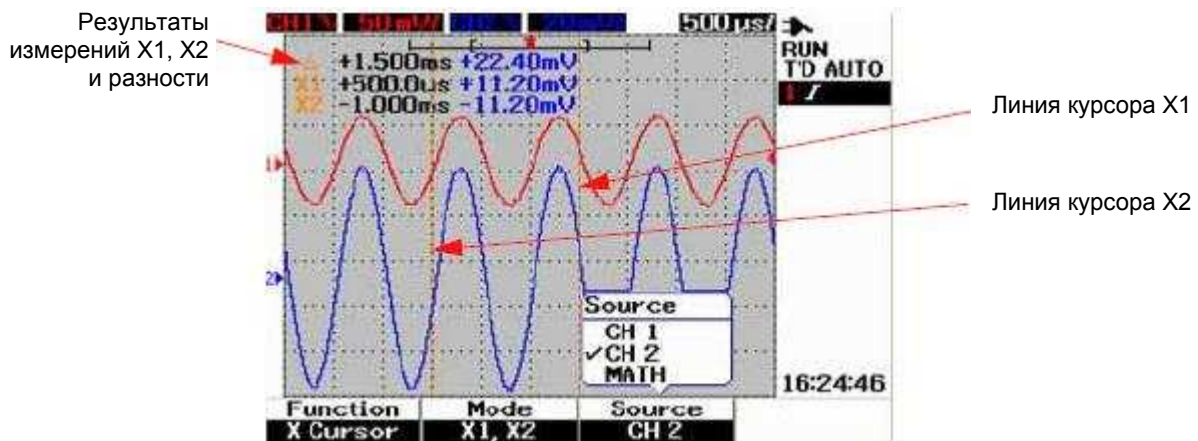


Рис. 3-25 Измерения с курсорами X для сигнала в канале 2 с линиями курсоров X1 и X2

6. На рис. 3-26 (см. след. стр.) выбрана математическая функция.

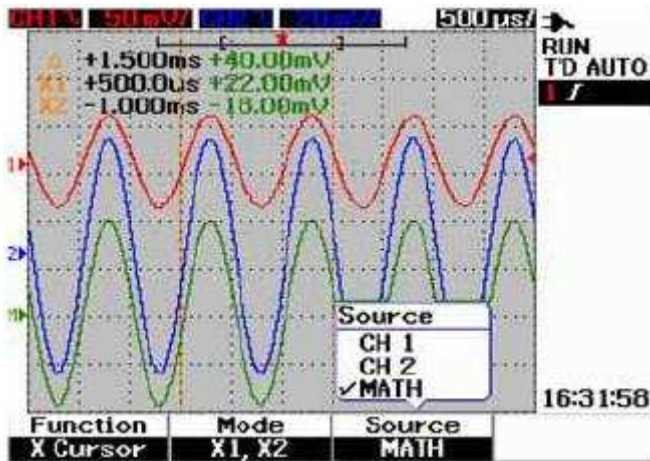


Рис. 3-26 Математические функции для измерений с курсорами X

3.5.2 Измерения с курсорами Y

Курсоры Y представляют собой две горизонтальные линии, которые можно перемещать по вертикали для измерения напряжения или тока. Как и в случае курсоров X, вы можете выбрать режим курсора либо в виде одной линии курсора Y1, либо в виде комбинации линий курсоров Y1 и Y2. Выбранная линия курсора отображается в виде штриховой линии, а незадействованная линия курсора отображается пунктиром. В правой верхней части области отображения осциллограмм индицируются показания курсоров Y1 и Y2, а также разность (Δ) значений Y1 и Y2.

1. На странице меню курсоров Y нажмите функциональную клавишу F2, чтобы выбрать из всплывающего меню режим отображения курсора в виде одной линии курсора Y1 или Y2, либо в виде комбинации линий Y1 и Y2.
2. Вращайте поворотный переключатель для настройки линий курсоров Y1 и Y2. Когда выбраны обе курсорные линии, они смещаются с сохранением значения ΔY .
3. Нажмите функциональную клавишу F3, чтобы вызвать всплывающее меню для выбора подлежащего измерению канала-источника.
4. На рис. 3-27 выбраны обе линии курсоров (режим Y1 and Y2), причем измерения выполняются для сигнала в канале 1.

Δ : +176.0mV
 Y1 : -154.0mV
 Y2 : +22.00mV

Результат измерения Y1: -154,00 мВ

Результат измерения Y2: +22,00 мВ

Результат измерения разности напряжений Y1 и Y2 равен +176,00 мВ

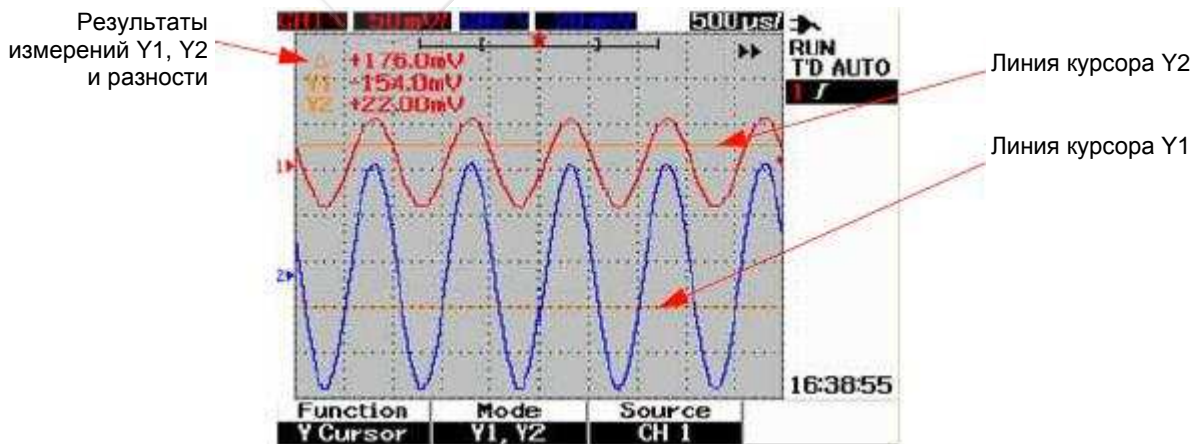


Рис. 3-27 Измерения с курсорами Y для сигнала в канале 1 с линиями курсоров Y1 и Y2

5. На рис. 3-28 показаны результаты измерений сигнала в канале 2.



Результат измерения Y1: -13,60 мВ

Результат измерения Y2: +56,80 мВ

Результат измерения разности напряжений Y1 и Y2 равен +70,40 мВ

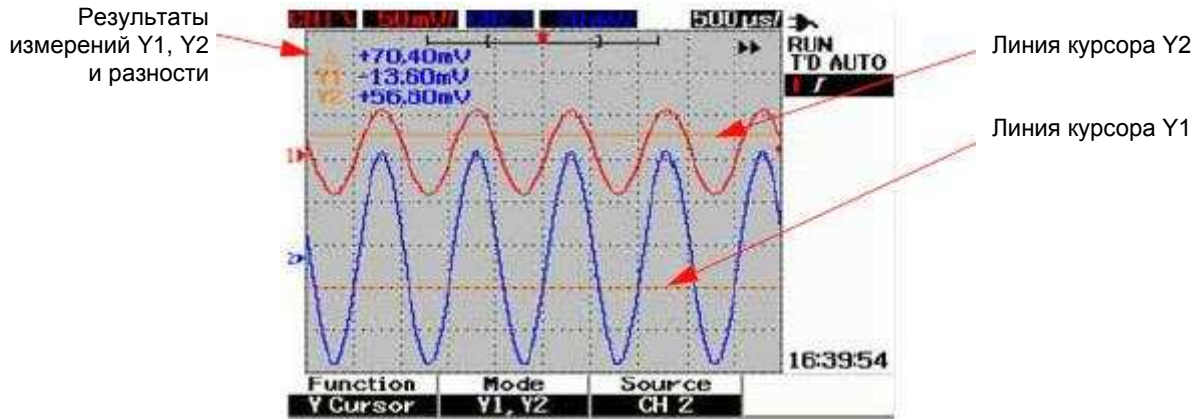


Рис. 3-28 Измерения с курсорами Y для сигнала в канале 2 с линиями курсоров Y1 и Y2

6. На рис. 3-29 выбрана математическая функция; результат отображается красным цветом в правой верхней части области отображения осциллограмм.

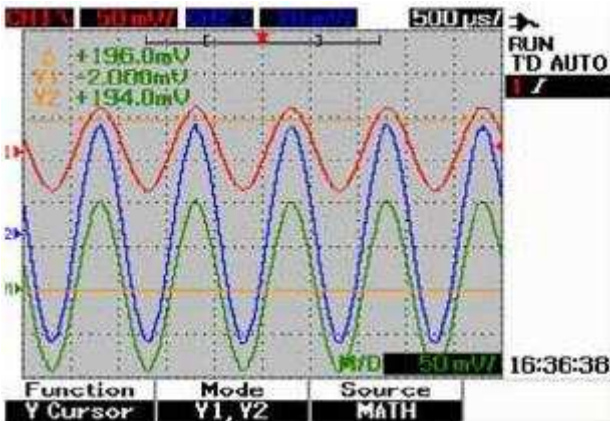


Рис. 3-29 Математическая функция для измерений с курсорами Y

3.7 Функции сохранения и вызова данных

Этот прибор позволяет вам сохранять в памяти и вызывать из памяти до десяти файлов наборов параметров конфигурации и осциллограмм. Для этого можно пользоваться как внутренней памятью прибора, так и внешним флэш-модулем памяти USB.

Набор параметров конфигурации включает в себя установки параметров измерений по горизонтали и по вертикали, параметров курсоров, математических функций и параметров запуска, которые сохраняются в файле конфигурации. Функция сохранения осциллограмм позволяет вам занести в память наблюдаемую осциллограмму, которую можно будет вызвать впоследствии для сравнения.

3.7.1 Сохранение и вызов данных с использованием внутренней памяти

Прибор позволяет вам сохранять файлы конфигурации и осциллограммы во внутренней памяти и вызывать их из памяти. Меню Save/Recall содержит четыре различных субменю, как описано ниже.

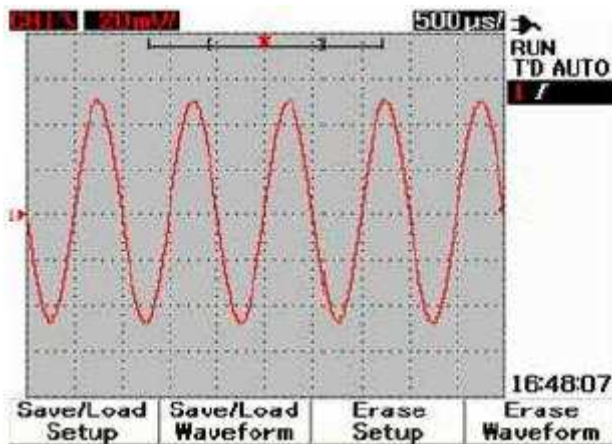



Рис. 3-30 Меню Save/Recall

Сохранение и вызов наборов параметров конфигурации

Ниже описана процедура сохранения и вызова набора параметров конфигурации с использованием внутренней памяти прибора.

