

DMM4020

Digital Multimeter

Руководство пользователя

Copyright © Tektronix. Все права защищены. Лицензированные программные продукты являются собственностью компании Tektronix, ее филиалов или ее поставщиков и защищены национальным законодательством по авторскому праву и международными соглашениями.

Изделия корпорации Tektronix защищены патентами и патентными заявками в США и других странах. Приведенные в данном руководстве сведения заменяют любые ранее опубликованные. Права на изменение спецификаций и цен сохранены.

ТЕКТРОНИХ и ТЕК являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc.

Как связаться с корпорацией Tektronix

Tektronix, Inc.
14200 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

Сведения о продуктах, продажах, услугах и технической поддержке.

- В странах Северной Америки по телефону 1-800-833-9200.
- В других странах мира — см. сведения о контактах для соответствующих регионов на веб-узле www.tektronix.com.

Гарантия

Корпорация Tektronix гарантирует, что в течение 3 (трех) лет со дня приобретения у полномочного дистрибьютора Tektronix в приборе не будут обнаружены дефекты материалов и изготовления. Если в течение гарантийного срока в изделии будут обнаружены дефекты, корпорация Tektronix по своему усмотрению либо отремонтирует неисправное изделие без дополнительной платы за материалы и потраченное на ремонт рабочее время, либо заменит это изделие на исправное. Данное гарантийное обязательство не распространяется на батарейные источники питания. Компоненты, модули и заменяемые изделия, используемые корпорацией Tektronix для работ, выполняемых по гарантии, могут быть как новые, так и восстановленные с такими же эксплуатационными характеристиками, как у новых. Все замененные части, модули и изделия становятся собственностью корпорации Tektronix.

Для реализации права на обслуживание в соответствии с данной гарантией необходимо до истечения гарантийного срока уведомить корпорацию Tektronix об обнаружении дефекта и выполнить необходимые для проведения гарантийного обслуживания действия. Упаковка и доставка неисправного изделия в указанный Tektronix центр гарантийного обслуживания, предоплата почтовых расходов и представление копии документа о приобретении производятся владельцем изделия. Корпорация Tektronix оплачивает обратную доставку исправного изделия заказчику только в пределах страны, в которой расположен центр гарантийного обслуживания. Доставка исправного изделия по любому другому адресу должна быть оплачена владельцем изделия, включая все расходы по транспортировке, пошлины, налоги и любые другие расходы.

Данная гарантия не распространяется на случаи, когда дефект, отказ в работе или повреждение изделия вызваны неправильной эксплуатацией, хранением или обслуживанием изделия. Корпорация Tektronix не обязана по данному гарантийному обязательству: а) исправлять повреждения, вызванные действиями любых лиц (кроме инженеров Tektronix) по установке, ремонту или обслуживанию изделия; б) исправлять повреждения, вызванные неправильным использованием изделия или подключением его к несовместимому оборудованию; в) исправлять повреждения или неполадки, вызванные использованием материалов, не рекомендованных Tektronix, а также г) обслуживать изделие, подвергшееся модификации или интегрированное в иное оборудование таким образом, что эти действия увеличили время или сложность обслуживания изделия.

ДАННАЯ ГАРАНТИЯ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ТЕКТРОНИХ НА ДАННОЕ ИЗДЕЛИЕ НА УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ, ДАННЫХ ЯВНО ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАВШИХСЯ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ ОТКАЗЫВАЮТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ТОВАРНОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ДРУГИХ ЦЕЛЕЙ. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ ПО ДАННОМУ ГАРАНТИЙНОМУ ОБЯЗАТЕЛЬСТВУ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ ТОЛЬКО РЕМОНТОМ ИЛИ ЗАМЕНОЙ ДЕФЕКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗАКАЗЧИКАМ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОСВЕННЫЙ, СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ИЛИ КАКОЙ-ЛИБО ОПОСРЕДОВАННЫЙ УЩЕРБ ДАЖЕ В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛИ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ БЫЛИ ЗАРАНЕЕ УВЕДОМЛЕНЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

[W16 – 15AUG04]

Содержание

Глава	Название	Страница
1	Введение и технические характеристики	1-1
	Краткая сводка по общей технике безопасности	1-3
	Во избежание возгорания или получения телесных повреждений	1-3
	Обозначения	1-6
	Предохранительные и электрические обозначения	1-6
	Описание категорий измерений стандарта IEC 61010.....	1-7
	Информация о соответствии.....	1-8
	Соответствие стандарту электромагнитной совместимости (EMC).....	1-8
	Декларация о соответствии стандарту EMC для Европейского Союза.....	1-8
	Декларация о соответствии стандарту EMC для Австралии / Новой Зеландии.....	1-9
	Соответствие стандартам безопасности.....	1-9
	Декларация о соответствии стандарту EMC для Европейского Союза – Низкое напряжение	1-9
	Список национальных испытательных лабораторий США	1-9
	Сертификация для Канады	1-9
	Дополнительные заключения о соответствии	1-9
	Тип оборудования	1-9
	Класс безопасности.....	1-9
	Описание степени загрязнения	1-9
	Уровень загрязнения.....	1-10
	Категории измерений повышенного напряжения.....	1-10
	Воздействие на окружающую среду.....	1-10
	Управление сроком службы изделия.....	1-10
	Утилизация оборудования.....	1-10
	Ограничения для опасных веществ	1-10
	Введение	1-11
	Документация пользователя	1-12
	Сведения о настоящем руководстве.....	1-12
	Процедуры обеспечения безопасности прибора.....	1-13
	Энергозависимое запоминающее устройство.....	1-13
	Энергонезависимое запоминающее устройство.....	1-13

Опции и вспомогательное оборудование	1-14
Общие технические характеристики.....	1-14
Напряжение	1-14
Габариты.....	1-14
Дисплей	1-15
Окружающая среда.....	1-15
Запуск	1-15
Математические функции.....	1-15
Электрические параметры	1-15
Удаленные интерфейсы	1-15
Гарантийные обязательства	1-15
Электрические характеристики	1-16
Технические характеристики для постоянного напряжения.....	1-16
Характеристики для переменного напряжения	1-17
Сопротивление.....	1-18
Постоянный ток.....	1-18
Переменный ток.....	1-19
Частота.....	1-20
Определение целостности цепи	1-20
Проверка диодов.....	1-20
2 Подготовка измерительного прибора к работе	2-1
Введение	2-3
Вскрытие упаковки и его осмотр	2-3
Хранение и транспортировка прибора.....	2-3
Рекомендации по энергоснабжению	2-3
Выбор сетевого напряжения.....	2-4
Замена плавких предохранителей	2-4
Предохранитель в сети питания	2-4
Входной ток Предохранители.....	2-5
Подсоединение к линии питания	2-7
Включение питания	2-7
Регулировка ручки	2-8
Установка измерительного прибора в стойку для оборудования	2-9
Чистка измерительного прибора	2-10
Режим эмуляции Fluke 45	2-10
Подсветка всех сегментов дисплея	2-10
3 Управление Измерителем с передней панели	3-1
Введение	3-3
Двойной дисплей	3-6
Главный дисплей	3-6
Вспомогательный дисплей.....	3-6
Задняя панель	3-8
Выбор диапазона измерений.....	3-9
Выбор скорости измерений.....	3-9
Выбор функции измерения	3-9
Измерение напряжения	3-9
Измерение частоты.....	3-10
Диапазоны измерения частоты.....	3-10
Измерение сопротивлений.....	3-11
2-проводное измерение сопротивления	3-11
4-проводное измерение сопротивления	3-12
Измерение тока	3-13

Автоматическое определение входных клемм	3-14
Испытание / целостности диода.....	3-15
Выполнение измерений с функцией запуска.....	3-16
Установка режима запуска	3-16
Подключение внешнего триггера	3-16
Выбор модификатора функции	3-18
Модификатор относительных показаний.....	3-18
Модификатор децибелов и звуковой мощности.....	3-18
Функция Touch Hold («прикосновение и фиксация») (HOLD).....	3-19
Модификатор минимального/максимального значения (MIN MAX)	3-20
Использование модификаторов функций в комбинациях	3-21
Операции второго уровня (Использование кнопки SHIFT)	3-21
Функция сравнения (COMP).....	3-22
Установка диапазона сравнения	3-22
Использование функции сравнения.....	3-22
Редактор списка и числовой редактор	3-23
Использование редактора списка.....	3-23
Использование числового редактора.....	3-24
Функциональные клавиши S1 – S6	3-25
Конфигурация режима включения питания.....	3-26
Калибровка	3-26
4 Управление измерительным прибором с помощью компьютерного интерфейса.....	4-1
Введение	4-3
Локальное и дистанционное управление	4-3
Компьютерные интерфейсы	4-3
Подготовка измерительного прибора к работе через интерфейс RS-232... ..	4-3
Настройка параметров связи (RS-232)	4-3
Режим печати интерфейса RS-232	4-4
Кабельное подключение измерительного прибора к хосту или принтеру (RS-232).	4-5
Отображение и удаление вводимых символов	4-6
Очистка устройства с помощью команды ^C (CNTRL C).....	4-6
Контрольные сообщения интерфейса RS-232	4-6
Начало испытаний на месте установки.....	4-6
Испытания на месте установки для проверки интерфейса RS-232	4-6
Если испытания закончились неудачно	4-7
Как измерительный прибор обрабатывает входные сигналы.....	4-7
Входные строки	4-7
Входные терминаторы	4-7
Отправка цифровых значений измерительному прибору.....	4-8
Отправка командных строк измерительному прибору.....	4-8
Как измерительный прибор обрабатывает выходные сигналы	4-9
Запуск выхода	4-9
Внешний запуск с передней панели	4-10
Установка конфигурации типа запуска.....	4-10
Внешний запуск через компьютерный интерфейс	4-11
Регистры состояния	4-11
Состояние события и регистры активации состояния события	4-12
Регистр разряда события.....	4-14
Чтение регистра разряда события	4-15
Задание команд компьютерного интерфейса	4-15
Общие команды	4-16

Функциональные команды и запросы	4-17
Команды и запросы модификаторов функций	4-19
Команды и запросы для диапазона и скорости измерений	4-21
Запросы измерений	4-23
Команды и запросы сравнения	4-24
Команды конфигурации триггера	4-24
Дополнительные команды и запросы	4-25
Удаленные/локальные конфигурации интерфейса RS-232	4-26
Сохранение/восстановление конфигурации системы с интерфейсом RS-232	4-26
Демонстрационная программа, иллюстрирующая работу компьютерного интерфейса RS-232	4-26

Приложения

A Применения	A-1
B Измерительные провода 2X4	B-1

Алфавитный указатель

Список таблиц

Таблица	Название	Страница
1-1.	Область энергозависимых запоминающих устройств.....	1-13
1-2.	Область энергонезависимых запоминающих устройств.....	1-13
1-3.	Вспомогательное оборудование.....	1-14
2-1.	Линейное напряжение на номинал предохранителя.....	2-4
2-2.	Типы сетевых шнуров, которые можно приобрести в компании Tektronix ...	2-7
3-1.	Функции передней панели.....	3-4
3-2.	Устройства сигнализации и индикации дисплея.....	3-7
3-3.	Элементы задней панели.....	3-8
3-4.	Выводной контакт RS-232.....	3-17
3-5.	Выводной контакт RS-232.....	3-19
3-6.	Второй уровень управления.....	3-21
3-6.	Второй уровень управления.....	3-22
3-7.	Редактор списка, опции.....	3-23
3-8.	Опции числового редактора.....	3-24
3-9.	Заводская конфигурация режима включения питания.....	3-26
4-1.	Заводские настройки параметров связи интерфейса RS-232.....	4-4
4-2.	Скорость печати в режиме печати с интерфейсом RS-232.....	4-5
4-3.	Типы триггеров.....	4-9
4-4.	Скорости передачи показаний через интерфейс RS-232.....	4-10
4-5.	Краткие сведения о регистрах статуса.....	4-11
4-6.	Описание разрядов в ESR и ESE.....	4-14
4-7.	Описание разрядов в битовом регистре состояния (STB).....	4-15
4-8.	Общие команды.....	4-16
4-9.	Функциональные команды и запросы.....	4-17
4-10.	Команды и запросы модификаторов функций.....	4-19
4-11.	Команды и запросы для диапазона и скорости измерений.....	4-21
4-12.	Запросы измерений.....	4-23
4-13.	Команды и запросы сравнения.....	4-24
4-14.	Команды конфигурации триггера.....	4-24
4-15.	Дополнительные команды и запросы.....	4-25
4-16.	Выходные данные единиц измерений в формате 2.....	4-25
4-17.	Команды удаленных/локальных конфигураций.....	4-26
4-18.	Сохранение/восстановление конфигурации системы.....	4-26

Список рисунков

Рисунке	Название	Страница
1-1.	Уровни категорий измерений стандарта IEC 61010 (CAT).....	1-7
2-1.	Замена сетевого плавкого предохранителя.....	2-5
2-2.	Замена плавких предохранителей на токовом входе.....	2-6
2-3.	Регулировка и снятие ручки.....	2-8
2-4.	Снятие накладки.....	2-9
3-1.	Передняя панель.....	3-4
3-2.	Дисплей Сигнализаторы и индикаторы.....	3-6
3-3.	Задняя панель.....	3-8
3-4.	Измерение напряжения и частоты.....	3-10
3-5.	Измерение сопротивлений в 2-проводном режиме.....	3-11
3-6.	Измерение сопротивлений в 4-проводном режиме.....	3-12
3-7.	Входные подключения для 4-проводного режима с использованием кабелей 2x4 3-13	
3-8.	Измерение токов < 200 мА.....	3-14
3-9.	Измерение токов от 200 мА до 10 А.....	3-14
3-10.	Определение целостности цепи (прозвонка).....	3-15
3-11.	Проверка диодов.....	3-15
3-12.	Цепь внешнего запуска.....	3-17
4-1.	Внешний запуск измерения с использованием контакта 9 разъема интерфейса RS- 232.....	4-11
4-2.	Обзор структур данных состояния.....	4-12
4-3.	Состояние события и регистры активации состояния события.....	4-13
4-4.	Демонстрационная программа для компьютерного интерфейса RS-232.....	4-28

Глава 1

Введение и технические характеристики

Заголовок	Страница
Краткая сводка по общей технике безопасности.....	1-3
Во избежание возгорания или получения телесных повреждений	1-3
Обозначения	1-6
Предохранительные и электрические обозначения.....	1-6
Описание категорий измерений стандарта IEC 61010.....	1-7
Информация о соответствии.....	1-8
Соответствие стандарту электромагнитной совместимости (EMC).....	1-8
Декларация о соответствии стандарту EMC для Европейского Союза.....	1-8
Декларация о соответствии стандарту EMC для Австралии / Новой Зеландии	1-9
Соответствие стандартам безопасности.....	1-9
Декларация о соответствии стандарту EMC для Европейского Союза – Низкое напряжение	1-9
Список национальных испытательных лабораторий США	1-9
Сертификация для Канады	1-9
Дополнительные заключения о соответствии	1-9
Тип оборудования	1-9
Класс безопасности.....	1-9
Описание степени загрязнения	1-9
Уровень загрязнения.....	1-10
Категории измерений повышенного напряжения.....	1-10
Воздействие на окружающую среду.....	1-10
Управление сроком службы изделия.....	1-10
Утилизация оборудования.....	1-10
Ограничения для опасных веществ	1-10
Введение	1-11
Документация пользователя	1-12
Сведения о настоящем руководстве.....	1-12
Процедуры обеспечения безопасности прибора.....	1-13
Энергозависимое запоминающее устройство.....	1-13
Энергонезависимое запоминающее устройство.....	1-13
Опции и вспомогательное оборудование	1-14

Общие технические характеристики.....	1-14
Напряжение.....	1-14
Габариты.....	1-14
Дисплей.....	1-15
Окружающая среда.....	1-15
Запуск.....	1-15
Математические функции.....	1-15
Электрические параметры.....	1-15
Удаленные интерфейсы.....	1-15
Гарантийные обязательства.....	1-15
Электрические характеристики.....	1-16
Технические характеристики для постоянного напряжения.....	1-16
Характеристики для переменного напряжения.....	1-17
Сопротивление.....	1-18
Постоянный ток.....	1-18
Переменный ток.....	1-19
Частота.....	1-20
Определение целостности цепи.....	1-20
Проверка диодов.....	1-20

Краткая сводка по общей технике безопасности

Во избежание телесных повреждений и поломки данного изделия или других, связанных с ним изделий, ознакомьтесь с мерами техники безопасности.