1. Нажмите и удерживайте нажатой клавишу , чтобы обратиться к меню Save/Recall.
2. Нажмите функциональную клавишу F1, чтобы обратиться к меню Save/Load Setup.
3. На четырех страницах меню можно занести в память до десяти наборов параметров конфигурации. Нажмите соответствующую функциональную клавишу, чтобы занести в память или вызвать из памяти набор параметров конфигурации.
4. На экране, показанном на рис. 3-31, нажмите функциональную клавишу F1, чтобы сохранить набор параметров конфигурации в ячейке памяти Setup 1.
5. Еще раз нажмите функциональную клавишу F1, чтобы загрузить из внутренней памяти набор параметров Setup 1 (см. рис. 3-32).
6. Повторите эти операции для сохранения в памяти и вызова из памяти следующих наборов параметров конфигурации.

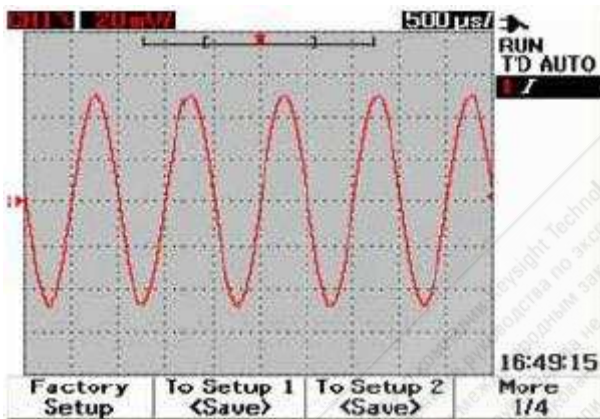


Рис. 3-31 Индикация <Save> указывает на возможность сохранения в памяти набора параметров конфигурации. Вы можете нажать F1, чтобы занести набор параметров в ячейку памяти Setup 1.

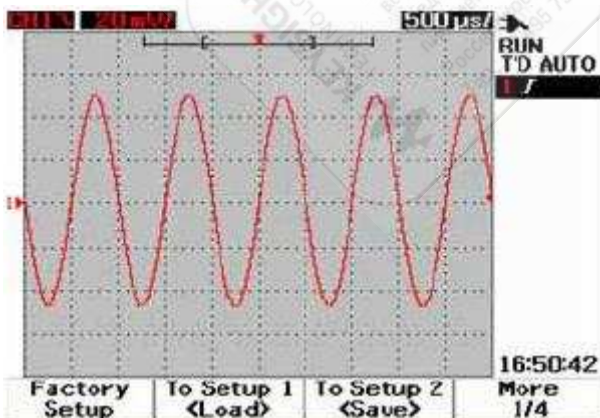



Рис. 3-32 Индикация <Load> указывает на то, что в ячейку памяти Setup 1 записан файл параметров конфигурации, и вы можете нажать F1, чтобы вызвать эту конфигурацию из внутренней памяти.

Сохранение и вызов осциллограмм

Ниже описана процедура сохранения и вызова осциллограмм с использованием внутренней памяти прибора.

1. Нажмите и удерживайте нажатой клавишу , чтобы обратиться к меню Save/Recall.
2. Нажмите функциональную клавишу F2, чтобы обратиться к меню Save/Load Waveform.
3. На четырех страницах меню можно занести в память до десяти осциллограмм. Нажмите соответствующую функциональную клавишу, чтобы занести осциллограмму в память или вызвать ее из памяти.
4. На экране, показанном на рис. 3-33, нажмите функциональную клавишу F1, чтобы сохранить осциллограмму в ячейке памяти Waveform 1.
5. Еще раз нажмите функциональную клавишу F1, чтобы загрузить из внутренней памяти осциллограмму Waveform 1 (см. рис. 3-34).
6. Повторите эти операции для сохранения в памяти и вызова из памяти следующих осциллограмм.

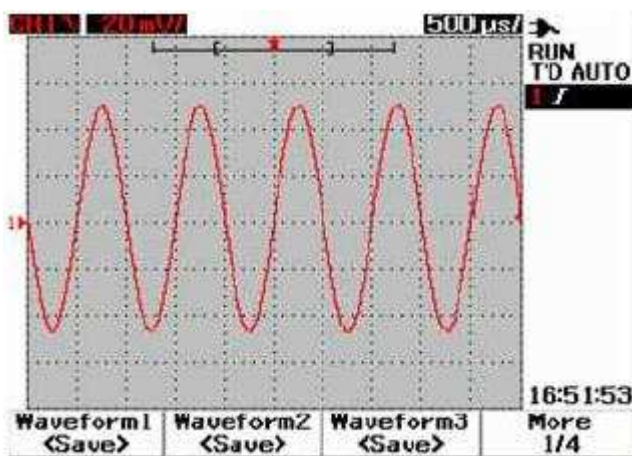
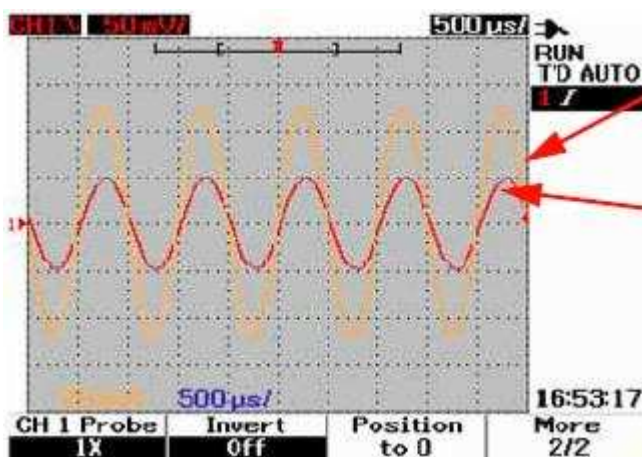


Рис. 3-33 Индикация <Save> указывает на возможность сохранения осциллограммы в памяти. Вы можете нажать F1, чтобы занести осциллограмму в ячейку памяти Waveform 1.




Вызванная из памяти осциллограмма с индикацией масштаба отображения по вертикали и по горизонтали в нижней части области отображения осциллограмм

Новая зарегистрированная осциллограмма

Рис. 3-34 Индикация <Load> указывает на то, что в ячейку памяти Waveform 1 записана осциллограмма, и вы можете нажать F1, чтобы вызвать эту осциллограмму из внутренней памяти. Эта функция полезна для сравнения осциллограмм.

Как удалить из памяти набор параметров конфигурации

Чтобы удалить из внутренней памяти набор параметров конфигурации, действуйте следующим образом:

1. Нажмите и удерживайте нажатой клавишу , чтобы обратиться к меню Save/Recall.
2. Нажмите функциональную клавишу F3, чтобы обратиться к меню Erase Setup.
3. Нажмите соответствующую функциональную клавишу, чтобы удалить набор параметров конфигурации из внутренней памяти прибора.
4. На экране, показанном на рис. 3-35, нажмите функциональную клавишу F1, чтобы удалить набор параметров конфигурации из ячейки памяти Setup 1.

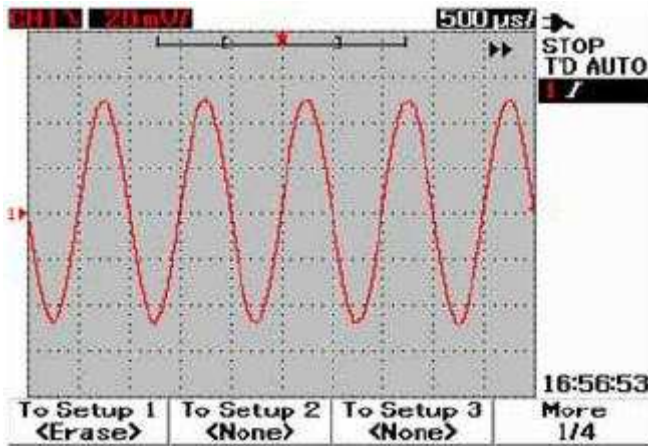



Рис. 3-35 Индикация <None> указывает на то, что в данную ячейку памяти не записан набор параметров конфигурации. Индикация <Erase> под пунктом Setup 1 указывает на то, что вы можете удалить файл параметров конфигурации из этой ячейки памяти.

Как удалить из памяти осциллограмму

Чтобы удалить из внутренней памяти осциллограмму, действуйте следующим образом:

1. Нажмите и удерживайте нажатой клавишу , чтобы обратиться к меню Save/Recall.
2. Нажмите функциональную клавишу F4, чтобы обратиться к меню Erase Waveform.
3. Нажмите соответствующую функциональную клавишу, чтобы удалить осциллограмму из внутренней памяти прибора.
4. На экране, показанном на рис. 3-36, нажмите функциональную клавишу F1, чтобы удалить осциллограмму из ячейки памяти Waveform 1.

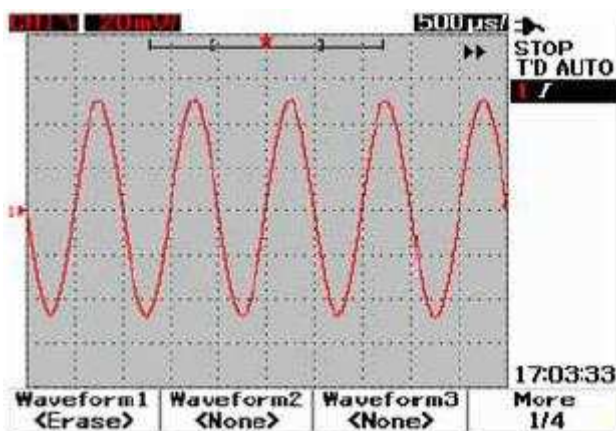


Рис. 3-36 Индикация <None> указывает на то, что в данную ячейку памяти не записана осциллограмма. Индикация <Erase> под пунктом Waveform 1 указывает на то, что вы можете удалить осциллограмму из этой ячейки памяти.

Восстановление заводской конфигурации прибора

Эта процедура восстанавливает принятые по умолчанию установки параметров конфигурации осциллографа и возвращает осциллограф в известное рабочее состояние. Ниже перечислены принятые по умолчанию установки основных параметров.

Horizontal – Основной (Main) режим развертки, масштаб 100 мкс/дел., задержка 0 секунд, опорный момент времени в середине экрана, окно растяжки ВЫКЛ.

Vertical – Включен канал 1, масштаб 5 В/дел., связь на входе по постоянному напряжению (DC), смещение 0 В, коэффициент ослабления пробника 1×

Trigger – Запуск по фронту сигнала (Edge), режим развертки Auto, уровень 0 В, источник – канал 1, связь на входе запуска по постоянному напряжению (DC), запуск положительным фронтом сигнала

Display – Векторный режим ВКЛ., контраст 50%, масштабная сетка, послесвечение ВЫКЛ.

Acquire – Нормальный (Normal) режим сбора данных, Run/Stop на Run

Others – Курсорные измерения ВЫКЛ., автоматические измерения ВЫКЛ., функция автоматического выключения питания ВЫКЛ., английский язык дисплея

DMM – Вольтметр установлен в режим измерения постоянного напряжения (DC), функция относительных измерений (Relative) ВЫКЛ., автоматические измерения ВЫКЛ.

Омметр установлен в режим измерения сопротивления (Resistance), функция относительных измерений (Relative) ВЫКЛ., автоматические измерения ВЫКЛ.

Измеритель температуры установлен на индикацию в градусах Цельсия (°C), функция относительных измерений (Relative) ВЫКЛ., автоматические измерения ВЫКЛ.


Амперметр установлен в режим измерения постоянного тока (DC), функция относительных измерений (Relative) ВЫКЛ., автоматические измерения ВЫКЛ.

Измеритель влажности установлен на измерение относительной влажности (%RH), функция относительных измерений (Relative) ВЫКЛ., автоматические измерения ВЫКЛ.

Измеритель давления установлен индикацию в psi (фунт/дюйм²), функция относительных измерений (Relative) ВЫКЛ., автоматические измерения ВЫКЛ.

Logger – Регистрация напряжения (Logger Volt), вход для постоянного напряжения (DC), максимальная длительность регистрации

Чтобы восстановить принятые по умолчанию установки параметров прибора, действуйте следующим образом:

1. Нажмите и удерживайте нажатой клавишу  , чтобы войти в меню Save/Recall.
2. Нажмите функциональную клавишу F1, чтобы войти в меню сохранения и вызова набора параметров (Save/Recall Setup).
3. На странице 1/4 субменю Save/Load нажмите функциональную клавишу F1, чтобы восстановить принятую по умолчанию заводскую конфигурацию.
4. На экране появляется запрос "Recall OK?" на подтверждение вашего намерения восстановить заводскую конфигурацию. Для подтверждения нажмите функциональную клавишу F1.

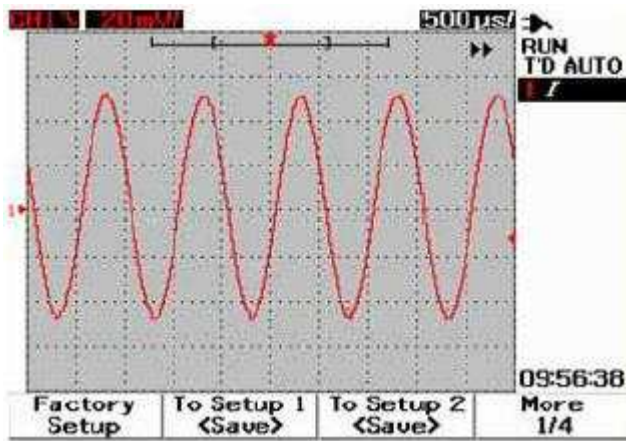


Рис. 3-37 Функция восстановления заводской конфигурации (Factory Setup) в меню Save/Load

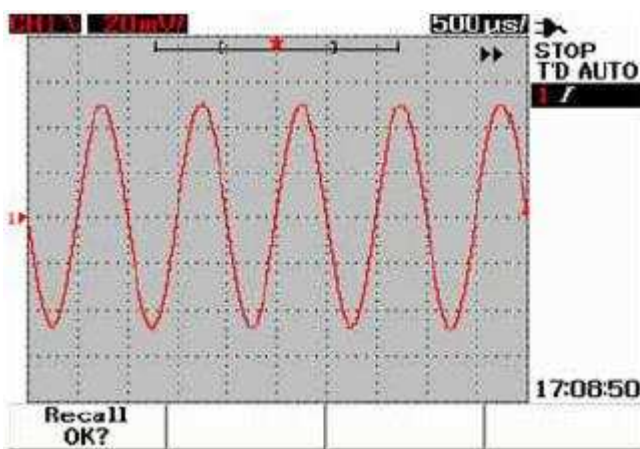


Рис. 3-38 Запрос на подтверждение намерения пользователя восстановить принятую по умолчанию заводскую конфигурацию

3.7.2 Сохранение и вызов данных с использованием флэш-модуля памяти USB

Дополнительно вы можете применять внешний флэш-модуль памяти USB для сохранения и загрузки осциллограмм. В этом случае одновременно сохраняются осциллограммы и установки параметров конфигурации. Размер файла составляет примерно 1 кбайт.

Прежде чем можно будет пользоваться функциями сохранения и вызова данных с применением флэш-модуля памяти USB, вы должны задействовать функцию соединения через порт USB. При подключении к прибору флэш-модуля памяти USB появляется сообщение об обнаружении этого модуля памяти с указанием для пользователя не вынимать флэш-модуль из гнезда USB. Чтобы ввести в действие функцию соединения через порт USB, действуйте следующим образом:




1. Нажмите клавишу , чтобы обратиться к меню User.
2. Нажмите функциональную клавишу F4, чтобы обратиться к меню Utility.
3. На странице 1/4 субменю Utility нажмите функциональную клавишу F3, чтобы включить функцию USB.
4. Вставьте в гнездо флэш-модуль памяти USB. Нажмите и удерживайте нажатой клавишу , чтобы обратиться к меню Save/Recall.



Рис. 3-39 Гнездо для подключения флэш-модуля памяти USB

Сохранение осциллограмм

Прибор позволяет сохранять файлы осциллограмм в графическом формате *.bmp или в формате *.svw. Прибор одновременно сохраняет установки параметров конфигурации и осциллограмму в файле формата *.svw. Чтобы сохранить осциллограммы на флэш-модуле памяти USB, действуйте следующим образом:

1. Вставьте в гнездо флэш-модуль памяти USB. Нажмите и удерживайте нажатой клавишу , чтобы обратиться к меню Save/Recall.
2. На экране появляется список файлов, содержащихся в флэш-памяти. Появляется также сообщение с вариантами выбора формата файла для сохранения осциллограмм – BMP или SVW. Выберите нужный формат с помощью поворотного переключателя.
3. Нажмите функциональную клавишу F1, чтобы сохранить осциллограмму. На экране появляется предложение ввести имя файла для осциллограммы.
4. Вращайте поворотный переключатель, чтобы поместить курсор на нужный символ в списке символов, который находится в нижней части экрана.

- По завершении ввода имени файла нажмите функциональную клавишу F1, чтобы сохранить осциллограмму на флэш-модуле памяти USB. В списке появляется имя файла с расширением имени *.svw или *.bmp.

ПРИМЕЧАНИЕ

Имя файла можно сконфигурировать для заглавных латинских букв и цифр. При вводе имени файла можно пользоваться функцией **backspace** для удаления предыдущего символа или функцией **clear** для удаления всех введенных вами символов.

Загрузка осциллограмм в прибор

При загрузке осциллограммы в прибор с флэш-модуля USB появляется предложение для пользователя выбрать подлежащий загрузке файл из списка файлов на флэш-модуле USB. Чтобы загрузить осциллограмму с внешнего устройства памяти, действуйте следующим образом:



- Вставьте в гнездо флэш-модуль памяти USB. Нажмите и удерживайте нажатой клавишу , чтобы обратиться к меню Save/Recall.
- На экране появляется список файлов, содержащихся в флэш-памяти. Вращайте поворотный переключатель, чтобы поместить курсор на нужный файл.
- Нажмите функциональную клавишу F2, чтобы загрузить осциллограмму. В нижней части области отображения осциллограмм появляется индикация масштаба отображения по горизонтали и по вертикали.



Рис. 3-40 Осциллограмма, загруженная в прибор с флэш-модуля памяти USB


Как удалить осциллограмму с флэш-модуля памяти USB

Чтобы удалить осциллограмму с флэш-модуля памяти USB, действуйте следующим образом:

- Нажмите и удерживайте нажатой клавишу , чтобы обратиться к меню Save/Recall.
- На дисплее отображается список файлов в флэш-памяти. Вращайте поворотный переключатель, чтобы поместить курсор на соответствующий файл.
- Нажмите функциональную клавишу F3, чтобы удалить этот файл из списка. При этом осциллограмма удаляется навсегда.

Как удалить осциллограмму с экрана

Чтобы удалить с экрана отображаемую в данный момент осциллограмму, действуйте следующим образом:

- Нажмите и удерживайте нажатой клавишу , чтобы обратиться к меню Save/Recall.
- Нажмите функциональную клавишу F3, чтобы удалить осциллограмму с экрана.

3.8 Автоматическое масштабирование и управление пуском-остановом

3.8.1 Автоматическое масштабирование (Autoscale)

Функция автоматического масштабирования конфигурирует осциллограф на наилучшее отображение осциллограмм сигналов в обоих каналах. Эта функция анализирует сигнал и устанавливает оптимальные значения масштаба по вертикали, масштаба по горизонтали и параметров запуска. Коэффициент развертки устанавливается путем счета импульсов запуска и выбора соответствующего масштаба отображения по горизонтали.

Включаются оба канала, которые одновременно проверяются на наличие сигнала.



При нажатии клавиши на  передней панели по умолчанию устанавливаются следующие значения параметров для режима автоматического масштабирования:

Таблица 3-1 Условия для автоматического масштабирования

Параметры		Условия для функции Autoscale
CH 1 Coupling	Характер связи на входе канала 1	AC (по переменному напряжению)
CH 1 Invert	Инвертирование сигнала в канале 1	Off
CH 1 Position	Смещение по вертикали в канале 1	0 div
CH 2 Coupling	Характер связи на входе канала 2	AC (по переменному напряжению)
CH 2 Invert	Инвертирование сигнала в канале 2	Off
CH 2 Position	Смещение по вертикали в канале 1	0 div
Time Position	Опорный момент времени	Center (середина экрана)
Trigger Type	Тип запуска	Edge (по фронту сигнала)
Trigger Edge	Запуск по фронту сигнала	CH 1
Trigger Edge Coupling	Характер связи на входе запуска	DC (по постоянному напряжению)
Trigger Edge Slope	Фронт сигнала запуска	Rising (положительный фронт)

3.8.2 Управление пуском и остановом

Клавиша  на передней панели позволяет пользователю начинать и останавливать сбор данных сигнала. В состоянии **Run**, если установлен обычный (**Normal**) режим запуска, дисплей не обновляется, пока не будет обнаружено событие запуска. Если установлен режим автоматического (Auto) запуска, то прибор ожидает события запуска. Если не будет обнаружено событие запуска, то производится автоматический запуск и сразу же на экране появляются осциллограммы входных сигналов.

В строке состояния запуска в правой части экрана отображаются индикаторы Auto и обычного запуска. Если не обнаружено событие запуска, то мигает индикатор **T'D** (Trigger Detected), указывающий на то, что прибор инициирует сигналы запуска.

В состоянии **Stop** прекращается сбор данных сигнала. Состояние сбора данных (RUN или STOP) индицируется в правой части экрана (см. рис. 3-41).



Рис. 3-41 Состояния Run и Stop

3.9 Меню Utility

Меню Utility позволяет настроить пользовательский интерфейс прибора. В этом меню вы можете установить следующие функции и параметры:

- Функция автоматического выключения питания
- Установка языка оперативной справки
- Подключение и отключение флэш-модуля памяти USB
- Установка даты
- Установка времени
- Самокалибровка
- Калибровка пробника

3.9.1 Функция автоматического выключения питания

Функция автоматического выключения питания позволяет снизить энергопотребление прибора. Прибор автоматически выключается по истечении заданного времени, если за это время не будет нажата ни одна клавиша. Процедура установки функции автоматического выключения питания описана в разделе 1.7.

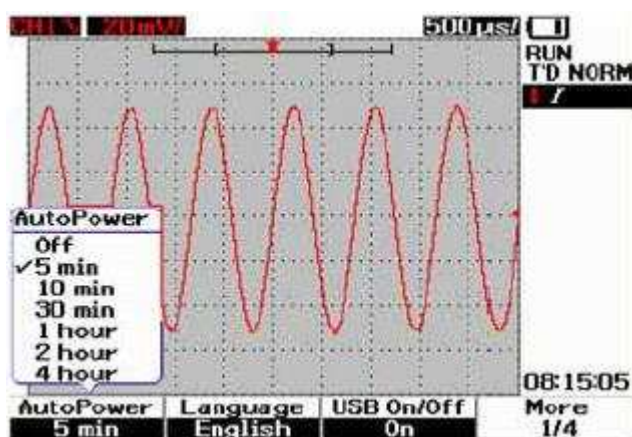


Рис. 3-42 Функция автоматического выключения питания

3.9.2 Выбор языка оперативной справки

Вы можете выбрать язык оперативной справки (Quick Help). В момент публикации этого документа имелась оперативная справка на английском, немецком, французском, итальянском, португальском, испанском и корейском языках. Процедура выбора языка описана в разделе 1.8.