Во избежание потенциальных рисков используйте данное изделие только с учетом требований инструкции.

Процедуры обслуживания разрешается выполнять только квалифицированному персоналу.

При использовании данного изделия может возникнуть необходимость доступа к частям более крупной системы. Прочтите в руководствах к другим компонентам посвященные технике безопасности разделы, в которых содержатся соответствующие предупреждения и предостережения, относящиеся к работе с этой системой.

Этот прибор разработан и протестирован в соответствии с европейским стандартом EN 61010-1:2001 и стандартами США/Канады UL 61010-1 и CAN/CSA-C22.2 No.61010-1-04. Прибор поставляется в безопасном состоянии.

Данное руководство содержит предупреждения и требования, которые должны соблюдаться в целях сохранения безопасного состояния измерительного прибора и обеспечения безопасности его эксплуатации.

Чтобы правильно и без риска подвергнуться опасности обращаться с данным прибором, прочтите в настоящем разделе и примите во внимание соответствующие предостережения. Следуйте всем инструкциям по технике безопасности или предупреждениям, приведенным в настоящем руководстве, относящимся к конкретным измерительным функциям. Кроме того, следуйте всем общепринятым правилам и процедурам обеспечения безопасности, выполнение которых требуется при работе с электрооборудованием и при нахождении в непосредственной близости от него.

Оборудование категории CAT I предназначено для защиты от переходных процессов в маломощных источниках высокого напряжения, например, в электронных схемах или копировальных аппаратах.

Оборудование категории CAT II предназначено для защиты от переходных процессов в оборудовании со значительным потреблением электроэнергии, например, в телевизорах, компьютерах, переносных инструментах и прочей бытовой технике.

Во избежание возгорания или получения телесных повреждений

Используйте надлежащий силовой кабель. Используйте только силовой кабель, предназначенный для работы с данным изделием и сертифицированный для страны применения.

Используйте надлежащую установку напряжения. Перед подачей питания проследите, чтобы селектор цепи находился в положении, соответствующем используемому источнику.

Правильно выполняйте подсоединение и отсоединение. Не подсоединяйте и не отсоединяйте пробники или измерительные провода, пока они подключены к источнику напряжения.

Заземляйте изделие. Данное изделие заземляется посредством провода заземления, находящегося в силовом кабеле. Во избежание удара электрическим током провод заземления должен быть соединен с землей. Прежде чем выполнять подключение к входным или выходным клеммам изделия, убедитесь в том, что оно надлежащим образом заземлено.

Придерживайтесь номинального режима работы клемм. Во избежание возгорания или риска удара электрическим током соблюдайте все номинальные параметры и требования маркировки, нанесенной на изделие. Прежде чем подключать к данному изделию какие-либо устройства, обратитесь к руководству

по его эксплуатации и уточните информацию о соответствующих номинальных параметрах.

Не подавайте потенциал на какую-либо из клемм, в том числе, на клемму общего блока, превышающий максимально допустимую нагрузку для данной клеммы.

Выключение питания. Силовой кабель отключает изделие от источника питания. Не блокируйте силовой кабель; он должен всегда оставаться доступным для пользователя.

Не работайте со снятыми крышками. Не работайте с изделием, когда с него сняты крышки или панели.

Не работайте с изделием, если подозреваете, что оно неисправно. При возникновении подозрений в неисправности изделия передайте его на проверку квалифицированному обслуживающему персоналу.

Избегайте открытых электрических схем. Не прикасайтесь к открытым соединениям и компонентам, когда они находятся под напряжением.

Используйте предохранитель правильного номинала. Используйте предохранитель только такого типа и номинала, которые рекомендованы для данного изделия.

Поддерживайте поверхности изделия чистыми и сухими.

⚠⚠ Предупреждение!

Во избежание возможного удара электрическим током, получения телесных повреждений или летального исхода, прежде чем использовать измерительный прибор, прочтите следующее.

- **Используйте измерительный прибор только по назначению, указанному в данном руководстве, в противном случае могут быть нарушены функции защиты измерительного прибора.**
- **Не использовать измерительный прибор во влажной среде.**
- **Перед использованием измерительный прибор необходимо проверить. Не использовать прибор, если он имеет видимые повреждения.**
- **Обследуйте измерительные провода перед использованием прибора. Не пользуйтесь ими, если повреждена электрическая изоляция, или металл оголен. Проверьте измерительные провода на предмет электропроводности. Перед использованием измерительного прибора замените поврежденные измерительные провода.**
- **Проверяйте работу измерительного прибора перед началом и по окончании работы с помощью измерения известного напряжения. Не используйте прибор, если он выдает аномальные значения измерений. Защита может быть повреждена. Если возникли сомнения в работоспособности прибора - проведите техобслуживание.**
- **Если возникло подозрение, что защита прибора была нарушена, выключите измерительный прибор и обезопасьте его от непреднамеренного включения.**
- **Техобслуживание измерительного прибора должно выполняться квалифицированным специалистом.**

- **Не допускайте подачи на прибор напряжения, превышающего номинальное напряжение, указанное на самом измерительном приборе, напряжение между клеммами или между клеммой и заземлением.**
- **При проведении измерений в условиях, соответствующих категории II IEC, не подавайте на вход измерительного прибора переменное напряжение, превышающее 600 В. См. ниже в настоящем руководстве "Описание категорий измерений стандарта IEC 61010".**
- **Всегда используйте силовой кабель и соединитель, рассчитанные на напряжение и вывод страны или места, где проводится работа.**
- **Всегда используйте силовой кабель с проводом заземления и следите за тем, чтобы земля надежно подсоединялась к системе распределения мощности.**
- **Прежде чем открыть корпус, снимите измерительные провода измерительного прибора.**
- **Не снимайте крышку и не открывайте корпус измерительного прибора до того, как прибор будет отключен от источника питания.**
- **Соблюдайте осторожность при работе с напряжениями выше 30 В эфф. переменного тока, 42 В переменного тока (пиковое значение) или 42 В постоянного тока. При этих напряжениях возможна опасность поражения электрическим током.**
- **Используйте только те сменные предохранители, которые указаны в руководстве.**
- **Пользуйтесь исправными клеммами**
- **Не выходите за рамки функций и диапазона измерений.**
- **При пользовании измерительными электродами прикасаться пальцами можно только к защитным колпачкам.**
- **При выполнении электрических соединений, перед подсоединением измерительного провода под напряжением, подсоедините общий измерительный провод; при отсоединении, вначале отсоедините измерительный провод под напряжением, а затем отсоедините общий измерительный провод.**
- **Отсоедините прибор от сети питания и разрядите все высоковольтные конденсаторы перед проверкой сопротивления, электропроводности, диодов (транзисторных переходов) или электрической емкости.**
- **Перед измерением силы тока, проверьте предохранители измерительного прибора и отключите подачу электропитания в сеть перед подсоединением к цепи измерительного прибора.**
- **При проведении ремонта и техобслуживания измерительного прибора используйте только утвержденные запасные части.**

Обозначения

В руководстве или на самом изделии могут встречаться следующие сообщения или обозначения:

Сообщение  **“Предупреждение!”** обозначает состояния или действия, которые могут привести к травме персонала вплоть до летального исхода.

Сообщение  **“Осторожно!”** обозначает состояния или мероприятия, которые могут привести к повреждению измерительного прибора или оборудования, к которому подключен прибор.

  Предупреждение!

Во избежание удара электрическим током, нанесения персоналу телесных повреждений или летального исхода, прежде чем устанавливать, использовать или обслуживать измерительный прибор, внимательно изучите информацию, предлагаемую в разделе “Краткая сводка по общей технике безопасности”.

Предохранительные и электрические обозначения

Символ	Описание	Символ	Описание
	Риск. Угроза. Важная информация см. руководство.		Дисплей ВКЛ/ВЫКЛ и переустановка Измерителя.
	Опасное напряжение Возможно присутствие напряжения > 30 В пост. тока или пиковое перем. тока.		Грунтовое заземление
	Перем. ток (переменный ток)		Емкостная нагрузка
	Пост. ток (постоянный ток)		Диод
 или 	АС или DC (переменный или постоянный ток)		Плавкий предохранитель
	Проверка целостности или тональный сигнал при проверке целостности		Цифровой сигнал
	Потенциально опасное напряжение		Техническое обслуживание
	Двойная изоляция		Статический разряд Статический разряд может повредить детали.
CAT II	Категория измерений II используется для измерений, выполняемых в цепях, подсоединенных непосредственно к низковольтному оборудованию.	CAT I	Категория измерений I используется для измерений в схемах, не подключенных непосредственно к электрической сети.

Описание категорий измерений стандарта IEC 61010

Стандарт безопасности IEC 61010 определяет четыре категории повышенного напряжения (от CAT I до CAT IV) в зависимости от степени опасности импульсов, возникающих при переходных процессах, см. рис. 1–1.

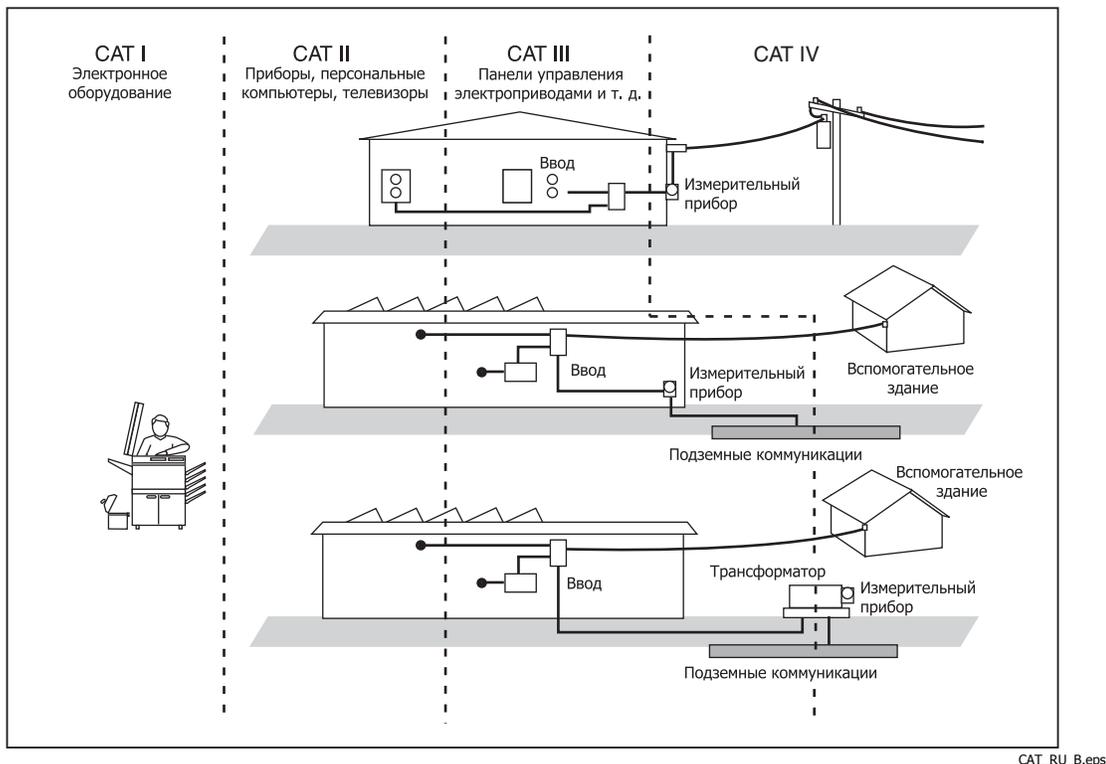


Рисунок 1–1. Уровни категорий измерений стандарта IEC 61010 (CAT)

CAT_RU_B.eps

Уровень категории (CAT) измерений в стандарте IEC 61010 указывает на уровень защиты, который обеспечивает прибор, выдерживая определенное импульсное напряжение.

Оборудование категории CAT I предназначено для защиты от переходных процессов в маломощных источниках высокого напряжения, например, в электронных схемах или копировальных аппаратах.

Оборудование категории CAT II предназначено для защиты от переходных процессов в энергоемком оборудовании, питающемся от стационарных установок, таком как телевизоры, персональные компьютеры, портативные устройства и другие бытовые электроприборы.

Оборудование категории CAT III предназначено для защиты от переходных процессов в оборудовании стационарных установок, таком как коммутационные панели, фидеры и короткие шунтирующие цепи, а также осветительные системы больших зданий.

Оборудование категории CAT IV предназначено для защиты от переходных процессов, происходящих на уровне первичного источника питания. Это, например, электрические счетчики и надземные или подземные системы коммунального обслуживания.

Информация о соответствии

В настоящем разделе приводятся стандарты EMC (электромагнитная совместимость), безопасности и экологические стандарты, которым соответствует данный прибор.

Соответствие стандарту электромагнитной совместимости (EMC)

Декларация о соответствии стандарту EMC для Европейского Союза

Удовлетворяет цели Директивы 2004/108/ЕС по электромагнитной совместимости. Соответствие было продемонстрировано техническими характеристиками, приведенными в официальном журнале Европейских сообществ:

EN 61326-1 2006, EN 61326-2 2006. Требования по EMC к электрооборудованию для измерений, контроля и лабораторного использования.^{1, 2, 3}

- CISPR 11:2003. Испускаемое и кондуктивное излучения, Группа 1, Класс А
- IEC 61000-4-2:2001. Устойчивость к электростатическим разрядам
- IEC 61000-4-3:2002. Устойчивость к радиочастотному магнитному полю
- IEC 61000-4-4:2004. Устойчивость к быстрым электрическим переходным процессам/импульсам
- IEC 61000-4-5:2001. Устойчивость к скачкам напряжения в сети
- IEC 61000-4-6:2003. Устойчивость к кондуктивной радиочастоте⁴
- IEC 61000-4-11:2004. Устойчивость к кратковременным посадкам и исчезновениям напряжения⁵

EN 61000-3-2:2006. Гармонические излучения сети питания переменного тока.

EN 61000-3-3:1995. Изменения, флуктуации и колебания напряжения.

Контактный адрес в Европе.

Tektronix UK, Ltd.
Western Peninsula
Western Road
Bracknell, RG12 1RF
Великобритания

¹ Это изделие предназначено для использования только в нежилых кварталах. Использование в жилых кварталах может привести к возникновению электромагнитных помех.

² Излучения, превышающие уровни, определяемые этим стандартом, могут иметь место при подключении этого оборудования к исследуемому объекту.

³ Чтобы обеспечить соответствие перечисленным здесь стандартам ЭМС, следует использовать высококачественные экранированные интерфейсные кабели.

⁴ Установленные допуски нижних диапазонов функции напряжения переменного тока под воздействием тестового сигнала (3 В (среднеквадратичных) в диапазоне частот от 150 кГц до 80 МГц с амплитудной модуляцией 80 % при частоте 1 кГц) демонстрируют зависимость от фиксированного неподвижного реперного соединения защитного заземления. Прибор DMM4020 аттестовывался с заземленным шасси при помощи устройства M2 CDN. Слишком высокая помехонасыщенность исходных условий шасси могла приводить к существенной погрешности измерений. (IEC 61000-4-6).

⁵ Критерий эффективности С, применяемый на контрольных уровнях исчезновения напряжения 0 %/250 циклов (IEC 61000-4-11).

Декларация о соответствии стандарту EMC для Австралии / Новой Зеландии

Удовлетворяет требованиям EMC по Закону о радиосвязи на основании следующего стандарта в соответствии с АСМА:

CISPR 11:2003. Испускаемое и кондуктивное излучения, Группа 1, Класс А в соответствии с EN 61326-1:2006 и EN 61326-2-1:2006.

Соответствие стандартам безопасности

Декларация о соответствии стандарту EMC для Европейского Союза – Низкое напряжение

Соответствие было продемонстрировано техническими характеристиками, приведенными в официальном журнале Европейских сообществ:

Директива по низкому напряжению 2006/95/ЕС.

- **EN 61010-1: 2001.** Требования по технике безопасности при использовании электрооборудования для измерений, управления и лабораторных исследований.

Список национальных испытательных лабораторий США

- **ISA-82.02.01.** Стандарт безопасности оборудования для электрических и электронных испытаний, измерительного оборудования, аппаратуры управления и сопутствующего оборудования – Общие требования.

Сертификация для Канады

- **CAN/CSA-C22.2 № 61010-1:2004.** Требования по технике безопасности при использовании электрооборудования для измерений, управления и лабораторных исследований. Часть 1.

Дополнительные заключения о соответствии

- **IEC 61010-1: 2001.** Требования по технике безопасности при использовании электрооборудования для измерений, управления и лабораторных исследований.
- **ANSI/UL 61010-1:2004, 2-я редакция.** Стандарт для электрического измерительного и испытательного оборудования.

Тип оборудования

Испытательное и измерительное.

Класс безопасности

Класс 1 – заземленное изделие.

Описание степени загрязнения

Измерение уровня загрязнения окружающей прибор среды и внутри прибора. Как правило, внутренняя среда прибора считается такой же, как и наружная. Приборы должны использоваться только в той среде, на которую они рассчитаны.

- Степень загрязнения 1. Загрязнение отсутствует или имеет место сухое, непроводящее загрязнение. Изделия этой категории обычно заключены в оболочку, герметизированы или располагаются в чистых помещениях.
- Степень загрязнения 2. Обычно это сухое, непроводящее загрязнение. Иногда может возникать временная проводимость загрязнения, связанная с конденсацией влаги. Эти условия типичны для расположения изделия в

офисе/дома. Временная конденсация происходит, только когда прибор неисправен.

- Степень загрязнения 3. Проводящее загрязнение или сухое непроводящее загрязнение, которое становится проводящим вследствие конденсации. Это защищенные места, где ни температура, ни влажность никак не контролируются. Эта область защищена от попадания прямого солнечного света, дождя или прямого ветра.
- Степень загрязнения 4. Загрязнение, являющееся причиной устойчивой проводимости из-за проводящей пыли, воздействия дождя или снега. Типичное расположение под открытым небом.

Уровень загрязнения

Степень загрязнения 2 (как определено стандартом IEC 61010-1). Примечание. Предназначено для использования только в помещении.

Категории измерений повышенного напряжения

CAT I – 1000 В / CAT II – 600 В

Воздействие на окружающую среду

В настоящем разделе приводится информация о воздействии изделия на окружающую среду.

Управление сроком службы изделия

При утилизации прибора или его компонентов соблюдайте следующие правила:

Утилизация оборудования

Для производства данного оборудования потребовалось осуществить добычу и переработку природных ресурсов. Оборудование может содержать вещества, вредные для окружающей среды или здоровья человека, которые могут проявить себя, если с ним неправильно обращаться по окончании срока службы. Чтобы избежать высвобождения таких веществ в окружающую среду и снизить степень использования природных ресурсов, мы поощряем утилизацию данного изделия в системе, гарантирующей соответствующее повторное использование или рециклирование большей части материалов.

	<p>Этот символ указывает на то, что данное изделие удовлетворяет существующим требованиям Европейского Союза, содержащимся в Директивах 2002/96/ЕС и 2006/66/ЕС об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE) и батарей. Информацию о возможных вариантах утилизации можно найти в разделе "Поддержка/Обслуживание" на веб-узле компании Tektronix (www.tektronix.com).</p>
---	---

Ограничения для опасных веществ

Данное изделие классифицировано, как оборудование для мониторинга и контроля, и не охватывается Директивой 2002/95/ЕС по ограничению на использование опасных материалов в производстве электрического и электронного оборудования.

Введение

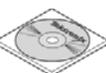
Цифровой мультиметр Tektronix DMM4020 (в дальнейшем – "измерительный прибор") представляет собой 5,5-разрядный двухдисплейный прибор, предназначенный для стендовых, полевых и системных приложений. Благодаря многочисленным функциям измерения, а также интерфейсу RS-232, измеритель является идеальным прибором для точных ручных измерений и использования в автоматизированных системах. Для обеспечения портативности измерительный прибор снабжен ручкой, которую можно использовать также в качестве опоры во время работы на стенде.

Измерительный прибор обладает следующими возможностями.

- Двойной вакуумный флуоресцентный дисплей, который позволяет одновременно выводить на экран две характеристики входного сигнала (например, напряжение — на одном дисплее, частота — на другом)
- Цифровое разрешение — 5,5
- Среднеквадратичное значение перем. тока
- Двух-/четырёхпроводная методика измерения сопротивления или запатентованная технология измерений с использованием кабеля 2x4
- Измерение постоянного напряжения от 200 мВ до 1000 В с чувствительностью 1 мкВ
- Измерение переменного напряжения от 200 мВ до 750 В (эфф.) с чувствительностью 1 мкВ
- Измерение сопротивления от 200 Ω до 100 М Ω с чувствительностью 1 м Ω
- Измерение постоянного тока от 200 мкА до 10 А с чувствительностью 1 нА
- Измерение переменного тока от 20 мА до 10 А с чувствительностью 100 нА
- Измерение частоты от 20 Гц до 1 МГц
- Проверка целостности электрических проводников («прозвонка») и работоспособности полупроводниковых компонентов (диодов)
- Скорость измерений – 2,5, 20 и 100 показаний в секунду (низкая, средняя и высокая, соответственно)
- Установочный ключ на передней панели, обеспечивающий единый ключ доступа для сохранения настроек
- Режим сравнения для определения попадания результатов измерения в заданные пределы
- Дистанционное управление через интерфейс RS-232
- Калибровка "с закрытым корпусом" (без внутренних калибровочных регулировок).

Документация пользователя

Документация пользователя к данному измерительному прибору включает в себя следующее:

Принадлежности	Где найти	Номер по каталогу
<i>Руководство по технике безопасности и по установке</i>	 +  +  www.Tektronix.com	071-2694-xx
<i>Технический справочник (Спецификации и проверка рабочих характеристик)</i>	 +  www.Tektronix.com	077-0365-xx
<i>Руководство пользователя (Настоящее руководство)</i> Доступно на следующих языках: английский французский итальянский немецкий испанский японский китайский (упрощенный) китайский (традиционный) корейский русский	 +  www.Tektronix.com	077-0364-xx 077-0376-xx 077-0377-xx 077-0378-xx 077-0379-xx 077-0380-xx 077-0381-xx 077-0382-xx 077-0383-xx 077-0384-xx

Сведения о настоящем руководстве

Данное руководство содержит всю информацию, которая необходима пользователю для эффективной работы с измерительным прибором. Руководство разделено на несколько глав.

Глава 1 «Введение и технические характеристики» предоставляет информацию о мерах безопасности при работе с измерительным прибором, о стандартном и опционном вспомогательном оборудовании, а также о технических характеристиках изделия.

Глава 2 «Подготовка к работе» предоставляет информацию о настройке сетевого напряжения измерительного прибора, о его подсоединении к источнику питания и о включении прибора.

Глава 3 «Управление измерительным прибором с передней панели» содержит детальную информацию об использовании органов управления передней панели.

Глава 4 «Применения» предоставляет подробную информацию об использовании прибора для измерения электрических параметров.

Глава 5 «Управление измерительным прибором с помощью компьютерного интерфейса» описывает порядок настройки, конфигурирования и управления измерительным прибором через компьютерный интерфейс RS-232, подключаемый к задней панели прибора.

Приложения

Процедуры обеспечения безопасности прибора

В данном разделе приводится описание элементов памяти (ЗУ) измерительного прибора и методик их очистки.

Энергозависимое запоминающее устройство

В таблице 1–1 приведен перечень энергозависимых запоминающих устройств измерительного прибора.

Таблица 1–1. Область энергозависимых запоминающих устройств

Тип	Размеры	Функция
ОЗУ	2 КБ	U44, память микропроцессора: данные измерений, пользовательские строки и информация о временной конфигурации.

Энергонезависимое запоминающее устройство

В таблице 1–2 приводится перечень энергонезависимых запоминающих устройств измерительного прибора.

Таблица 1–2. Область энергонезависимых запоминающих устройств

Тип	Размеры	Функция
Флэш	60 КБ	U44, память микропроцессора: хранение прикладной программы.
Флэш	256 Б	U44, память микропроцессора: не используется
EEPROM	16 КБ	U45, IC, память: калибровочные константы, установка оборудования и информация о конфигурации пользователя.

Чтобы очистить элемент энергозависимого ЗУ, приведенный в таблице 1–1, и энергонезависимые пользовательские настройки передней панели прибора в таблице 1–2:

1. Выключите переключатель электропитания, расположенный на электрической розетке задней панели измерительного прибора, и снова его включите. Таким образом восстанавливаются стандартные настройки измерительного прибора.
2. Включите измерительный прибор нажатием кнопки  на передней панели.
3. Нажмите кнопку .
4. Последовательно нажимайте функциональные клавиши с  по , перед нажатием на каждую из них ожидая по несколько секунд. Таким образом происходит замена пользовательских настроек передней панели прибора на стандартные заводские.
5. Нажмите кнопку  для выхода из режима смещения.

Опции и вспомогательное оборудование

В таблице 1–3 перечислены доступные опции и аксессуары.

Таблица 1–3. Вспомогательное оборудование

Модель / Номер по каталогу ¹	Описание
TL710 196-3520-00	Комплект измерительных проводов "Premium".
013-0369-00	Калибровочное приспособление; шунтирующая планка с четырьмя клеммами
Y8846S (Fluke)	Одиночный комплект для установки в стойку
Y8846D (Fluke)	Двойной комплект для установки в стойку
TL705	Прецизионные измерительные провода 2X4 Wire Ohm
TL725	Измерительные провода в виде пинцета 2X4 Wire Ohm
159-0488-00	Предохранитель 11 А, 1000 В, быстродействующий, 406INX1.5IN, без упаковки
159-0487-00	Предохранитель 440 мА, 1000 В, быстродействующий, 406X1.375, без упаковки
174-5813-00	Кабельный узел от USB к RS-232
012-0991-01	Кабель GPIB; низкий уровень электромагнитных помех; 1 метр
159-0579-00	Плавкий предохранитель, 0,100 А, 250 В переменного тока, медленное перегорание
159-0044-00	Плавкий предохранитель, 0,200 А, 250 В, медленное перегорание
НСТЕК4321	Твердый корпус, пластик
АС4000	Мягкий корпус, нейлон

¹ Все модели и номера деталей по каталогу, выпущенные не компанией Tektronix, сопровождаются скобками с наименованием изготовителя.

Общие технические характеристики

Напряжение

Установка 100 В	от 90 В до 110 В
Установка 120 В	от 108 В до 132 В
Установка 220 В	от 198 В до 242 В
Установка 240 В	от 216 В до 264 В
Частота	от 47 Гц до 440 Гц
Потребляемая мощность	25 ВА в пике (средняя: 10 Вт)

Габариты

Высота	88 мм (3,46 дюйма)
Ширина	217 мм (8,56 дюйма)
Длина	297 мм (11,7 дюйма)
Вес	2,1 кг (4,6 фунта)

Дисплей

Вакуумный флуоресцентный дисплей с сегментацией

Окружающая среда

Температура

Рабочая от 0 °С до 50 °С

Хранения от -40 °С до 70 °С

Прогрев..... 0,5 часа для полной стабилизации технических характеристик

Относительная влажность воздуха (без конденсации)

Рабочая <90 % (от 0 °С до 28 °С)

<75 % (от 28 °С до 40 °С)

<45 % (от 40 °С до 50 °С)

Хранения от -40 °С до 70 °С <95 %

Высота над уровнем моря

Рабочая 2 000 метров

Хранения 12 000 метров

Вибрация соответствует нормам MIL-PRF-28800F, класс 3

Запуск

Задержка запуска < 400 мс.