3.9.3 Подключение и отключение флэш-модуля памяти USB

Возможность подключения флэш-модуля памяти USB предоставляет вам удобную возможность сохранения и загрузки данных конфигурации и осциллограмм. Перед подключением к прибору флэш-модуля памяти USB вы должны задействовать утилиту соединения с флэш-модулем памяти USB. Подробная инструкция на этот счет содержится в подразделе 3.7.2.

3.9.4 Установка даты и времени

Вы можете настроить индикацию даты и времени в приборе. Время индицируется в 24-часовом формате с минутами и секундами. За дополнительной информацией обращайтесь к разделу 1.6.

3.9.5 Самокалибровка

Для проверки правильности функционирования прибора и оптимизации его рабочих характеристик вы можете запустить самокалибровку прибора. При самокалибровке выполняется внутренняя процедура самонастройки прибора для оптимизации сигнального тракта, которая влияет на чувствительность каналов, смещение и параметры запуска.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

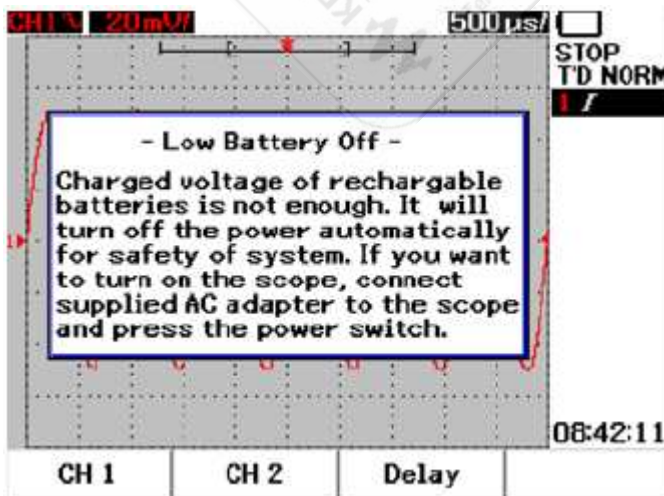
Отсоедините все пробники и измерительные провода от входных выводов прибора. Перед выполнением самокалибровки дайте прибору прогреться не менее 30 минут.

3.9.6 Калибровка пробника

При первоначальном подключении пробника к осциллографу необходимо выполнить коррекцию переходной характеристики пробника для обеспечения точности измерений. Процедура коррекции переходной характеристики пробника описана в разделе 1.10.

3.9.7 Разряженное состояние аккумуляторной батареи

Когда аккумуляторная батарея почти разрядится, подается звуковой сигнал и на экране появляется предупредительное сообщение (см. рис. 3-43). После появления этого сообщения можно будет пользоваться прибором еще около 15 минут, после чего прибор автоматически выключится. Если вы попытаетесь включить прибор с разряженной аккумуляторной батареей, он автоматически выключится спустя минуту для защиты внутренней схемы.




Автоматическое выключение ввиду низкого напряжения аккумуляторной батареи

Аккумуляторная батарея почти разряжена. Прибор автоматически выключится для защиты системы. Если вы хотите включить осциллограф, подключите к нему прилагаемый сетевой адаптер и нажмите кнопку выключателя питания.

Рис. 3-43 Сообщение о разряженном состоянии аккумуляторной батареи

3.9.8 Функция включения и выключения звуковой сигнализации

Эта функция (Mute) позволяет включать и выключать звуковые сигналы, подаваемые при нажатии клавиш и для предупреждения о разряде аккумуляторной батареи. Чтобы обратиться к этой функции, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу , затем функциональную клавишу F4, чтобы войти в меню Utility.
2. На странице 4/4 меню Utility нажмите функциональную клавишу F1, чтобы вызвать меню включения и выключения звуковой сигнализации.
3. Чтобы выключить звуковые сигналы, подаваемые при нажатии клавиш и для предупреждения о разряде аккумуляторной батареи, выберите вариант **Mute On**. Чтобы включить эту звуковую сигнализацию, выберите вариант **Mute Off**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Функция Mute имеется в последней микропрограммной версии 2.5.6. Для загрузки последней микропрограммной версии обращайтесь на наш сайт:


www.agilent.com/find/U1600A

4 Работа с прибором в режиме цифрового мультиметра

Ручной цифровой осциллограф серии U1600A/B снабжен функциями мультиметра. Встроенный мультиметр истинного среднеквадратического значения (RMS) с разрешением индикации до 6000 единиц счета снабжен функцией автоматического выбора предела измерений, что обеспечивает гибкость в выполнении быстрых точных измерений электрических величин. Функции мультиметра включают в себя измерение напряжения, сопротивления, а также измерение тока и неэлектрических величин. Кроме того, приборы серии U1600A/B снабжены функцией регистратора данных, что позволяет пользователям объединять последовательность выборок для регистрации данных.

ПРИМЕЧАНИЕ

- Все измерения в режиме мультиметра выполняются в режиме автоматического выбора предела измерений.

Чтобы задействовать ручной выбор предела измерений, нажмите клавишу  и выберите интересующий вас предел измерения вручную.

- Вы можете зафиксировать индикацию результата измерения путем нажатия клавиши .

ПРИМЕЧАНИЕ

Для обеспечения максимальной точности измерений в режиме мультиметра следует пользоваться прибором только с питанием от аккумуляторной батареи.

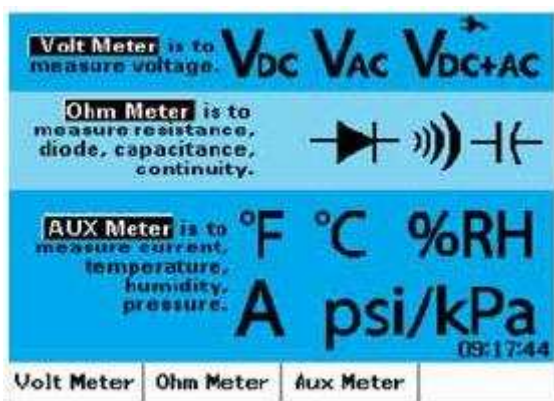




Рис. 4-1 Дисплей мультиметра

4.1 Вольтметр

К функциям вольтметра относятся измерение переменного напряжения (AC), постоянного напряжения (DC) и измерение переменного напряжения с постоянной составляющей (AC+DC). Этот прибор реализует измерение истинного среднеквадратического (эффективного) значения переменного напряжения, обеспечивающее точные результаты измерений любых входных сигналов. Для измерения переменного напряжения с постоянной составляющей рекомендуется применять режим измерений AC+DC.

Для выполнения измерений напряжения действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу , чтобы обратиться к меню мультиметра.
2. Нажмите функциональную клавишу F1, чтобы обратиться к субменю вольтметра.
3. В субменю вольтметра нажмите функциональную клавишу F1, чтобы выбрать режим измерений DC, AC или AC+DC.
4. Присоедините красный измерительный провод к входному гнезду прибора , а черный измерительный провод – к гнезду COM.
5. Присоедините прибор к контрольной точке испытываемой цепи.

6. На дисплее индицируется результат измерения напряжения с десятичной точкой, единицей измерения и дополнительными символами.
7. Для выполнения относительных измерений обращайтесь к разделу 4.4.
8. Нажмите функциональную клавишу F3 для выполнения автоматического измерения максимального, минимального и среднего значения.
9. Для обновления показаний нажмите функциональную клавишу F4.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Следите за тем, чтобы наконечники пробников имели хороший контакт с металлом внутри гнезда. Отсутствие надлежащего контакта может привести к неточным результатам измерения напряжения. Это может привести к риску поражения электрическим током при наличии опасного напряжения в испытываемой цепи, которое может быть не обнаружено прибором вследствие плохого контакта.



Рис. 4-2 Дисплей при измерении постоянного напряжения

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Не включайте и не выключайте испытываемый электродвигатель при измерении переменного или постоянного напряжения. Это может привести к повреждению прибора бросками напряжения, возникающими в момент включения и выключения электродвигателя.

4.2 Омметр


Омметр обеспечивает измерение сопротивления, "прозвонку" цепей, а также измерение емкости и проверку диодов. Предел измерения выбирается автоматически. Однако вы можете установить предел измерения вручную, что может ускорить процесс измерений. За дополнительной информацией обращайтесь к разделу 4.7.

4.2.1 Измерение сопротивления

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Во избежание поражения электрическим током и возможного повреждения прибора при измерении сопротивления отсоедините питание от объекта испытаний и разрядите все высоковольтные конденсаторы.

Для выполнения измерений сопротивления действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу , чтобы обратиться к меню мультиметра.
2. Нажмите функциональную клавишу F1, чтобы обратиться к субменю омметра.
3. В субменю омметра нажмите функциональную клавишу F1, чтобы выбрать из всплывающего меню измерение сопротивления (Resistance).

4. Присоедините красный измерительный провод к входному гнезду прибора **V-Ω-AUX** **CAP** \rightarrow \rightarrow , а черный измерительный провод – к гнезду **COM**.
5. Присоедините измерительные провода к испытываемой цепи или к испытываемому устройству.
6. На дисплее индицируется результат измерения сопротивления с десятичной точкой, единицей измерения и дополнительными символами.
7. Для выполнения относительных измерений обращайтесь к разделу 4.4.
8. Нажмите функциональную клавишу F3 для выполнения автоматического измерения максимального, минимального и среднего значения.
9. Для обновления показаний нажмите функциональную клавишу F4.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если испытываемое устройство является частью смонтированной схемы, то настоятельно рекомендуется отсоединить его с одной стороны во избежание ложных показаний значения сопротивления.

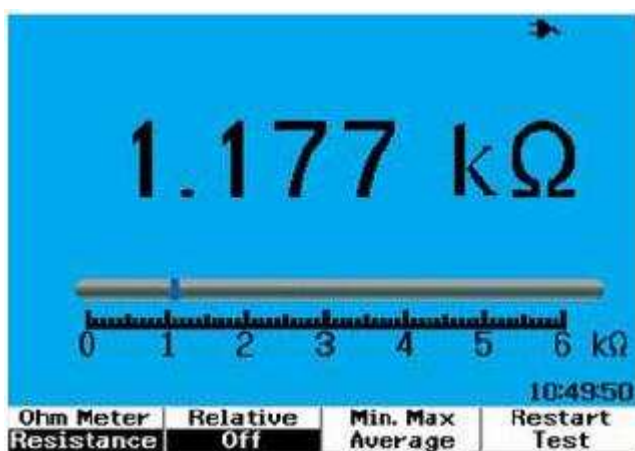


Рис. 4-3 Дисплей при измерении сопротивления

4.2.2 "Прозвонка" цепей

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Во избежание поражения электрическим током и повреждения прибора при "прозвонке" цепей отсоедините питание от испытываемой цепи и разрядите все высоковольтные конденсаторы.