Внешняя задержка запуска < 2 мс

Флуктуации внешней задержки запуска < 1 мс

Вход сигнала запуска уровни ТЛЛ (TTL)

Выход сигнала запуска макс. 5 В

Математические функции

Мин./макс., отношение, удержание, сравнение и логарифмическая функция (дБ)

Электрические параметры

Входная защита 1000 В на всех диапазонах.

Перегрузка 10 % от максимального значения диапазонов для всех функций, за исключением проверки целостности цепи и проверки диодов

Удаленные интерфейсы

RS-232C

Гарантийные обязательства

Три года

Электрические характеристики

Технические характеристики действительны для режима цифрового разрешения - 5,5 и после хотя бы получасового прогрева.

Технические характеристики для постоянного напряжения

Максимальное входное напряжение	1000 В на любом диапазоне
Ослабление синфазного сигнала	120 дБ при 50 или 60 Гц $\pm 0,1$ % (дисбаланс 1 к Ω)
Подавление синфазного сигнала	80 дБ в медленном режиме
Аналого-цифровая нелинейность	15 промилле от диапазона
Входной ток смещения	< 30 пА при 25 °С
Установление сигнала	на время установления измерительного сигнала влияет полное внутреннее сопротивление источника питания, электроизоляционные характеристики шнура (кабеля) и изменения входного сигнала

Входные характеристики

Диапазон	Полномасштабный (5,5 разрядов)	Разрешение			Полное входное сопротивление
		Низкая скорость	Средняя скорость	Высокая скорость	
200 мВ	199,999 мВ	1 мкВ	10 мкВ	10 мкВ	> 10 Г Ω ^[1]
2 В	1,99999 В	10 мкВ	100 мкВ	100 мкВ	> 10 Г Ω ^[1]
20 В	19,9999 В	100 мкВ	1000 мкВ	1000 мкВ	10 М Ω ± 1 %
200 В	199,999 В	1 мВ	10 мВ	10 мВ	10 М Ω ± 1 %
1000 В	1000,00 В	10 мВ	100 мВ	100 мВ	10 М Ω ± 1 %

Примечания:
[1] При некоторых измерениях с двойным дисплеем входное сопротивление на диапазонах 200 мВ и 2 В может быть снижено до 10 М Ω .

Точность

Диапазон	Неточность ^[1]		Температурный коэффициент/°С температурной среды 18-28°С
	90 дней	1 год	
	23 °С \pm 5 °С		
200 мВ	0,01 + 0,003	0,015 + 0,004	0,0015 + 0,0005
2 В	0,01 + 0,002	0,015 + 0,003	0,001 + 0,0005
20 В	0,01 + 0,003	0,015 + 0,004	0,0020 + 0,0005
200 В	0,01 + 0,002	0,015 + 0,003	0,0015 + 0,0005
1000 В	0,01 + 0,002	0,015 + 0,003	0,0015 + 0,0005

Примечания:
[1] Неточность определяется как \pm (% от показания + % от диапазона)

Характеристики для переменного напряжения

Технические характеристики для переменного напряжения приведены для синусоидальных сигналов с амплитудой > 5 % диапазона. Для входных сигналов от 1 % до 5 % от диапазона и < 50 кГц добавить дополнительную погрешность 0,1 % от диапазона, и для 50 кГц до 100 кГц добавить 0,13 % от диапазона.

- Максимальное входное напряжение** 750 В эфф., 1000 В ампл. или произведение 8×10^7 Вольт-Герц.
- Метод измерения** связанный по переменному току – истинное среднеквадратичное значение. Измеряется переменная составляющая входного сигнала с постоянным смещением до 1000 В на любом диапазоне.
- Диапазон рабочих частот фильтра переменного тока** 20 Гц - 100 кГц
- Ослабление синфазного сигнала** 60 дБ при 50 Гц или 60 Гц (асимметрия 1 кΩ).
- Максимальный коэффициент амплитуды** 3:1 при полном показании шкалы.
- Дополнительные погрешности коэффициента амплитуды (<100 Гц)** коэффициент амплитуды 1-2, 0,05% от полной шкалы
коэффициента амплитуды 2-3, 0,2% от полной шкалы
Применяется только к несинусоидным сигналам.

Входные характеристики

Диапазон	Полномасштабный (5,5 разрядов)	Разрешение			Полное входное сопротивление
		Низкая скорость	Средняя скорость	Высокая скорость	
200 мВ	199,999 мВ	1 мкВ	10 мкВ	10 мкВ	1 МΩ ± 2 % шунтированные емкостью < 100 пф
2 В	1,99999 В	10 мкВ	100 мкВ	100 мкВ	
20 В	19,9999 В	100 мкВ	1000 мкВ	1000 мкВ	
200 В	199,999 В	1 мВ	10 мВ	10 мВ	
750 В	750,00 В	10 мВ	100 мВ	100 мВ	

Точность

Диапазон	Частота	Неточность ^[1]		Температурный коэффициент / °С температура среды 18-28 °С
		90 дней	1 год	
		23 °С ± 5 °С	23 °С ± 5 °С	
200 мВ	20 Гц – 45 Гц	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,01 + 0,005
	45 Гц – 20 кГц	0,15 + 0,05	0,2 + 0,05	0,01 + 0,005
	20 – 50 кГц	0,3 + 0,05	0,35 + 0,05	0,01 + 0,005
	50 – 100 кГц	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,05 + 0,01
2 В	20 Гц – 45 Гц	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,01 + 0,005
	45 Гц – 20 кГц	0,15 + 0,05	0,2 + 0,05	0,01 + 0,005
	20 – 50 кГц	0,3 + 0,05	0,35 + 0,05	0,01 + 0,005
	50 – 100 кГц	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,05 + 0,01
20 В	20 Гц – 45 Гц	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,01 + 0,005
	45 Гц – 20 кГц	0,15 + 0,05	0,2 + 0,05	0,01 + 0,005
	20 – 50 кГц	0,3 + 0,05	0,35 + 0,05	0,01 + 0,005
	50 – 100 кГц	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,05 + 0,01
200 В	20 Гц – 45 Гц	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,01 + 0,005
	45 Гц – 20 кГц	0,15 + 0,05	0,2 + 0,05	0,01 + 0,005
	20 – 50 кГц	0,3 + 0,05	0,35 + 0,05	0,01 + 0,005
	50 – 100 кГц	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,05 + 0,01
750 В	20 Гц – 45 Гц	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,01 + 0,005
	45 Гц – 20 кГц	0,15 + 0,05	0,2 + 0,05	0,01 + 0,005
	20 – 50 кГц	0,3 + 0,05	0,35 + 0,05	0,01 + 0,005
	50 – 100 кГц	0,8 + 0,05	0,9 + 0,05	0,05 + 0,01

Примечания:

[1] Неточность определяется как ±(% от показания + % от диапазона)

Сопротивление

Характеристики приведены для функции 4-проводного режима измерения сопротивления или 2-проводного с REL (сравнение). Если функция REL не используется, необходимо прибавить 0,2Ω для 2-проводного режима измерения сопротивления плюс сопротивление измерительных проводов.

Метод измерения общей точкой источника тока является вход LO.

Максимальное сопротивление измерительных проводов (4-проводный режим измерения сопротивления) 10 % от диапазона на один провод для диапазонов 200 Ω и 2 кΩ. 1 кΩ на один провод для всех других диапазонов.

Входная защита 1000 В для всех диапазонов.

Входные характеристики

Диапазон	Полномасштабный (5,5 разрядов)	Разрешение			Источник тока
		Низкая скорость	Средняя скорость	Высокая скорость	
200 Ω	199,999 Ω	0,001 Ω	0,01 Ω	0,01 Ω	0,8 мА
2 кΩ	1,99999 кΩ	0,01 Ω	0,1 Ω	0,1 Ω	0,8 мА
20 кΩ	19,9999 кΩ	0,1 Ω	1 Ω	1 Ω	0,08 мА
200 кΩ	199,999 кΩ	1 Ω	10 Ω	10 Ω	0,008 мА
2 МΩ	1,99999 МΩ	10 Ω	100 Ω	100 Ω	0,9 мкА
20 МΩ	19,9999 МΩ	100 Ω	1 кΩ	1 кΩ	0,16 мкА
100 МΩ	100,000 МΩ	1 кΩ	10 кΩ	10 кΩ	0,16 мкА 10 МΩ

Точность

Диапазон	Неточность ^[1]		Температурный коэффициент/°C температура среды 18 – 28 °C
	90 дней	1 год	
	23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	
200 Ω	0,02 + 0,004	0,03 + 0,004	0,003 + 0,0006
2 кΩ	0,015 + 0,002	0,02 + 0,003	0,003 + 0,0005
20 кΩ	0,015 + 0,002	0,02 + 0,003	0,003 + 0,0005
200 кΩ	0,015 + 0,002	0,02 + 0,003	0,003 + 0,0005
2 МΩ	0,03 + 0,003	0,04 + 0,004	0,004 + 0,0005
20 МΩ	0,2 + 0,003	0,25 + 0,003	0,01 + 0,0005
100 МΩ	1,5 + 0,004	1,75 + 0,004	0,2 + 0,0005

Примечания:
[1] Неточность определяется как ±(% от показания + % от диапазона)

Постоянный ток

Защита входа сменные предохранители: 11 А / 1000 В и 440 мА / 1000 В.

Параллельное сопротивление 0,01 Ω для диапазона 2 А и 10 А
1 Ω для 20 мА и 200 мА
нагрузка вторичной цепи напряжения < 5 мВ для диапазона 200 мкА и 2 мА.

Входные характеристики

Диапазон	Полномасштабный (5,5 разрядов)	Разрешение			Напряжение нагрузки
		Низкая скорость	Средняя скорость	Высокая скорость	
200 мкА	199,999 мкА	0,001 мкА	0,01 мкА	0,01 мкА	<5 мВ
2 мА	1999,99 мкА	0,01 мкА	0,1 мкА	0,1 мкА	<5 мВ
20 мА	19,9999 мА	0,1 мкА	1 мкА	1 мкА	<0,05 В
200 мА	199,999 мА	1 мкА	10 мкА	10 мкА	<0,5 В
2 А	1,99999 А	10 мкА	100 мкА	100 мкА	<0,1 В
10 А	10,0000 А	100 мкА	1 мА	1 мА	<0,5 В

Точность

Диапазон	Неточность ^[1]		Температурный коэффициент/°С температурной среды 18-28°С
	90 дней	1 год	
	23 °С ± 5 °С	23 °С ± 5 °С	
200 мкА	0,02 + 0,005	0,03 + 0,005	0,003 + 0,001
2 мА	0,015 + 0,005	0,02 + 0,005	0,002 + 0,001
20 мА	0,03 + 0,02	0,04 + 0,02	0,005 + 0,001
200 мА	0,02 + 0,005	0,03 + 0,008	0,005 + 0,001
2 А	0,05 + 0,02	0,08 + 0,02	0,008 + 0,001
10 А	0,18 + 0,01	0,2 + 0,01	0,008 + 0,001

Примечания:
[1] Неточность определяется как ±(% от показания + % от диапазона)

Переменный ток

Технические характеристики напряжения переменного тока приведены для синусоидальных сигналов переменного тока с амплитудой более 5 % от диапазона. Для входных сигналов с уровнями от 1 % до 5 % от диапазона добавьте дополнительную погрешность 0,1 % от диапазона.

Защита входа сменные предохранители: 11 А / 1000 В и 440 мА / 1000 В

Метод измерения связанный по переменному току – истинное среднеквадратичное значение.

Параллельное сопротивление..... 0,01 Ω для диапазона 2 А и 10 А
1 Ω для 20 мА и 200 мА

Диапазон рабочих частот фильтра переменного тока..... 20 Гц – 100 кГц

Максимальный коэффициент амплитуды..... 3:1 при полной шкале показаний.

Дополнительные погрешности коэффициента амплитуды (<100 Гц) коэффициент амплитуды 1-2,
0,05% от полной шкалы
коэффициент амплитуды 2-3, 0,2% от полной шкалы
Применяется только для несинусоидных сигналов

Входные характеристики

Диапазон	Полномасштабный (5,5 разрядов)	Разрешение			Напряжение нагрузки
		Низкая скорость	Средняя скорость	Высокая скорость	
20 мА	19,9999 мА	0,1 мкА	1 мкА	1 мкА	<0,05 В
200 мА	199,999 мА	1 мкА	10 мкА	10 мкА	<0,5 В
2 А	1,99999 А	10 мкА	100 мкА	100 мкА	<0,1 В
10 А	10,0000 А	100 мкА	1 мА	1 мА	<0,5 В

Точность

Диапазон	Частота	Неточность ^[1]		Температурный коэффициент/°С температура среды 18 – 28 °С
		90 дней	1 год	
		23 °С ± 5 °С	23 °С ± 5 °С	
20 мА	20 Гц – 45 Гц	1 + 0,05	1,25 + 0,06	0,015 + 0,005
	45 Гц – 2 кГц	0,25 + 0,05	0,3 + 0,06	0,015 + 0,005
200 мА	20 Гц – 45 Гц	0,8 + 0,05	1 + 0,06	0,015 + 0,005
	45 Гц – 2 кГц	0,25 + 0,05	0,3 + 0,06	0,015 + 0,005
2 А	20 Гц – 45 Гц	1 + 0,05	1,25 + 0,06	0,015 + 0,005
	45 Гц – 2 кГц	0,25 + 0,05	0,3 + 0,06	0,015 + 0,005
10 А	20 Гц – 45 Гц	1 + 0,1	1,25 + 0,12	0,015 + 0,005
	45 Гц – 2 кГц	0,35 + 0,1	0,5 + 0,12	0,015 + 0,005

Примечания:
[1] Неточность определяется как ±(% от показания + % от диапазона)

Частота

Время срабатывания	131 мс
Метод измерения	связанный по переменному току ввод с использованием измерительной функции переменного тока.
Установление сигнала	когда изменяется частота измерения после смещения по постоянному току, может возникать ошибка. Для обеспечения точности измерений подождите по крайней мере одну секунду, чтобы установилась RC-постоянная времени блокировки входа.
Измерения	для минимизации погрешностей измерения, необходимо защитить входы от внешних помех при измерении низкочастотных сигналов низкого напряжения.