Для выполнения "прозвонки" цепи действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **Meter**, чтобы обратиться к меню мультиметра.
2. Нажмите функциональную клавишу F1, чтобы обратиться к субменю омметра.
3. В субменю омметра нажмите функциональную клавишу F1, чтобы выбрать из всплывающего меню функцию "прозвонки" цепей (Continuity).
4. Присоедините красный измерительный провод к входному гнезду прибора **V-Ω-AUX** **CAP** \rightarrow \rightarrow , а черный измерительный провод – к гнезду **COM**.
5. Присоедините измерительные провода к испытываемой цепи или к испытываемому устройству.
6. На дисплее индицируется результат измерения сопротивления с десятичной точкой, единицей измерения и дополнительными символами (см. рис. 4-4).
7. Если сопротивление цепи окажется меньше 60 Ом, подается звуковой сигнал.
8. Нажмите функциональную клавишу F3 для выполнения автоматического измерения максимального, минимального и среднего значения.
9. Для обновления показаний нажмите функциональную клавишу F4.

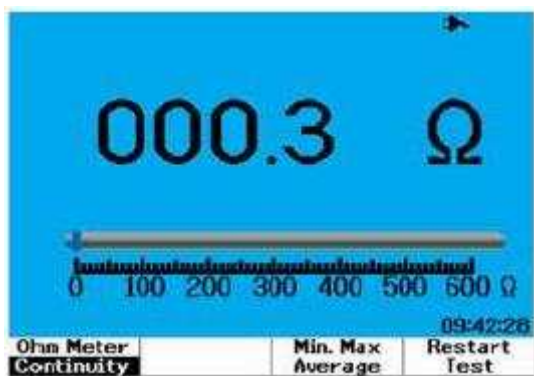




Рис. 4-4 Дисплей при "прозвонке" цепей с звуковой сигнализацией

4.2.3 Проверка диодов

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Во избежание поражения электрическим током и повреждения прибора при проверке диодов отсоедините питание от испытываемой цепи и разрядите все высоковольтные конденсаторы.

Для выполнения проверки диодов действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу , чтобы обратиться к меню мультиметра.
2. Нажмите функциональную клавишу F1, чтобы обратиться к субменю омметра.
3. В субменю омметра нажмите функциональную клавишу F1, чтобы выбрать из всплывающего меню функцию проверки диодов (Diode Test).
4. Присоедините красный измерительный провод к входному гнезду прибора , а черный измерительный провод – к гнезду COM.
5. Присоедините другой конец красного провода к положительному выводу (аноду) диода, а другой конец черного провода к отрицательному выводу диода (катоде).
6. Посмотрите результат измерения напряжения на дисплее.

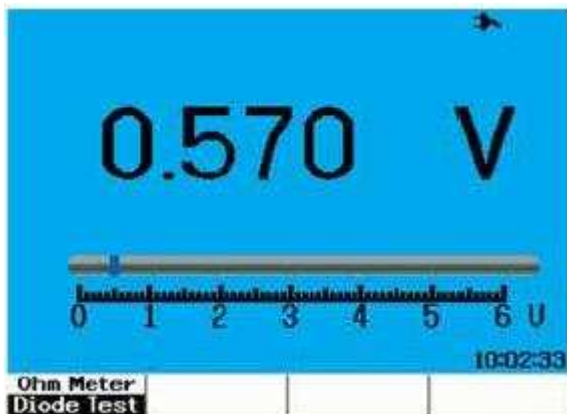


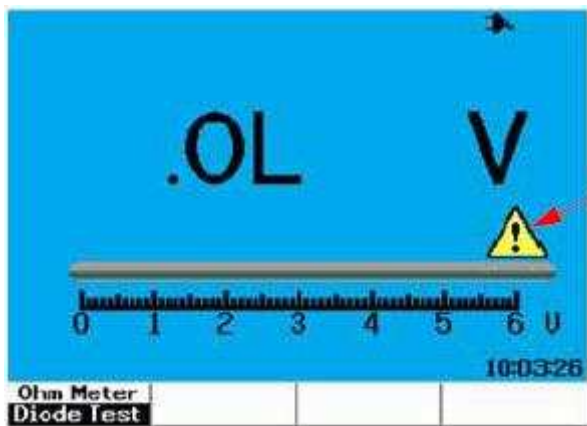
Рис. 4-5 Индикация напряжения на диоде при смещении в прямом направлении

7. Поменяйте местами присоединение измерительных проводов к диоду (чтобы инвертировать полярность приложенного к нему напряжения) и снова посмотрите результат измерения напряжения на дисплее.
8. Результаты проверки диода описываются следующим образом:
 - Диод является исправным, если при смещении в прямом направлении индицируется напряжение примерно 0,25 В для германиевого диода или 0,7 В для кремниевого диода, а при смещении в обратном направлении индицируется "OL" (Open Loop = разомкнутая цепь).
 - Диод является поврежденным в результате пробоя, если индицируется близкое к нулю напряжение при смещении как в прямом, так и в обратном направлении.

- Диод является "сгоревшим", если индицируется "OL" при смещении как в прямом, так и в обратном направлении (состояние обрыва цепи).

ПРИМЕЧАНИЕ

Типичное прямое падение напряжения на диоде находится в интервале $0,3\text{ В} \div 1,00\text{ В}$.



Состояние разомкнутой цепи индицируется этим предупредительным символом

Рис. 4-6 Индикация напряжения на диоде при смещении в обратном направлении

4.2.4 Измерение емкости

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Во избежание поражения электрическим током и возможного повреждения прибора при измерении емкости отсоедините питание от объекта испытаний и разрядите все высоковольтные конденсаторы.

Измерение емкости возможно только в режиме автоматического выбора предела измерения. Чтобы измерить емкость, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **Meter**, чтобы обратиться к меню мультиметра.
2. Нажмите функциональную клавишу F1, чтобы обратиться к субменю омметра.
3. В субменю омметра нажмите функциональную клавишу F1, чтобы выбрать из всплывающего меню функцию измерения емкости (**Cap.**).
4. Присоедините красный измерительный провод к входному гнезду прибора **V-Ω-AUX CAP**, а черный измерительный провод – к гнезду **COM**.
5. Присоедините другой конец красного провода к положительному выводу (аноду) конденсатора, а другой конец черного провода к отрицательному выводу конденсатора (катоде).
6. Посмотрите результат измерения емкости на дисплее.
7. Для реализации функции относительных измерений обращайтесь к разделу 4.4.

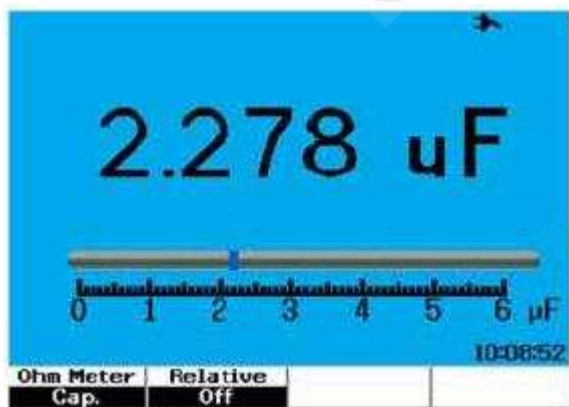


Рис. 4-7 Дисплей при измерении емкости

4.3 Измерение тока и неэлектрических величин

Функциональные возможности ручного цифрового осциллографа серии U1600A/B расширены дополнительными функциями измерения тока, температуры, давления и влажности. Для выполнения этих измерений необходимы специальные внешние адаптеры.

4.3.1 Измерение температуры

Измерение температуры производится в режиме автоматического выбора предела измерений с внешним температурным адаптером. Вы можете выбрать измерение температуры в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$) или в градусах Фаренгейта ($^{\circ}\text{F}$).

Для выполнения измерений температуры действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **Meter**, чтобы обратиться к меню мультиметра.
2. Нажмите функциональную клавишу F3, чтобы обратиться к субменю дополнительных функций (Auxiliary).
3. В субменю дополнительных функций нажмите функциональную клавишу F1, чтобы выбрать функцию измерителя температуры (**Temp Meter**).
4. В субменю измерения температуры нажмите функциональную клавишу F1, чтобы выбрать единицу измерения температуры – градус Цельсия ($^{\circ}\text{C}$) или градус Фаренгейта ($^{\circ}\text{F}$).
5. Присоедините положительный (+) вывод температурного адаптера к входному гнезду прибора **V- Ω -AUX CAP**, а отрицательный (-) вывод к входному гнезду **COM**.
6. Прижмите наконечник температурного измерительного зонда к объекту измерений.
7. На дисплее индицируется показание температуры. Знак "минус" перед показанием температуры означает температуру ниже нуля по Цельсию или по Фаренгейту.
8. Для реализации функции относительных измерений обращайтесь к разделу 4.4.
9. Нажмите функциональную клавишу F3 для выполнения автоматического измерения максимального, минимального и среднего значения.
10. Для обновления показаний нажмите функциональную клавишу F4.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

- Старайтесь не допускать резких изгибов проводов температурного зонда во избежание их поломки.
- Не погружайте наконечник температурного зонда в кислотные растворы.
- Не подавайте напряжение на наконечник температурного зонда.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для получения точных результатов измерения температуры следует обеспечить хороший тепловой контакт между наконечником температурного зонда и объектом измерений. Для достижения хорошей теплопередачи между объектом измерений и наконечником температурного зонда его поверхность должна быть сухой и чистой.

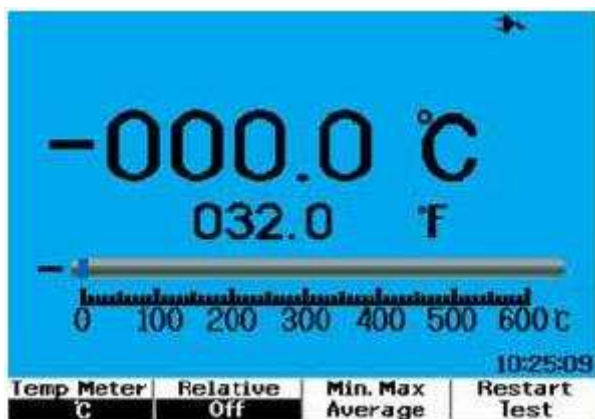


Рис. 4-8 Индикация температуры в градусах Цельсия с индикацией в градусах Фаренгейта

4.3.2 Измерение тока

Для измерения тока необходим токовый адаптер. Предел измерения тока выбирается автоматически; результаты измерений индицируются с десятичной точкой, единицей измерений и дополнительными символами.

Для выполнения измерений тока действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **Meter**, чтобы обратиться к меню мультиметра.
2. Нажмите функциональную клавишу F3, чтобы обратиться к субменю дополнительных функций (Auxiliary).
3. В субменю дополнительных функций нажмите функциональную клавишу F2, чтобы выбрать функцию измерителя тока (**Amp Meter**).
4. В субменю измерения тока нажмите функциональную клавишу F1, чтобы выбрать измерение переменного тока (AC) или постоянного тока (DC) – см. рис. 4-9.
5. Скорректируйте установку коэффициента преобразования вашего токового адаптера (1 мВ/А или 10 мВ/А).
6. Нажмите функциональную клавишу F4, чтобы перейти к странице 2/2 субменю измерения тока.
7. Нажмите функциональную клавишу F1 на странице 2/2, чтобы выбрать предел измерения (см. рис. 4-9). Предел измерения выбирается с учетом установки коэффициента преобразования токового адаптера (1 мВ/А или 10 мВ/А).
8. Присоедините положительный (+) вывод токового адаптера к входному гнезду прибора **V-Ω-AUX CAP**, а отрицательный (-) вывод к входному гнезду **COM**.
9. Присоедините адаптер к контрольной точке объекта измерений.
10. На дисплее отображается результат измерения тока с десятичной точкой, единицей измерения и дополнительными символами.
11. Для реализации функции относительных измерений обращайтесь к разделу 4.4.
12. Нажмите функциональную клавишу F3 для выполнения автоматического измерения максимального, минимального и среднего значения.
13. Для обновления показаний нажмите функциональную клавишу F2 на странице 2/2 субменю измерения тока.