Точность

Диапазон	Частота	Неточность		Температурный коэффициент/°C температура среды 18 – 28 °C
		90 дней	1 год	
		23 °C ± 5 °C		
от 100 мВ до 750 В [1,2]	20 Гц – 2 кГц	0,01 + 0,002	0,01 + 0,003	0,002 + 0,001
	2 – 20 кГц	0,01 + 0,002	0,01 + 0,003	0,002 + 0,001
	20 – 200 кГц	0,01 + 0,002	0,01 + 0,003	0,002 + 0,001
	200 кГц – 1 МГц	0,01 + 0,004	0,01 + 0,006	0,002 + 0,002
Примечания:				
[1] Вход > 100 мВ				
[2] Ограничено: 8 x 10 ⁷ В x Гц				

Определение целостности цепи

Порог определения целостности цепи	20 Ω
Тестовый ток	1 мА
Время реакции	100 измерений/сек. со звуковым сигналом.
Скорость измерения	высокая
Максимальное показание	199,99 Ω
Разрешение	0,01 Ω

Проверка диодов

Время реакции	100 измерений/сек. со звуковым сигналом.
Скорость измерения	высокая
Максимальное показание	1,9999 В
Разрешение	0,1 мВ

Глава 2

Подготовка измерительного прибора к работе

Заголовок	Страница
Введение	2-3
Вскрытие упаковки и его осмотр	2-3
Хранение и транспортировка прибора.....	2-3
Рекомендации по энергоснабжению	2-3
Выбор сетевого напряжения.....	2-4
Замена плавких предохранителей	2-4
Предохранитель в сети питания	2-4
Входной ток Предохранители.....	2-5
Подсоединение к линии питания	2-7
Включение питания	2-7
Регулировка ручки.....	2-8
Установка измерительного прибора в стойку для оборудования	2-9
Чистка измерительного прибора	2-10
Режим эмуляции Fluke 45	2-10
Подсветка всех сегментов дисплея	2-10

Введение

В этой главе описана подготовка прибора к работе, в частности – выбор соответствующего напряжения питания, подключение силового кабеля к электросети и порядок включения. В главу также включена информация о хранении, транспортировке и чистке измерительного прибора.

Вскрытие упаковки и его осмотр

При выборе упаковочного материала соблюдается особая осторожность для обеспечения безопасной доставки измерителя. Если при перевозке измеритель подвергается ненормальному обращению, на картонном поддоне могут быть видны внешние повреждения. При наличии повреждений сохраните транспортную тару и упаковочный материал для проверки перевозчиком.

Осторожно извлеките измеритель из транспортной тары и проверьте содержимое на наличие повреждений и отсутствие деталей. Если измерительный прибор оказался поврежденным или недоукомплектованным, немедленно дайте об этом знать курьеру или сообщите в компанию Tektronix. Если вы должны вернуть измеритель, сохраните контейнер и упаковочный материал.

Хранение и транспортировка прибора

Чтобы подготовить измерительный прибор к транспортировке или к хранению, упакуйте его в герметичный пакет; пакет поместите в упаковочный материал внутри оригинального транспортировочного контейнера и запечатайте его. Для транспортировки желательно использовать оригинальный контейнер, поскольку он обеспечивает защиту прибора от ударов и сотрясений, возможных даже при нормальных условиях погрузки/разгрузки. Если оригинальная транспортная тара отсутствует, используйте коробку размерами 17,5 x 15,5 x 8,0 дюймов, с амортизирующим материалом, который заполняет пространство между измерительным прибором и стенками коробки.

Чтобы поместить прибор на хранение, установите коробку с крышкой в место, соответствующее всем условиям хранения, описанным в разделе 1 настоящего руководства «Общие технические характеристики».

Рекомендации по энергоснабжению

Измеритель работает в соответствии с различными стандартами распределения мощности, используемыми в мире, и должен быть настроен для работы от сетевого напряжения питания. Измеритель уже упаковывается готовым к использованию от сетевого напряжения, указанного во время заказа. Если выбранное сетевое напряжение не соответствует тому, к которому подключен измеритель, то его настройки должны быть изменены, при этом, возможно, потребуются замена линейного плавкого предохранителя.

Выбор сетевого напряжения

Измеритель может работать на четырех различных входных сетевых напряжениях. Выбранные настройки сетевого напряжения отображаются в окошке держателя линейного плавкого предохранителя на задней панели измерителя.

1. Отсоедините шнур питания.
2. Вставьте отвертку со стандартным лезвием в узкую прорезь слева от держателя плавкого предохранителя и поднимайте ее вправо, пока держатель не выскочит из пазов. См. Рисунок 2-1.
3. Извлеките блок переключателя напряжения из держателя плавкого предохранителя.
4. Поворачивайте блок переключателя, пока снаружи не появится требуемое номинальное напряжение.
5. Вставьте блок переключателя обратно в держатель плавкого предохранителя.
6. Вставьте держатель обратно в измеритель и подсоедините шнур питания.

При изменении настроек сетевого напряжения для правильной работы измерителя может потребоваться установка другого плавкого предохранителя в линии питания.

Замена плавких предохранителей

В измерителе используется плавкий предохранитель для защиты входа сети питания и два предохранителя для защиты сигнального входа при измерении тока.

Предохранитель в сети питания

В линии питания измерителя последовательно с источником питания установлен плавкий предохранитель. В таблице 2-1 приведены соответствующие типы плавких предохранителей для каждого из четырех вариантов сетевого напряжения. Доступ к плавкому предохранителю в линии питания осуществляется через заднюю панель.

1. Отсоедините шнур питания.
2. Вставьте отвертку со стандартным лезвием в узкую прорезь слева от держателя плавкого предохранителя и поднимайте ее вправо, пока держатель не выскочит из пазов. См. Рисунок 2-1.
3. Извлеките плавкий предохранитель и замените его предохранителем с соответствующими параметрами для выбранного сетевого напряжения в линии питания. См. таблицу 2-1.
4. Вставьте блок переключателя обратно в держатель плавкого предохранителя.

⚠⚠ Предупреждение!

Во избежание пожара или поражения электрическим током не используйте самодельные плавкие предохранители или не закорачивайте держатель плавкого предохранителя.

Таблица 2-1. Линейное напряжение на номинал предохранителя

Выбор линейного напряжения	Номинал предохранителя
100 / 120	0,200 А, 250 В (медленное перегорание)
220 / 240	0,100 А, 250 В (медленное перегорание)

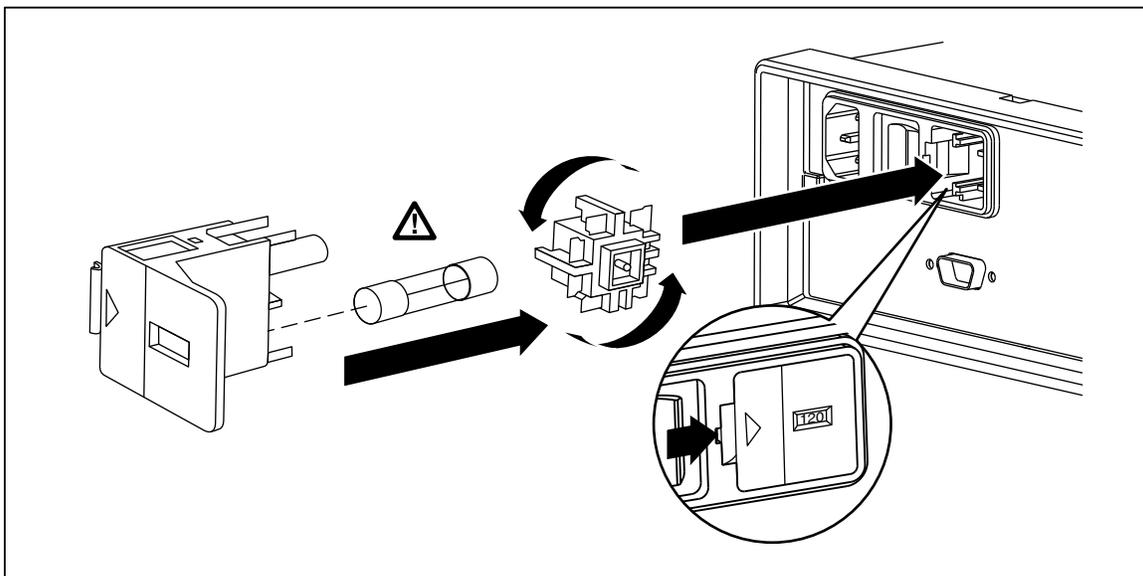


Рисунок 2–1. Замена сетевого плавкого предохранителя

eue20.eps

Входной ток Предохранители

Входы на **200 мА** и **10 А** защищены плавкими предохранителями, заменяемыми пользователем.

- Вход на **200 мА** защищен плавким предохранителем (F2) с номиналом 440 мА, 1000 В (быстрое перегорание); минимальный ток срабатывания 10,000 А.
- Вход на **10 А** защищен плавким предохранителем (F1) с номиналом 11 А, 1000 В (быстрое перегорание), минимальный ток срабатывания 10,000 А.

⚠⚠ Предупреждение!

Во избежание пожара или дугового разряда замените медленно перегорающий предохранитель на предохранитель с идентичным номиналом.

Порядок проверки предохранителей на токовом входе:

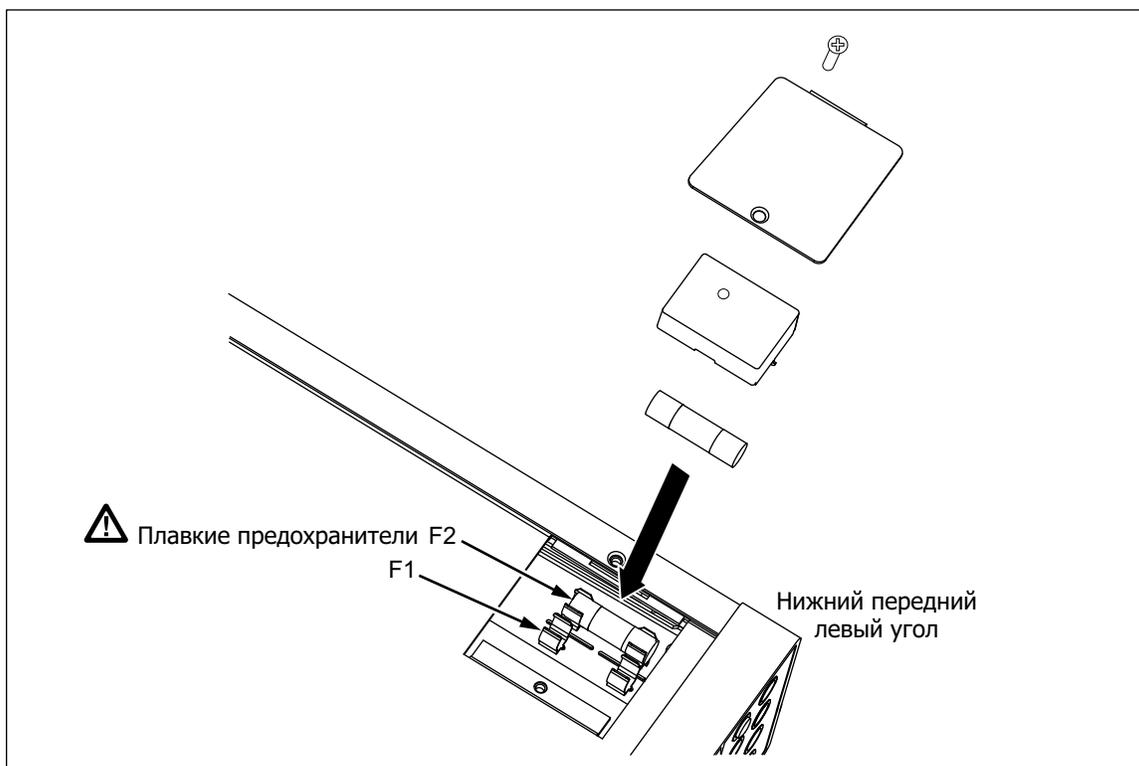
1. Включите измеритель и вставьте провод для подключения к прибору в клемму **INPUT VΩ→+))) HI**.
2. Нажмите **Ω**.
3. Нажмите **▼**, чтобы установить диапазон 200 Ω. Для проверки предохранителя на миллиамперном входе можно использовать только диапазоны 200 Ω, 2 кΩ и 20 кΩ.
4. Вставьте другой конец провода для подключения к прибору в клемму **mA**. Если плавкий предохранитель исправен, на дисплей измерителя будет выведено показание <10 Ω. При перегорании предохранителя на дисплее измерителя отобразится символ **OL**, что указывает на перегрузку.
5. Извлеките провод для подключения к прибору из клеммы **mA** и вставьте его в клемму **10 А**. Если плавкий предохранитель исправен, на дисплее измерителя будет выведено показание <2 Ω. При перегорании предохранителя на дисплее измерителя отобразится символ **OL**, что указывает на перегрузку.

⚠⚠ Предупреждение!

Во избежание поражения электрическим током, перед открытием крышки отсека плавкого предохранителя на токовом входе, отсоедините шнур питания и все измерительные провода, подключенные к прибору.

Для проверки предохранителей на токовом входе сделайте следующее.

1. Обесточьте измерительный прибор, отключив шнур питания от сети.
2. Переверните прибор.
3. Открутите фиксирующий винт крышки предохранительного отсека, расположенной в нижней части измерительного прибора. См. Рисунок 2–2.
4. Снимите защитную крышку с держателей плавких предохранителей, слегка отжав заднюю кромку крышки, пока она не разъединится с печатной платой. Потяните за заднюю кромку крышки и извлеките ее из отсека плавких предохранителей.
5. Извлеките неисправный предохранитель и замените его предохранителем с соответствующим номиналом. См. таблицу 2–1.
6. Поместите на место защитную крышку, накрыв ею предохранители, одновременно выравнивая захваты с отверстиями в печатной плате. Прижимайте крышку, пока захваты не зафиксируются на печатной плате.
7. Закройте дверцу отсека плавких предохранителей и завинтите фиксирующий винт.



fkz04.eps

Рисунок 2–2. Замена плавких предохранителей на токовом входе

Подсоединение к линии питания

⚠⚠ Предупреждение!

Во избежание опасности поражения током вставьте трехпроводный шнур питания в розетку, заземленную соответствующим образом. Не следует использовать двухпроводный переходник или удлинитель, так как это может привести к размыканию заземления. Если использование двухпроводного шнура питания необходимо, то следует подсоединить заземляющий провод между зажимом заземления и заземлением перед подсоединением шнура питания или включением измерителя.

1. Проследите, чтобы селектор напряжения в сети был правильно установлен.
2. Проверьте, что плавкий предохранитель соответствует сетевому напряжению.
3. Вставьте шнур питания в трехштырьковую розетку с соответствующим заземлением. В таблице 2–2 приведено описание сетевых шнуров, которые можно приобрести в компании Tektronix

Таблица 2–2. Типы сетевых шнуров , которые можно приобрести в компании Tektronix

Тип	Напряжение / Ток	Номер по каталогу Tektronix
Северная Америка	120 В / 15 А	161-0066-00
Северная Америка	250 В / 10 А	161-0066-12
Европейский универсальный	250 В / 10 А	161-0066-09
Великобритания	250 В / 10 А	161-0066-10
Швейцария	250 В / 10 А	161-0154-00
Австралия	250 В / 10 А	161-0066-13
Япония	125 В / 7 А	161-0298-00
Китай	250 В / 10 А	161-0304-00

Включение питания

1. Если необходимо, подсоедините измеритель к линии питания.
2. Установите выключатель питания на задней панели так, чтобы была нажата сторона “I”. Измеритель включится, и на короткое время засветятся все сегменты светодиодных индикаторов.

Примечание

Для экономии мощности измеритель можно установить в режим ожидания, нажав  на задней панели. Чтобы перевести измеритель в полный режим, нажмите эту кнопку снова.

Регулировка ручки

Регулируемая ручка-подставка прибора обеспечивает два угла обзора. Ручка также может использоваться для переноса или хранения измерительного прибора.

Чтобы отрегулировать ручку, выдвиньте оба конца до упора (приблизительно 1/4 дюйма с каждой стороны), а затем поверните ее в одну из четырех фиксированных позиций, как показано на рисунке 2–3.

Чтобы снять ручку, установите ее в вертикальную позицию и полностью вытяните концы.

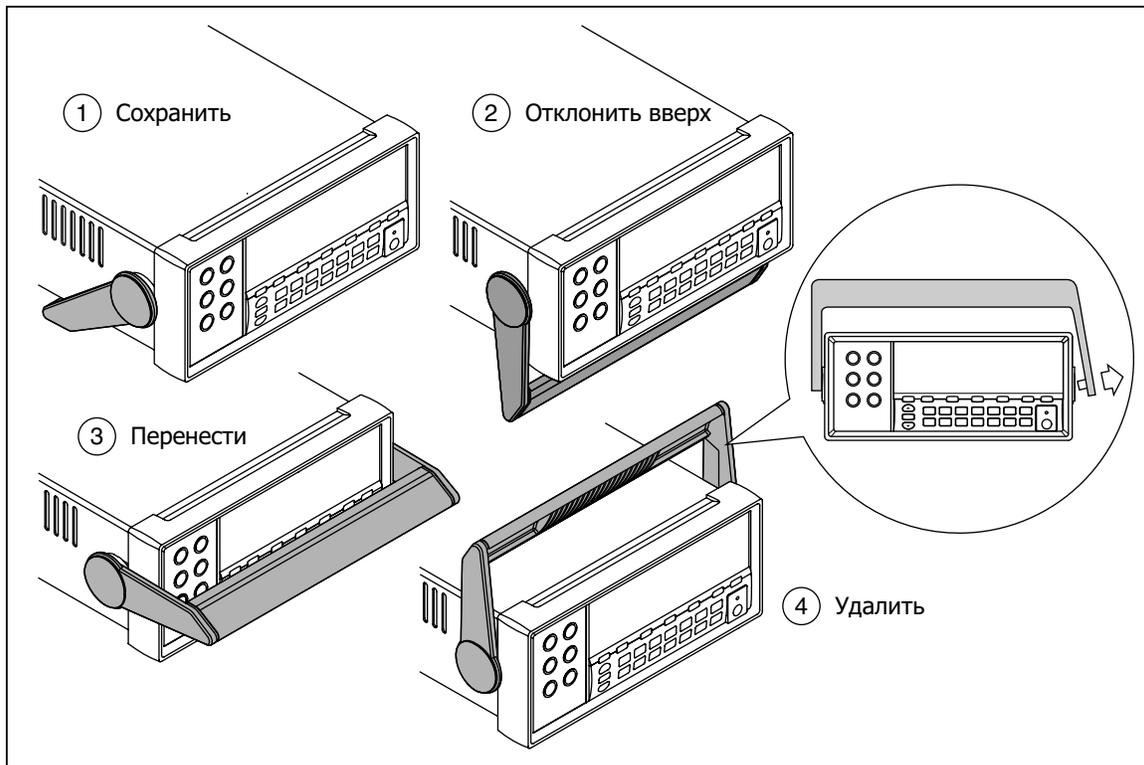


Рисунок 2–3. Регулировка и снятие ручки

fkz21.eps

Установка измерительного прибора в стойку для оборудования

Измеритель устанавливается в стандартную 19-дюймовую стойку с использованием комплекта для крепления. Информацию для заказа см. в разделе "Вспомогательное оборудование" главы 1.

Перед установкой измерителя в стойку снимите ручку, переднюю и заднюю защитные накладки. Чтобы снять накладку, выдвиньте уголок, затем стяните его, как показано на рисунке 2–4.

Чтобы установить измеритель в стойку, ознакомьтесь с инструкциями, поставляемыми с комплектом для крепления в стойку.

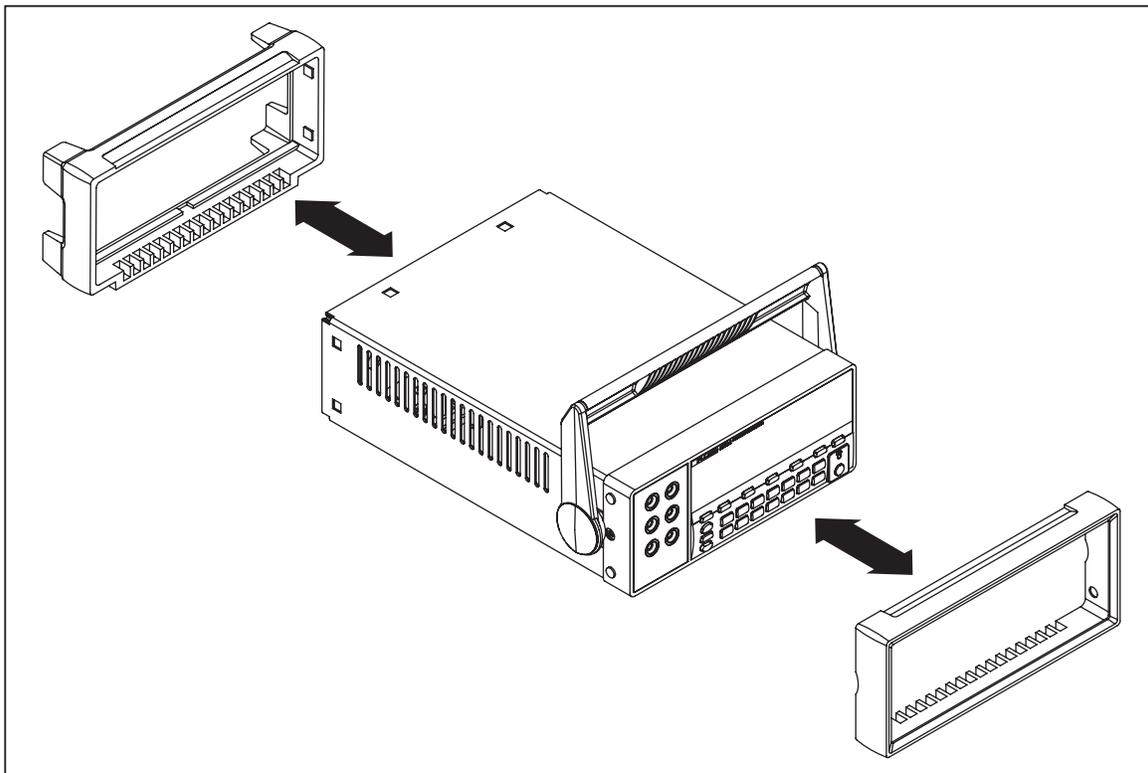


Рисунок 2–4. Снятие накладки

eue22.eps

Чистка измерительного прибора

⚠⚠ Предупреждение!

Во избежание поражения электрическим током или повреждения измерителя никогда не допускайте попадания воды вовнутрь измерителя.

⚠ Предостережение

Чтобы избежать повреждения корпуса измерителя, не допускайте попадания растворителей на его поверхность.

Если необходимо очистить измеритель, протрите его тканью, смоченной в воде или в растворе мягкого моющего вещества. При очистке измерителя не используйте ароматические углеводороды, спирт, хлорсодержащие растворители или жидкости на основе метилового спирта.

Режим эмуляции Fluke 45

Режим эмуляции Fluke 45 позволяет использовать в приборе DMM4020 Tektronix программы, работающие на мультиметре модели Fluke 45.

Для переключения измерительного прибора в режим эмуляции Fluke 45 сделайте следующее.

1. Нажмите и удерживайте 2 секунды кнопки **Shift** и **(S6)**.
2. Нажимайте **▲** или **▼**, чтобы выполнить переход от **4020** к **Fluke 45**. Выбранный режим будет отображаться на дисплее ярко, а другой – с пониженной яркостью.
3. Для установки режима и сброса параметров измерительного прибора нажмите кнопку **RANGE**.

Подсветка всех сегментов дисплея

Чтобы высветить все сегменты дисплея, прежде всего, выключите измерительный прибор. Затем нажмите и удерживайте кнопку **Shift**, после чего включите измерительный прибор, нажав кнопку **⏻**. Отпустите кнопки, когда дисплей засветится. Чтобы вернуться в нормальный режим измерений, нажмите кнопку **Shift**.

Глава 3

Управление Измерителем с передней панели

Заголовок	Страница
Введение	3-3
Двойной дисплей	3-6
Главный дисплей	3-6
Вспомогательный дисплей	3-6
Задняя панель	3-8
Выбор диапазона измерений	3-9
Выбор скорости измерений	3-9
Выбор функции измерения	3-9
Измерение напряжения	3-9
Измерение частоты	3-10
Диапазоны измерения частоты	3-10
Измерение сопротивлений	3-11
2-проводное измерение сопротивления	3-11
4-проводное измерение сопротивления	3-12
Измерение тока	3-13
Автоматическое определение входных клемм	3-14
Испытание / целостности диода	3-15
Выполнение измерений с функцией запуска	3-16
Установка режима запуска	3-16
Подключение внешнего триггера	3-16
Выбор модификатора функции	3-18
Модификатор относительных показаний	3-18
Модификатор децибелов и звуковой мощности	3-18
Функция Touch Hold («прикосновение и фиксация») (HOLD)	3-19
Модификатор минимального/максимального значения (MIN MAX)	3-20
Использование модификаторов функций в комбинациях	3-21
Операции второго уровня (Использование кнопки SHIFT)	3-21
Функция сравнения (COMP)	3-22
Установка диапазона сравнения	3-22
Использование функции сравнения	3-22
Редактор списка и числовой редактор	3-23
Использование редактора списка	3-23
Использование числового редактора	3-24
Функциональные клавиши S1 – S6	3-25

Конфигурация режима включения питания.....	3-26
Калибровка	3-26

Введение

Управлять Измерителем можно либо с помощью команд интерфейса RS232, либо с передней панели. Данная глава объясняет назначение и использование органов управления и индикаторов, расположенных на передней панели Измерителя. Управление Измерителем с помощью интерфейса RS232 описано в главе 4.

На передней панели расположены три основных элемента: входные клеммы (слева), двойной дисплей (главный и вспомогательный) и клавиатура. Описание передней панели приведено на рисунке 3-1, а описание ее функций в таблице 3-1.

С помощью передней панели выполняются следующие операции.

- Выбор измерительных функций (постоянное и переменное напряжение, постоянный и переменный ток, сопротивление, частота, проверка диодов и проверка целостности цепи) для главного и/или вспомогательного дисплеев.
- Выполнение измерений и снятие показаний дисплеев.
- Выбор режимов ручного или автоматического переключения диапазона.
- Ручное переключение диапазона измерений для главного дисплея.
- Выбор модификаторов функций, которые позволяют отображать относительные показания, минимальные и максимальные значения или включить функцию TouchHold® («прикосновение и фиксация»), предназначенную для удержания показаний на главном дисплее.
- Изменение скорости измерений (низкая, средняя, высокая).
- Выполнение измерений и сравнение результатов с допустимыми пределами.
- Использование функции редактирования для выбора опций из списка, введения относительной базы, верхнего (HI) или нижнего (LO) пределов для режима сравнения.
- Конфигурирование компьютерного интерфейса (RS-232).
- Отправка сообщений непосредственно на принтер или терминал с помощью интерфейса RS-232.

Таблица 3–1. Элементы передней панели (продолжение)

Номер	Наименование	Описание
9		Первый уровень управления: установка скорости измерений (низкая, средняя или высокая) Второй уровень управления: выбор источника для запуска измерения
10		Первый уровень управления: включение функции Touch Hold («прикосновение и фиксация») Второй уровень управления: установка уровня минимального отклика для функции Touch Hold («прикосновение и фиксация»)
11		Первый уровень управления: выбор функции относительных показаний, при которой отображается разность между относительной базой и входным сигналом Второй уровень управления: установка относительной базы
12		Первый уровень управления: переключение в режим логарифмического измерения (в дБ) Второй уровень управления: установка эталонного полного сопротивления (для измерений в дБ)
13		Запоминание минимальных и максимальных входных значений
14	      	Выбор измерительных функций: Частота Постоянное напряжение Переменное напряжение Постоянный ток Переменный ток Сопротивление (Омы) Проверка целостности электрических цепей («прозвонка») и работоспособности диодов (переключатель)
15		Переключатель режимов ручного или автоматического переключения диапазона. Кнопки  и  увеличивают и уменьшают диапазон в ручном режиме
16	10 A	Входная клемма для измерения постоянного и переменного тока в диапазоне 10 А
17	mA	Входная клемма для измерения постоянного и переменного тока в диапазоне 200 мА

Двойной дисплей

Измерительный прибор оборудован двойным вакуумным флуоресцентным дисплеем с цифровым разрешением – 5,5. Информация об индикаторах и сигнализаторах дисплея приведена в таблицах Рисунке 3-2 и 3-2.