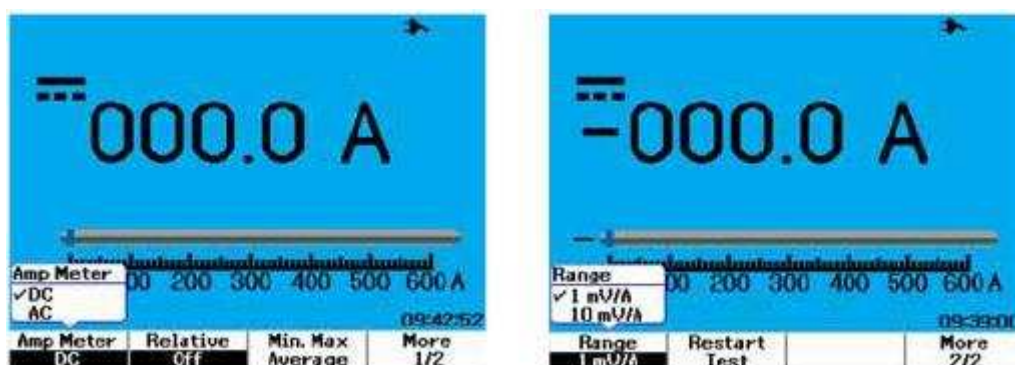




Рис. 4-9 Настройка измерений тока

4.3.3 Измерение влажности

Для измерения влажности необходим соответствующий адаптер (датчик влажности). Предел измерения влажности выбирается автоматически; результаты измерений индицируются с десятичной точкой, единицей измерений и дополнительными символами.

Для выполнения измерений влажности действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу , чтобы обратиться к меню мультиметра.
2. Нажмите функциональную клавишу F3, чтобы обратиться к субменю дополнительных функций (Auxiliary).
3. В субменю дополнительных функций нажмите функциональную клавишу F3, чтобы выбрать измерение влажности (Hum. Meter).
4. Присоедините положительный (+) вывод датчика влажности к входному гнезду прибора , а отрицательный (-) вывод к входному гнезду **COM**.
5. Приложите наконечник датчика к испытываемому материалу.
6. На дисплее индицируется результат измерения относительной влажности (%RH) с десятичной точкой, единицей измерения и дополнительными символами.
7. Для реализации функции относительных измерений обращайтесь к разделу 4.4.
8. Нажмите функциональную клавишу F3 для выполнения автоматического измерения максимального, минимального и среднего значения.
9. Для обновления показаний нажмите функциональную клавишу F4.

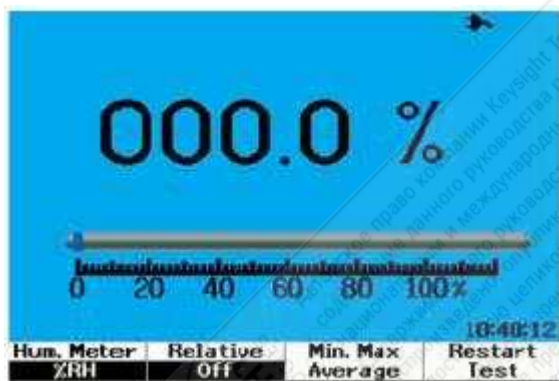




Рис. 4-10 Дисплей при измерении влажности

4.3.4 Измерение давления

Для измерения давления необходим соответствующий адаптер (датчик давления). Оптимальный предел измерения выбирается автоматически; результаты измерений индицируются с десятичной точкой, единицей измерений и дополнительными символами.

Для выполнения измерений давления действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу , чтобы обратиться к меню мультиметра.
2. Нажмите функциональную клавишу F3, чтобы обратиться к субменю дополнительных функций (Auxiliary).
3. В субменю дополнительных функций нажмите функциональную клавишу F3, чтобы выбрать измерение влажности (Pres. Meter).
4. В субменю измерения давления нажмите функциональную клавишу F1, чтобы выбрать единицу измерения давления – фунт/дюйм² (psi) или килопаскаль (kPa).
5. Присоедините положительный (+) вывод датчика давления к входному гнезду прибора , а отрицательный (-) вывод к входному гнезду COM.
6. Приложите наконечник датчика к испытываемому материалу.
7. На дисплее индицируется результат измерения давления с десятичной точкой, единицей измерения и дополнительными символами.
8. Для реализации функции относительных измерений обращайтесь к разделу 4.4.
9. Нажмите функциональную клавишу F3 для выполнения автоматического измерения максимального, минимального и среднего значения.
10. Для обновления показаний нажмите функциональную клавишу F4.

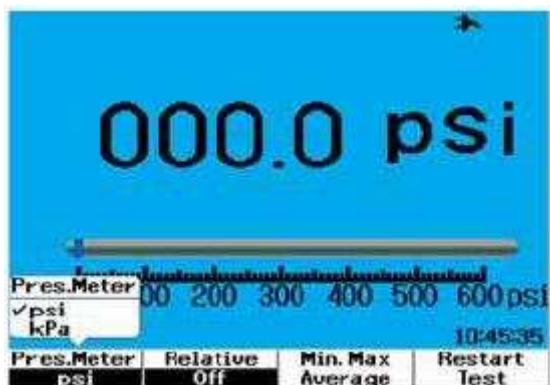


Рис. 4-11 Дисплей при измерении давления

ПРИМЕЧАНИЕ

1 kPa = 6,89476 psi

4.4 Функция относительных измерений (Relative)

Относительные измерения называют также дифференциальными измерениями, поскольку результатом относительного измерения является разность между текущим измеренным значением и занесенным в память контрольным значением. Функция относительных измерений применима ко всем измерительным функциям мультиметра, за исключением проверки диодов и "прозвонки" цепей. Чтобы включить или выключить функцию относительных измерений, нажимайте функциональную клавишу F2 в субменю соответствующей функции мультиметра.

Пример:

Предположим, в результате измерения сопротивления резистора получено значение 1,177 кОм. Установим это значение в качестве контрольного. Для этого включим функцию относительных измерений (Relative). Тогда показание обращается в нуль. Теперь измерим сопротивление другого резистора. Если значение этого сопротивления составляет 1,766 кОм (измеренное значение), то на дисплее индицируется показание 0,586 кОм (относительное или разностное значение) согласно формуле:

Относительное значение = измеренное значение – контрольное значение

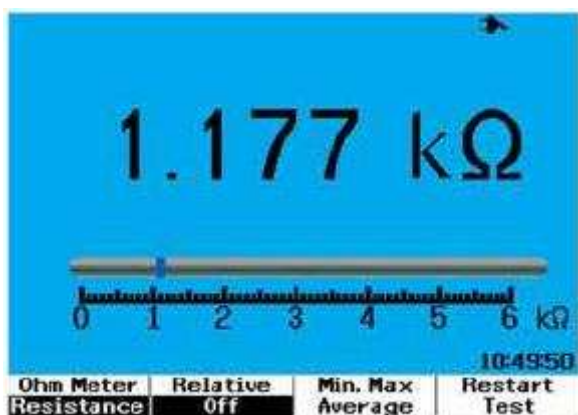


Рис. 4-12 Установка показания прибора в качестве контрольного значения



Рис. 4-13 Установка показания прибора в качестве измеренного значения

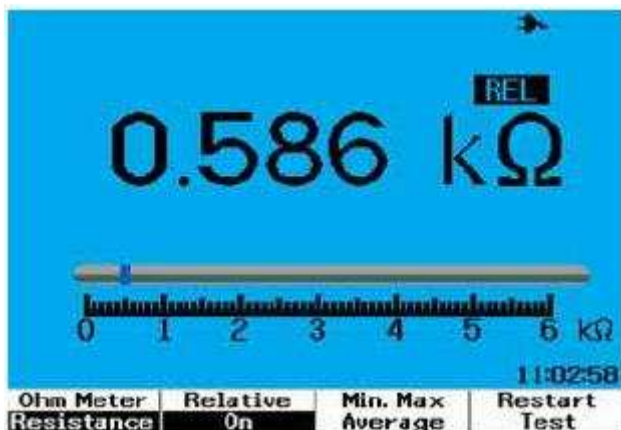


Рис. 4-14 Индикация относительного значения как разности между измеренным и контрольным значением

4.5 Автоматические измерения в режиме мультиметра

Автоматическое измерение минимального, максимального и среднего значения возможно для всех функций мультиметра, кроме проверки диодов и измерения емкости. На дисплее индицируются результаты измерений минимального и максимального значения в реальном масштабе времени вместе с индикацией соответствующих моментов времени. Среднее значение представляет собой результат усреднения последних восьми показаний.

Чтобы задействовать автоматические измерения, нажмите функциональную клавишу F3 в субменю соответствующей функции мультиметра. См. рис. 4-15.



Рис. 4-15 Автоматические измерения в режиме измерения сопротивления




4.6 Функция перезапуска измерений

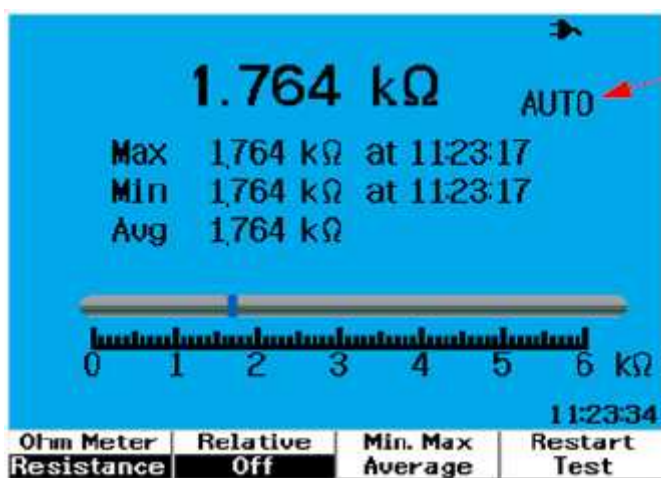
Пользователь может удалять предыдущие показания и обновлять индикацию максимального, минимального и среднего значения. При вводе в действие этой функции прибор перезапускается и повторно выполняет измерения в режиме мультиметра.

Чтобы ввести в действие функцию перезапуска измерений (Restart Test), нажмите функциональную клавишу F4 в субменю соответствующей функции мультиметра, кроме функции проверки диодов и измерения емкости.

4.7 Режим автоматического выбора предела измерений

По умолчанию мультиметр установлен в режим автоматического выбора предела измерений. Чтобы перейти в режим ручного выбора предела измерений, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу , чтобы задействовать режим ручного выбора предела измерения. При этом исчезает индикатор "AUTO" в правом верхнем углу экрана.
2. Обратите внимание на то, что при каждом нажатии клавиши  изменяется предел измерения, который отображается под линейным аналоговым индикатором.
3. Выберите нужный предел измерения и выполняйте измерения.
4. Чтобы выйти из режима ручного выбора предела измерения, нажмите клавишу  и удерживайте ее нажатой до появления звукового сигнала.



Индикатор автоматического выбора предела измерения

Рис. 4-16 Дисплей в режиме автоматического выбора предела измерения



Выберите нужный предел измерения вручную

Рис. 4-17 Дисплей в режиме ручного выбора предела измерения

5 Работа с прибором в режиме регистратора данных


Ручной цифровой осциллограф серии U1600A/B снабжен функцией регистратора данных для измерений, реализуемых в режиме мультиметра. Регистратор данных используется для построения графика зависимости измеренных значений от времени. Прибор позволяет регистрировать данные за период времени до 20 суток при соответствующем уплотнении и масштабировании для отображения графика во весь экран.