Двойной дисплей состоит из основной и вспомогательной панелей, на которых отображаются данные измерений, а также служебные сигналы и сообщения. Устройства сигнализации показывают единицы измерения и рабочую конфигурацию прибора.

Двойной дисплей позволяет просматривать одновременно две характеристики входного сигнала. Измерительный прибор периодически переключается между характеристиками. Сначала он измеряет первый параметр и отображает его на одном дисплее, после чего измеряет второй параметр и отображает его на другом дисплее. (Подробная информация приведена в приложении А «Методика измерений с использованием двойного дисплея».)

При выходе за пределы выбранного диапазона на дисплее измерительного прибора отображается символ ∞ , что указывает на перегрузку.

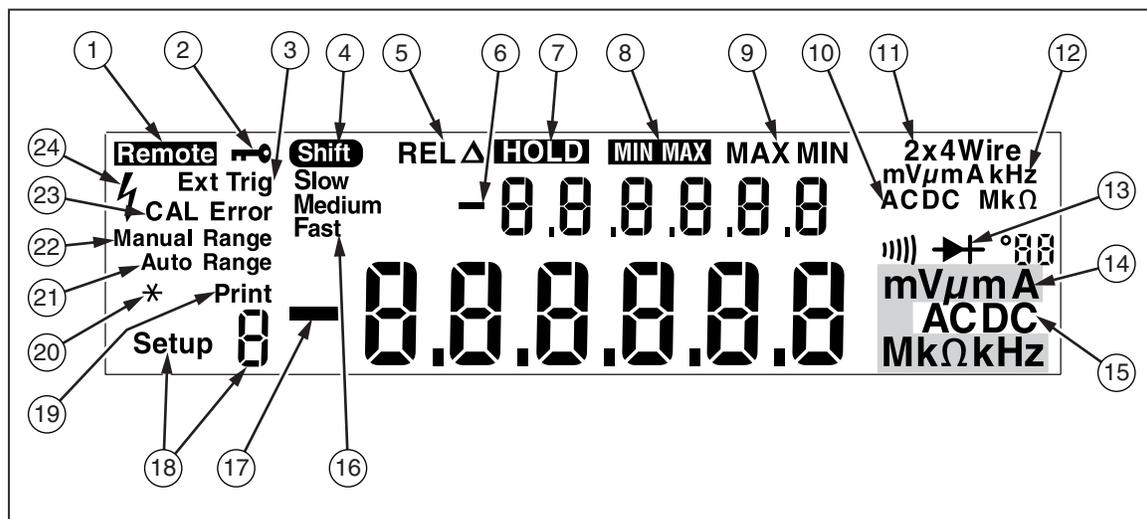
Главный дисплей

Главный дисплей занимает нижний сегмент двойного дисплея и включает в себя крупные цифры и устройства сигнализации. Главный дисплей отображает данные измерений, используя модификаторы функций REL (относительные показания), MIN MAX (минимум/максимум), HOLD (Touch Hold – «прикосновение и фиксация») и dB (измерения в дБ).

Вспомогательный дисплей.

Вспомогательный дисплей занимает верхний сегмент двойного дисплея и включает в себя цифры и индикаторы меньшего размера.

Модификаторы функций REL, HOLD, MIN MAX, dB а также режим ручного переключения диапазона не могут быть выбраны для вспомогательного дисплея. Вспомогательный дисплей может либо находиться в режиме автоматического переключения диапазона, либо работать в диапазоне главного дисплея, если для обоих дисплеев выбрана одна функция.



eue01f.eps

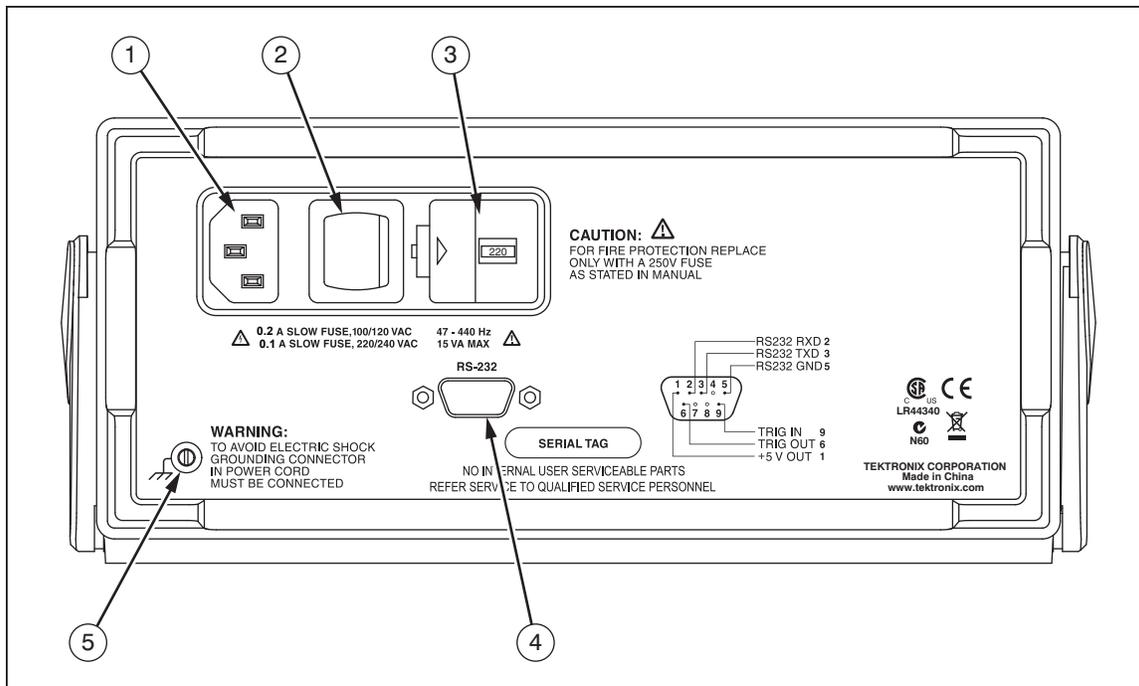
Рисунке 3-2. Дисплей Сигнализаторы и индикаторы

Таблица 3–2. Устройства сигнализации и индикации дисплея

Номер	Наименование	Описание
①	Remote	Измерительный прибор находится в режиме дистанционного управления
②		Передняя панель отключена
③	Ext Trig	Прибор находится в режиме внешнего запуска
④	Shift	При нажатии кнопки  выбирается вспомогательная функция
⑤	REL Δ	Выбор функции относительных показаний
⑥	–	Измеряемая величина на вспомогательном дисплее отрицательна
⑦	HOLD	Выбор модификатора функции Touch Hold («прикосновение и фиксация»)
⑧	MINMAX	Выбор модификатора функции максимум/минимум
⑨	MAX MIN	Показание максимально или минимально
⑩	AC DC	Вид напряжения, отображаемого на вспомогательном дисплее
⑪	2x4 Wire (2x4 провода)	Выбор метода измерения сопротивления (2 провода или 4 провода)
⑫	mV μ A kHz M $\kappa\Omega$ (мВ, мкВ, кГц, М/кОм)	Единица измеряемой величины на вспомогательном дисплее
⑬		Выбор проверки целостности электрических цепей или диодов
⑭	mV μ A M $\kappa\Omega$ kHz (мВ, мкВ, М/кОм, кГц)	Единица измеряемой величины на главном дисплее
⑮	AC DC	Вид напряжения, отображаемого на главном дисплее
⑯	Slow, Medium, Fast (низкая, средняя, высокая)	Скорость измерений
⑰	–	Измеряемая величина на главном дисплее отрицательна
⑱	Setup $\text{}$ (сигнальное сообщение настройки)	Показывает текущую конфигурацию прибора
⑲	Print (Печать)	Прибор находится в режиме печати (только для интерфейса RS-232)
⑳	* (звездочка)	Мигает при выполнении каждого измерительного цикла
㉑	Auto Range (автоматическое переключение диапазона)	Прибор находится в режиме автоматического переключения диапазона.
㉒	Manual Range (ручной выбор диапазона)	Прибор находится в режиме ручного выбора диапазона.
㉓	CAL Error	Ошибка калибровки
㉔		Обнаружено высокое напряжение. Значок появляется, когда напряжение превышает 30 В постоянного тока или эффективного значения переменного тока

Задняя панель

Информация о функциях и элементах задней панели приведена на рисунке 3-3 и в таблице 3-3.



Рисунке 3-3. Задняя панель

gdb03.eps

Таблица 3-3. Элементы задней панели

Номер	Наименование	Описание
①	Разъем сети электропитания	Предназначен для подключения измерительного прибора к сети с помощью шнура питания
②	Выключатель электропитания	Включает и выключает измерительный прибор
③	Патрон для плавких предохранителей и переключатель напряжения сети питания	Содержит следующие предохранители: 0,200 А, 100/120 В перем. тока, замедленное перегорание 0,100 А, 220/240 В перем. тока, замедленное перегорание Позволяет переключать сетевое напряжение: 100, 120, 220 и 240 В перем. тока
④	Разъем интерфейса RS-232	Разъем для подключения интерфейса RS-232 и устройства внешнего запуска. Позволяет подключать Измеритель к хосту, последовательному порту принтера или терминалу, а также к устройству внешнего запуска.
⑤	Клемма заземления	Позволяет заземлить прибор

Выбор диапазона измерений

Выбор диапазона измерений осуществляется с помощью кнопок **RANGE**,  и . Для выбора режима ручного или автоматического переключения диапазона нажмите кнопку **RANGE**. При выборе автоматического режима на дисплее появится надпись **Auto Range**. При выборе ручного режима на дисплее появится надпись **Manual Range**.

В автоматическом режиме прибор автоматически переходит на следующий диапазон, если измеряемое значение превышает полную шкалу текущего диапазона. Если измеряемая величина превышает все имеющиеся диапазоны, тогда на главном или вспомогательном дисплее отображается сообщение о перегрузке (**OL**). Измеритель автоматически переходит на более низкий диапазон, если измеряемая величина меньше 95 % от полной шкалы более низкого диапазона.

Нажатие кнопок  или  в автоматическом режиме приводит к переключению в ручной режим. При нажатии кнопки  выбирается следующий более высокий диапазон (если таковой существует). При нажатии кнопки  выбирается следующий более низкий диапазон.

Диапазон, установленный при переключении в ручной режим, становится рабочим диапазоном прибора. Прибор остается в этом диапазоне независимо от величины входного сигнала. Ручное переключение диапазона можно выполнять только для показаний, отображаемых на главном дисплее. Вспомогательный дисплей может либо находиться в режиме автоматического переключения диапазона, либо работать в диапазоне главного дисплея, если для обоих дисплеев выбрана одна функция.

Выбор скорости измерений

Измерительный прибор может работать в одном из трех скоростных режимов, устанавливаемых пользователем: медленном, среднем и быстром. Увеличение скорости позволяет повысить оперативность измерений, но при этом снижается точность. Выбранный скоростной режим отображается на главном дисплее как **Slow** (медленный), **Medium** (средний) или **Fast** (быстрый).

Для выбора скорости измерений нажимайте кнопку . Выбранный скоростной режим применим ко всем основным измерениям кроме частотных. Измерения частоты выполняются с фиксированной скоростью, равной четырем замерам в секунду. Нажатие  не влияет на изменение скорости частоты. Скорость измерения для проверки диода и продолжительности всегда высокая.

Выбор функции измерения

Для выбора функции измерений, нажмите кнопку, соответствующую этой функции (см. таблицу 3-1). При выборе функции на дисплее появляется соответствующее сигнальное сообщение. (Например, для измерения постоянного напряжения нажмите кнопку . При этом на дисплее отобразится **DC**.)

Чтобы выбрать суммарное измерение постоянного напряжения и эффективного переменного (**ac + dc total rms**), одновременно нажмите кнопки  и , удерживая их более двух секунд, или кнопки  и , также удерживая их более двух секунд.

Если показание отображается на вспомогательном дисплее, когда нажимается кнопка функции, вспомогательный дисплей выключается, и эта функция выбирается для главного дисплея.

Измерение напряжения

Измерительный прибор рассчитан на измерение постоянного напряжения до 1000 В и переменного – до 750 В.

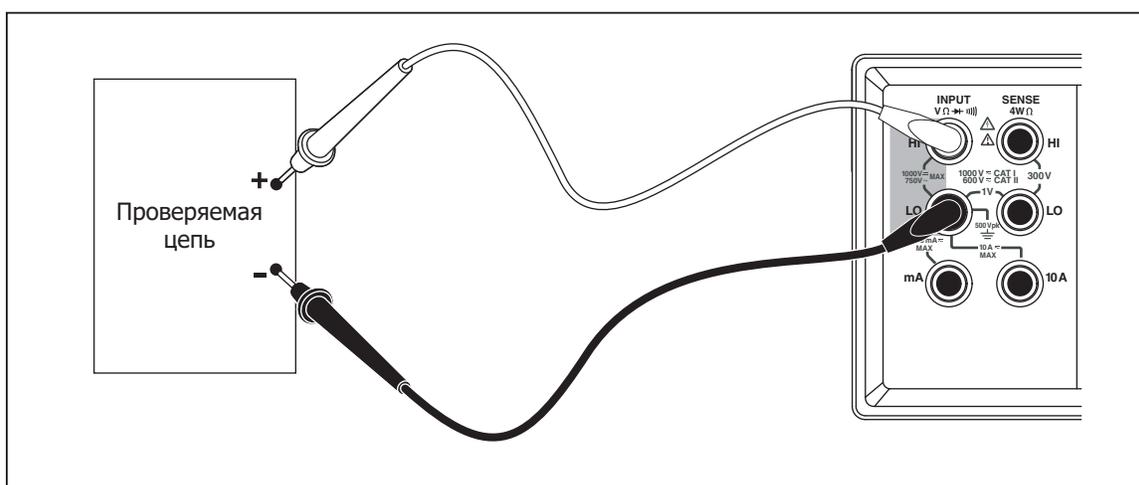
⚠ Предостережение

Во избежание повреждения прибора не подавайте на его входы напряжение до корректного подключения щупов и выбора требуемой измерительной функции.

Для измерения напряжения сделайте следующее.

1. Подключите измерительные выводы прибора к проверяемой цепи, как показано на рисунке 3-4.
2. Нажмите кнопку **DC V** для измерения постоянного напряжения или кнопку **AC V** для измерения переменного напряжения.

Измерительный прибор выбирает соответствующий диапазон в режиме автоматического переключения диапазона. Функция и данные измерений отображаются на дисплее.



fkz10.eps

Рисунке 3-4. Измерение напряжения и частоты

Измерение частоты

Прибор позволяет измерять частоты сигналов переменного тока в диапазоне от 20 Гц до 1 МГц.