5.1 Функция регистратора данных (Data Logger)

Регистратор данных строит график слева направо, пока он не достигнет правой кромки экрана. Тогда функция регистрации данных автоматически уплотняет график до половины экрана. Длительность регистрации может принимать следующие значения:

- 150 секунд
- 300 секунд
- 10 минут
- 20 минут
- 50 минут
- 100 минут
- 200 минут
- 10 часов
- 20 часов
- 30 часов
- 60 часов
- 120 часов
- 10 суток
- 20 суток

Длительность развертки при регистрации данных изменяется на каждые 10 делений от минимального значения скорости развертки 15 с/дел. (150 секунд) до максимального значения 2 суток/дел. Чтобы использовать эту функцию, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу , чтобы войти в режим регистратора данных.
2. Нажмите функциональную клавишу F1, чтобы выбрать для регистрации данных следующие функции мультиметра:
 - Вольтметр ("Volt")
 - Омметр ("Ohm")
 - Дополнительные измерения ("Aux")
3. После выбора функции мультиметра нажмите функциональную клавишу F2, чтобы выбрать суб-функцию для каждой функции мультиметра на основе следующего списка:
 - Вольтметр
 - DC (постоянное напряжение)
 - AC (переменное напряжение)
 - AC+DC
 - Омметр
 - Сопротивление
 - Проверка диодов
 - "Прозвонка" цепей
 - Емкость ("Cap")

- Дополнительные измерения
 - Постоянный ток
 - Переменный ток
 - Температура в градусах Цельсия ("°C Temp")
 - Температура в градусах Фаренгейта ("°F Temp")
 - Относительная влажность ("%RH")
 - Давление ("psi")

ПРИМЕЧАНИЕ

Все измерения при регистрации данных выполняются в режиме автоматического выбора предела измерения.

Ниже приведены примеры дисплея при регистрации данных измерений постоянного напряжения.

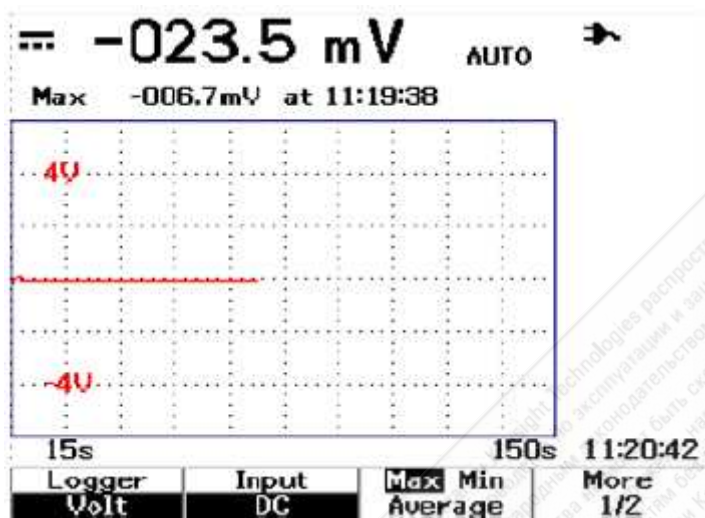


Рис. 5-1 Для регистрации данных выбрано измерение максимального значения постоянного напряжения. Начальное время регистрации составляет от 15 секунд до 150 секунд.

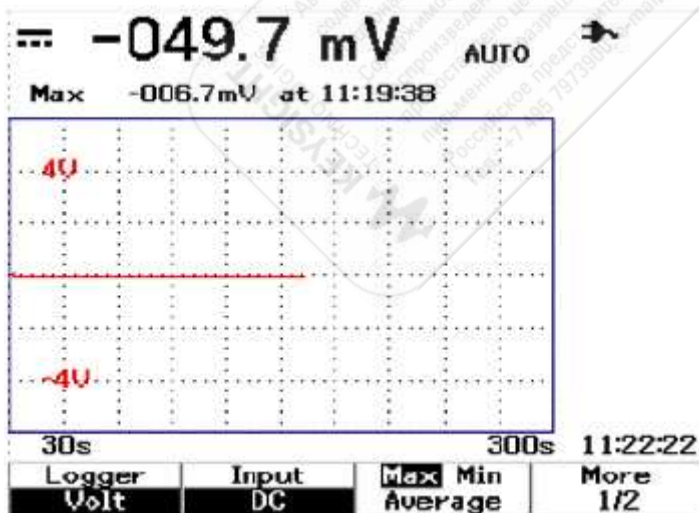


Рис. 5-2 По истечении 150 секунд график автоматически уплотняется до половины экрана и устанавливается время регистрации от 30 секунд до 300 секунд.

5.2 Автоматические измерения в режиме регистратора данных

Для функции регистратора данных доступны автоматические измерения минимального, максимального и среднего значения. Для целей регистрации данных вы можете выбрать любой из этих видов измерений.

На дисплее индицируются результаты измерений минимального и максимального значения в реальном масштабе времени вместе с индикацией соответствующих моментов времени. Среднее значение представляет собой результат усреднения последних восьми показаний.

Чтобы задействовать автоматические измерения, нажмите функциональную клавишу F3 в субменю соответствующей функции мультиметра.

5.3 Функция сохранения данных в формате CSV и установка временного интервала

Эта функция позволяет записывать данные непосредственно на флэш-модуль памяти USB. Чтобы ввести в действие эту функцию, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **Logger**, чтобы войти в режим регистратора данных.
2. Нажмите функциональную клавишу F4, чтобы перейти к странице 2/2 меню регистратора данных.
3. Чтобы задействовать функцию сохранения данных в формате CSV, нажмите функциональную клавишу F2 для поочередного выбора вариантов Start и Stop. Вы можете сохранить до 500 кбайт данных.
4. Чтобы изменить установку временного интервала, нажимайте функциональную клавишу F3 для перемещения по списку и сделайте выбор (см. рис. 5-4).

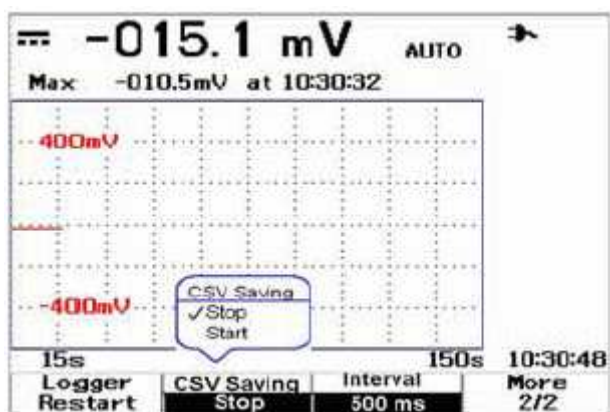


Рис. 5-3 Ввод в действие функции сохранения данных в формате CSV

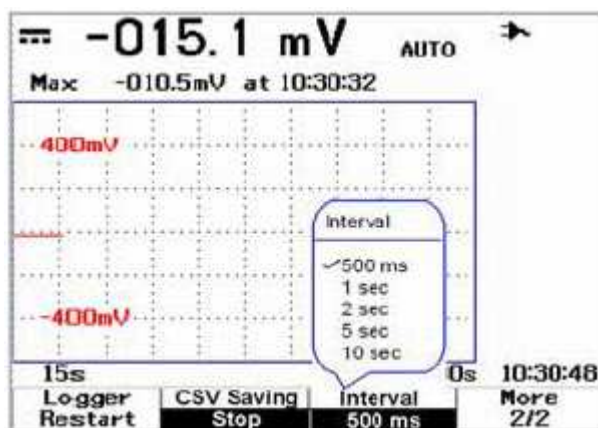


Рис. 5-4 Установка временного интервала

5.4 Функция перезапуска измерений

Пользователь может удалять предыдущие накопленные показания и обновлять данные максимального, минимального и среднего значения. Чтобы ввести в действие функцию перезапуска измерений (Restart Test), нажмите функциональную клавишу F4, чтобы перейти к странице 2/2 меню регистратора данных. Затем нажмите функциональную клавишу на странице 2/2, чтобы активизировать эту функцию.

6 Технические характеристики

В этой главе приведены гарантированные и типичные технические характеристики осциллографов Agilent U1602A/B и U1604A/B. Описаны также условия эксплуатации этих приборов.

6.1 Гарантированные технические характеристики

Гарантированные технические характеристики действительны после 30-минутного прогрева и в интервале $\pm 10^\circ\text{C}$ от температуры микропрограммной калибровки.

Характеристики осциллографа

Система отображения по вертикали: осциллографические каналы

Полоса пропускания (–3 дБ)	U1602A/B: 0 ÷ 20 МГц	
	U1604A/B: 0 ÷ 40 МГц	
Погрешность коэффициента усиления по вертикали для постоянного напряжения	5 мВ/дел. ÷ 20 мВ/дел.: $\pm 5\%$ от всей шкалы	
	50 мВ/дел. ÷ 100 В/дел.: $\pm 3\%$ от всей шкалы	

Запуск осциллографических каналов

Чувствительность к запуску	0 ÷ 5 МГц: 0,8 дел.	
	U1602A/B, 5 МГц ÷ 20 МГц:	1 деление
	U1604A/B, 5 МГц ÷ 40 МГц:	1 деление

Характеристики цифрового мультиметра⁽¹⁾ \pm (% от показания + % от предела измерения)

Функция	Предел измерения	Условия испытаний	1 год, $T_{\text{cal}} \pm 5^\circ\text{C}$
Измерение постоянного напряжения (DC)	600,0 мВ		0,3 + 0,08
	6,000 В		0,3 + 0,08
	60,00 В		0,3 + 0,08
	600,0 В		0,3 + 0,08
Измерение переменного напряжения (AC)	600,0 мВ ÷ 600,0 В	50 Гц ÷ 1 кГц	1,0 + 0,2
		1 кГц ÷ 30 кГц	3,0 + 0,2
Измерение постоянного и переменного напряжения (AC+DC)	6,000 В ÷ 600,0 В	50 Гц ÷ 1 кГц	1,0 + 0,2
		1 кГц ÷ 30 кГц	3,0 + 0,2
Измерение сопротивления	600,0 Ом		0,5 + 0,2
	6,000 кОм		0,5 + 0,2
	60,00 кОм		0,5 + 0,2
	600,0 кОм		0,5 + 0,2
	6,000 МОм		0,5 + 0,2
	60,00 МОм		1,0 + 0,2
Измерение емкости	60,00 нФ		2,0 + 0,2
	600,0 нФ		2,0 + 0,2
	6000 нФ		2,0 + 0,2
	60,00 мкФ		2,0 + 0,2
	300,0 мкФ		2,0 + 0,2
Проверка диодов	1,000 В	0,5 мА	2,0 + 0,08

1) При температуре $0^\circ\text{C} \div 18^\circ\text{C}$ и $28^\circ\text{C} \div 50^\circ\text{C}$ возникает дополнительная погрешность: (0,1% от показания + 0,02% от предела измерения) на каждый градус Цельсия

Характеристики в режиме дополнительных измерений ± (% от показания + % от предела измерения)

Функция	Предел измерения	Условия испытаний	1 год, $T_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C}$
Измерение температуры, °C	600,0 °C		0,3 + 0,08
	6000 °C		0,3 + 0,08
Измерение температуры, °F	600,0 °F		0,3 + 0,08
	6000 °F		0,3 + 0,08
Измерение переменного тока	60,00 А	50 Гц ÷ 1 кГц	1,0 + 0,2
	600,0 А	50 Гц ÷ 1 кГц	1,0 + 0,2
Измерение постоянного тока	60,00 А		1,0 + 0,08
	600,0 А		1,0 + 0,08
Измерение влажности	100,00%		1,0 + 0,08
Измерение давления, PSI	600,0 psi		1,0 + 0,08

6.2 Типичные технические характеристики

Приведенные ниже технические характеристики являются типичными и не гарантируются. Типичные технические характеристики действительны после 30-минутного прогрева и в интервале $\pm 10^{\circ}\text{C}$ от температуры микропрограммной калибровки.

Типичные характеристики осциллографа

Сбор данных: осциллографические каналы

Максимальная частота дискретизации	U1602A/B: 200 МГц поочередно, 100 МГц в каждом канале (50 с/дел. ÷ 125 нс/дел.)
	U1604A/B: 200 МГц поочередно, 100 МГц в каждом канале (50 с/дел. ÷ 250 нс/дел.)
Эквивалентная частота дискретизации	U1604A/B: 2,5 ГГц (125 нс/дел. ÷ 10 нс/дел.)
Разрешение по вертикали	8 бит
Максимальная глубина памяти	125000 байт на канал
Обнаружение пиков	5 нс
Кратность усреднения	Выбирается из ряда значений 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128; 256

Система отображения по вертикали: осциллографические каналы

Аналоговые каналы	Канал 1 и канал 2, одновременный сбор данных
Полоса пропускания (-3 дБ)	U1602A/B: 0 ÷ 20 МГц
	U1604A/B: 0 ÷ 40 МГц
Нижняя граница полосы пропускания при связи на входе по переменному напряжению	< 10 Гц без пробника
	< 1 Гц с пассивным пробником 10 МОм, 10:1
Время нарастания	U1602A/B: < 17,5 нс
	U1604A/B: < 8,8 нс
Полоса пропускания в однократном режиме	U1602A/B: 20 МГц
	U1604A/B: 40 МГц
Пределы переключения чувствительности	5 мВ/дел. ÷ 100 В/дел. (пассивный пробник 1:1)
	50 мВ/дел. ÷ 1 кВ/дел. (пассивный пробник 10:1)
	500 мВ/дел. ÷ 10 кВ/дел. (пассивный пробник 100:1)

Система отображения по вертикали: осциллографические каналы (продолжение)	
Максимальный входной сигнал	CAT III 300 Вэфф (до 400 Гц) между входным гнездом и землей
Смещение и динамический диапазон	± 5 дел.
Входной импеданс	1 МОм < 20 пФ
Характер связи на входе	По переменному напряжению (AC), по постоянному напряжению (DC), GND
Пробники	U1560-60001 пассивный пробник 1:1
	U1561-60001 пассивный пробник 10:1
	U1562-60001 пассивный пробник 100:1
Коэффициенты ослабления пробников	1x; 10x; 100x
Выход для коррекции переходной характеристики пробников	3 Впик-пик, ~ 1 кГц
Максимальный сигнал на входе пробника	1x CAT III, 300 В~
	10x, 100x CAT III, 600 В~
Шум (междупиковое напряжение)	3% от всей шкалы или 5 мВ (большее из этих двух значений)
Погрешность установки смещения по вертикали	$\pm 0,1$ дел. $\pm 2,0$ мВ $\pm 0,5\%$ от значения смещения
Погрешность одинарного курсора	4% от всей шкалы
Погрешность парных курсоров	4% от всей шкалы
Система развертки по горизонтали	
Диапазон развертки	U1602A/B: 50 нс/дел. \div 50 с/дел.
	U1604A/B: 10 нс/дел. \div 50 с/дел.
Разрешение	U1602A/B: 2 нс
	U1604A/B: 400 пс
Опорный момент времени	Слева, в центре, справа
Диапазон задержки	Pre-trigger (предпусковая область): 15 делений
	Post-trigger (послепусковая область): 1000 делений
Аналоговая погрешность Δt	$\pm 3\%$ от показания $\pm 0,4\%$ от ширины экрана
Джиттер (среднеквадратическое значение)	5% от масштаба по горизонтали или 5 нс (большее из этих двух значений)
Система запуска	
Источники	Канал 1 и канал 2
Режимы запуска	Автоматический, обычный, однократный
Варианты выбора типа запуска	По фронту сигнала, по длительности импульса, по кодовой комбинации, телевизионный запуск
Edge (по фронту сигнала)	Запуск по положительному или отрицательному фронту сигнала от любого источника
Pattern (по кодовой комбинации)	Запуск по началу кодовой комбинации высоким или низким уровнем и положительным либо отрицательным перепадом уровня, задаваемым в любом из каналов с условиями И, ИЛИ, ИЛИ-НЕ и И-НЕ между каналами.
Pulse width (по длительности импульса)	200 нс \div 10 с
	Запуск от любого источника по положительному или отрицательному импульсу определенной длительности (больше заданного значения, меньше заданного значения, равного или не равного заданному значению).

Система запуска (продолжение)

Телевизионный запуск	<p>Чувствительность телевизионного запуска: уровень запуска 0,7 дел. Эта функция доступна для канала 1 и канала 2.</p> <p>Запуск по сигналам телевизионных стандартов с построчной и чересстрочной разверткой, включая NTSC, PAL, SECAM.</p> <p>Положительная или отрицательная полярность синхроимпульсов.</p> <p>Режимы запуска: все полукадры, четные полукадры, нечетные полукадры или строка $5 \div 263$ в пределах полукадра.</p>
Диапазон	± 4 деления от середины экрана
Погрешность уровня	$\pm 0,5$ дел.
Чувствительность к запуску	<p>0 \div 5 МГц: 0,8 дел.</p> <p>U1602A/B, 5 МГц \div 20 МГц: 1 дел.</p> <p>U1604A/B, 5 МГц \div 40 МГц: 1 дел.</p>
Характер связи на входе	<p>По постоянному напряжению (DC)</p> <p>По переменному напряжению (AC): < 1 Гц</p> <p>Подавление низкочастотных составляющих (LF reject): < 30 кГц</p> <p>Подавление высокочастотных составляющих (HF reject): > 50 кГц</p> <p>Подавление шума</p>

Измерительные функции

Автоматическое масштабирование (Autoscale)	Поиск и отображение сигналов у всех активных каналов осциллографа, установка режима запуска по фронту сигнала в канале с наибольшим номером, установка чувствительности по вертикали в канале осциллографа. Функция автоматического масштабирования работает при входном напряжении > 20 мВ _{пик-пик} , при коэффициенте заполнения 0,5% и при частоте > 100 Гц.
Автоматические измерения	Непрерывное обновление результатов измерений.
Напряжение	Междупиковое значение, минимальное, максимальное, среднее значение, амплитуда, вершина импульса, основание импульса, положительный выброс после фронта, отрицательный выброс после фронта, выброс перед фронтом, среднеквадратическое значение напряжения (RMS), среднее значение и среднее значение за период.
Временные параметры	<p>Частота, период, длительность положительной части, длительность отрицательной части сигнала, коэффициенты заполнения для положительных и отрицательных импульсов в любом канале.</p> <p>Время нарастания, время спада, задержка и фазовый сдвиг.</p>
Курсоры	Показания при ручном позиционировании по горизонтали (X, ΔX) и по вертикали (Y, ΔY)
Математические функции	CH1 + CH2, CH1 – CH2, CH2 – CH1

Быстрое преобразование Фурье (FFT)¹⁾

Окна фильтрации	Окно Хеннинга, окно Хеминга, окно Блэкмана-Харриса и прямоугольное окно.
Индикация амплитуды	Выбирается на амплитудном дисплее: 1 дБ; 2 дБ; 5 дБ; 10 дБ; 20 дБ

1) Функция FFT имеется только у осциллографа U1604A/B

Система отображения	
Дисплей	Цветной жидкокристаллический дисплей CSTN, 4,5 дюйма по диагонали
Разрешение	320 × 240 пикселей
Управление	Регулировка контраста, включение и выключение бесконечного послесвечения
Встроенная справочная система	Функциональная справка; вызывается при нажатии клавиши Help
Часы реального времени	Время и дата (устанавливается пользователем)
Память	
Сохранение и вызов данных (энергонезависимая память)	До 10 наборов параметров конфигурации и осциллограмм

Типичные характеристики цифрового мультиметра

Измерения в режиме цифрового мультиметра	
Максимальное показание (вся шкала)	6000 ед.
Постоянное напряжение, истинное среднеквадратическое значение переменного напряжения	Максимальное входное напряжение: 600 В _{эфф} CAT II, 300 В _{эфф} , CAT III Связь на входе по постоянному напряжению Входное сопротивление 10 МОм
"Прозвонка" цепей	Звуковой сигнал при сопротивлении < 60 Ом на пределе 600 Ом
Регистратор данных	
Источник	Измерения в режиме цифрового мультиметра
Диапазон	10 делений
Размер записи	250 точек
Временной диапазон	Автоматический выбор: от 150 секунд до 20 суток
Отсчет времени	Время с начала регистрации
Метод регистрации	Выбирается: минимальное, максимальное и среднее значение

6.3 Общие технические данные и характеристики

Сетевой адаптер	Сетевое напряжение 100 В~ ÷ 240 В~, 50/60 Гц Выходное постоянное напряжение 12 В
Аккумуляторная батарея	U1571A никелевая металлгидридная аккумуляторная батарея 7,2 В Рабочий ресурс: 4 часа Длительность зарядки: прибор выключен – около 6 часов прибор включен – около 14 часов Допустимая температура окружающей среды при зарядке: 10 °С ÷ 40°С
Размеры (В × Ш × Г)	241 мм × 138 мм × 66 мм
Масса	1,5 кг
Ввод и вывод данных	USB 2.0 Full Speed client (в стандартном варианте) и USB 2.0 Full Speed host (дополнительно). Обновление микропрограммы через порт USB.
Гарантия	3 года

Условия окружающей среды

Температура	При эксплуатации: 0°С ÷ 50°С При хранении и транспортировании: –20°С ÷ 70°С
Относительная влажность	80% при 40°С при эксплуатации с сохранением полной точности
Высота над уровнем моря	При эксплуатации: до 2000 метров При хранении и транспортировании: 15000 метров
Удары и вибрации	Приборы испытаны согласно стандарту IEC/EN 60068-2
Стойкость к электростатическим разрядам	± 4 кВ
Соответствие требованиям стандартов безопасности	IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001 Канада: CSA C22.2 No. 61010-1:2004 США: UL 61010-1:2004 Степень загрязненности 2 Прибор предназначен для эксплуатации только в помещениях

6.4 Условия окружающей среды

Степень загрязненности окружающей среды

Этот прибор допускает эксплуатацию в окружающей среде со степенью загрязненности 2.

Определения степени загрязненности

Степень загрязненности 1:

Не возникает никакого загрязнения или возникает только сухое непроводящее загрязнение, не оказывающее влияния на функционирование оборудования. Примером является чистая комната в офисной обстановке с кондиционированием воздуха.

Степень загрязненности 2:

Обычно не возникает никакого загрязнения или возникает только сухое непроводящее загрязнение. Иногда может возникать временная проводимость вследствие конденсации. Примером является обычная обстановка в помещениях.

Степень загрязненности 3:

Возникает проводящее загрязнение или сухое непроводящее загрязнение, которое приобретает проводимость ввиду ожидаемой конденсации. Примером является обстановка вне помещений под навесом.