Для измерения частоты сделайте следующее.

1. Подключите измерительные выводы прибора к проверяемой цепи, как показано на рисунке 3-4.
2. Для измерения частоты сигналов переменного тока нажмите кнопку **FREQ**. Функция и данные измерений отображаются на дисплее.

Диапазоны измерения частоты

Диапазон измерения частоты устанавливается автоматически, при этом обеспечивается максимальная точность.

Чтобы выбрать диапазон вручную, нажмите кнопку **FREQ** для выбора функции частоты, затем – кнопку **▲** или **▼**. Ручное переключение диапазона можно выполнять только для показаний, отображаемых на главном дисплее.

Если частотный диапазон выбран вручную, при выходе данных за пределы полной шкалы этого диапазона на дисплее измерительного прибора отображается символ **OL**, что указывает на перегрузку. Частотные диапазоны и значения полной шкалы для них приведены в главе 1 «Электрические характеристики».

Измерение сопротивлений

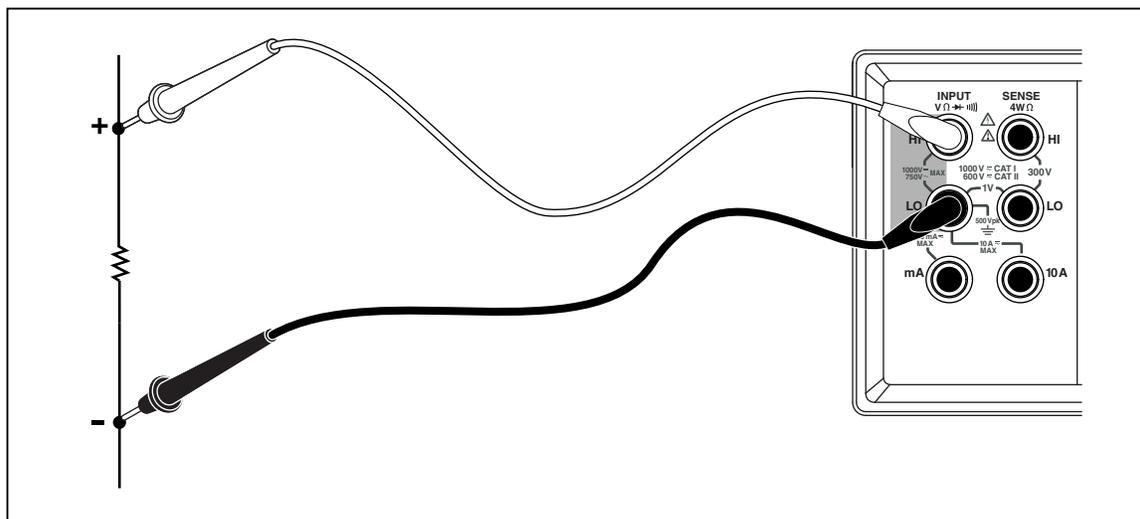
Прибор позволяет измерять сопротивление как по 2-проводной, так и по 4-проводной методике. Для выбора 2-проводного или 4-проводного режима нажмите кнопку Ω . На дисплее измерительного прибора отображается 2*4 Wire при 2-проводном или 2x4-проводном методе измерения и 4 Wire при 4-проводном методе.

2-проводное измерение сопротивления

Для измерения сопротивления в 2-проводном режиме сделайте следующее.

1. Подключите измерительные выводы прибора к проверяемой цепи, как показано на рисунке 3-5.
2. При необходимости нажмите кнопку Ω для выбора 2-проводного режима измерения сопротивления. На дисплее появится сигнальное сообщение 2*4 Wire.

Функция и данные измерений отображаются на дисплее.



Рисунке 3-5. Измерение сопротивлений в 2-проводном режиме

eue11.eps

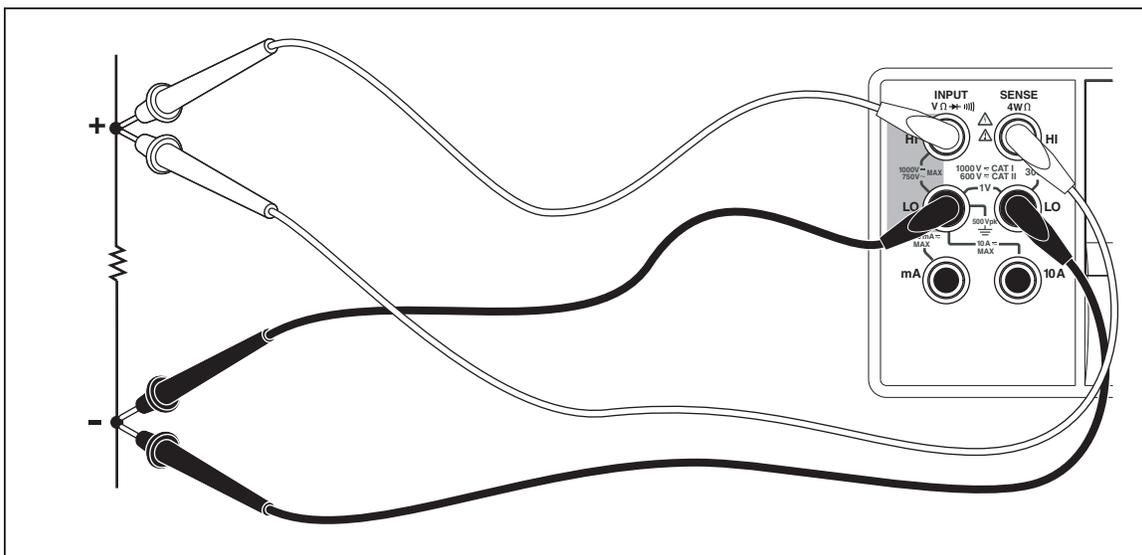
4-проводное измерение сопротивления

Измерительный прибор объединяет два метода 4-проводного измерения сопротивления. Традиционным способом является использование четырех выводов измерительного прибора для подсоединения измерительного прибора к измеряемому сопротивлению. Поставляемые по заказу измерительные кабели 2X4 упрощают четырехпроводное измерение, причем нужно всего лишь вставить два измерительных проводника в разъемы **Input HI** и **LO** на передней панели измерительного прибора.

Для измерения сопротивления в 4-проводном режиме с использованием 4-х кабелей сделайте следующее.

1. Подключите измерительные выводы прибора к проверяемой цепи, как показано на рисунке 3-6.
2. При необходимости нажмите кнопку Ω для выбора 4-проводного режима измерения сопротивления. На дисплее появится сигнальное сообщение **4 Wire**.

Функция и данные измерений отображаются на дисплее.

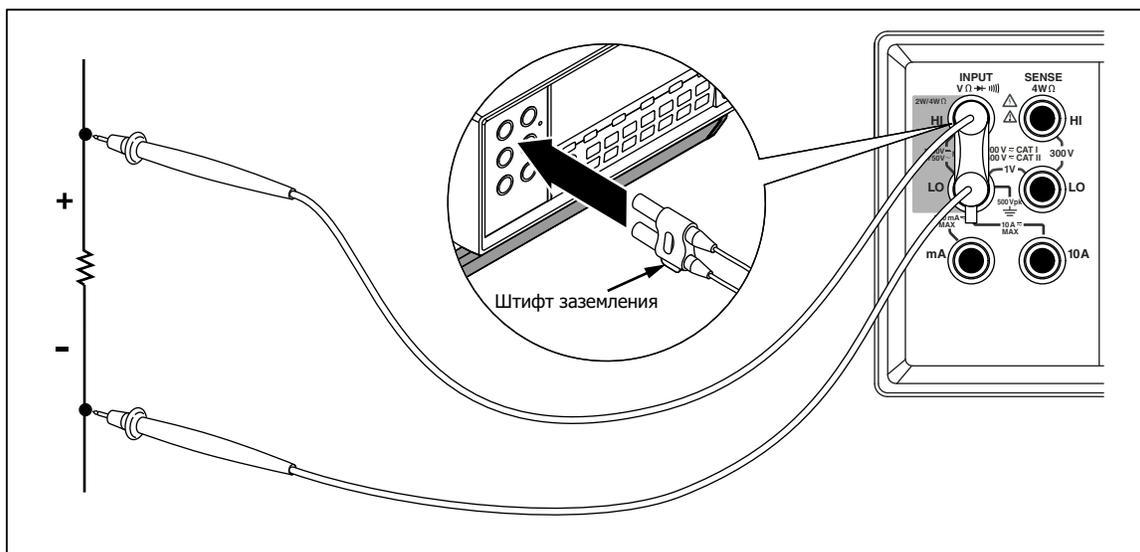


eue12.eps

Рисунке 3-6. Измерение сопротивлений в 4-проводном режиме

Для проведения 4-проводного измерения при помощи диагностических выводов 2X4 Tektronix:

1. Подсоедините измерительные провода к входным гнездам измерительного прибора, как это показано на рисунке 3-7.
2. Нажмите кнопку Ω . На дисплее появится сигнальное сообщение 2*4 Wire.



Рисунке 3-7. Входные подключения для 4-проводного режима с использованием кабелей 2x4 fkz26.eps

Измерение тока

⚠ Предостережение

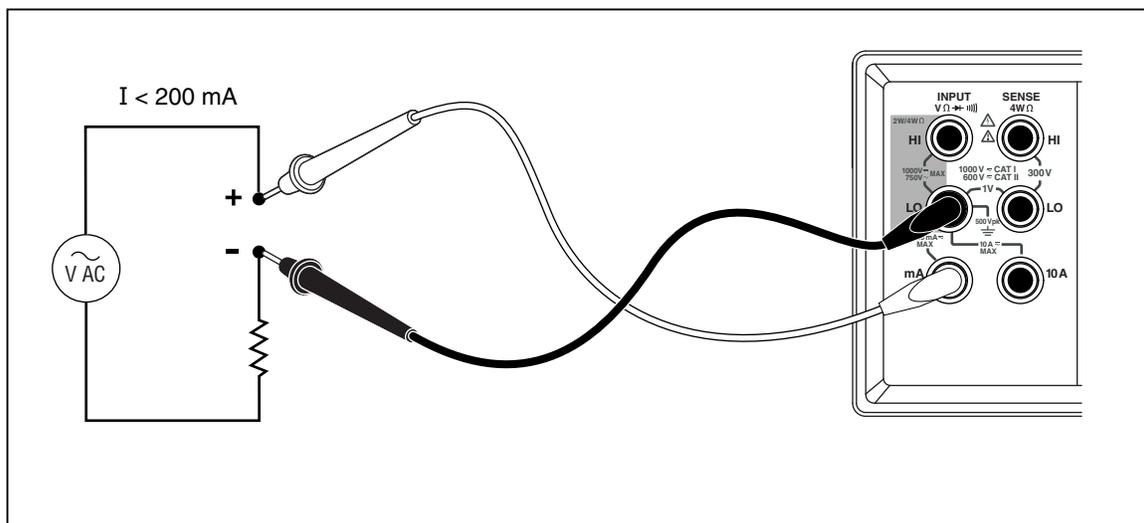
Во избежание перегорания предохранителя или повреждения прибора не подавайте питание в проверяемую цепь до корректного подключения измерительных кабелей к входным клеммам. Для измерения токов, превышающих 200 мА, подключайте измерительные кабели только к клеммам 10 А и LO.

Прибор позволяет измерять постоянные и переменные токи до 10 А.

Для измерения тока сделайте следующее.

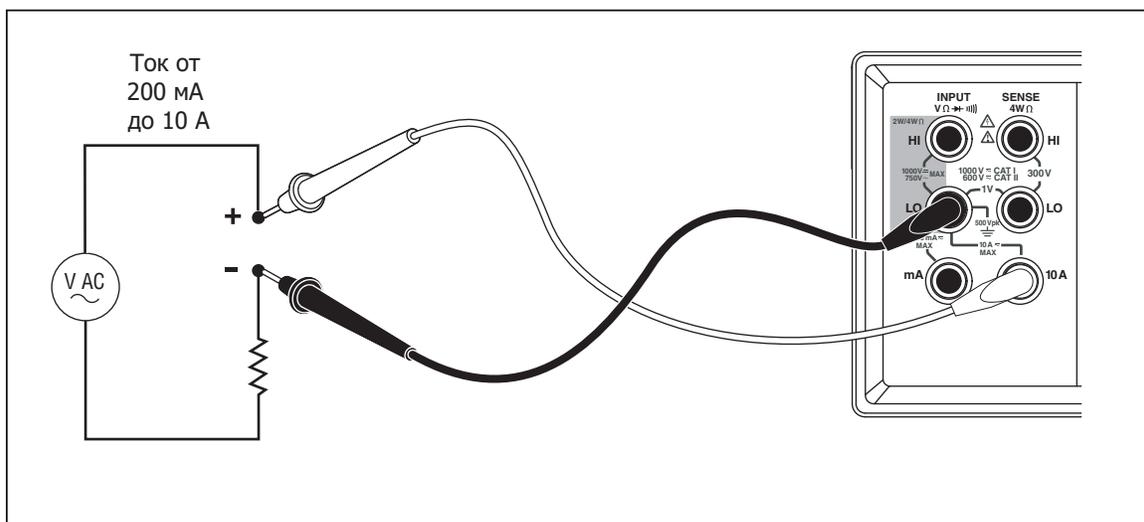
1. Выключите питание проверяемой цепи.
2. Подключите измерительные кабели прибора к проверяемой цепи.
3. Если приблизительное значение тока в цепи не известно, начните измерение, используя клеммы 10 А и LO.
4. Если предполагаемый ток меньше 200 мА, подключите измерительные кабели только к клеммам 200 мА и LO, отключив кабель от клеммы 10 А. См. рисунок 3-8.
5. Для измерения токов от 200 мА до 10 А подключайте измерительные кабели только к клеммам 10 А и LO. См. рисунок 3-9.
6. Нажмите кнопку **AC I** для измерения постоянного тока или кнопку **DC I** для измерения переменного тока.
7. Включите питание проверяемой цепи.

Измерительный прибор выбирает соответствующий диапазон в режиме автоматического переключения диапазона. Функция и данные измерений отображаются на дисплее.



eue13.eps

Рисунке 3-8. Измерение токов $< 200 \text{ mA}$



fkz14.eps

Рисунке 3-9. Измерение токов от 200 mA до 10 A

Автоматическое определение входных клемм

При использовании функции измерения постоянного или переменного токов прибор автоматически определяет на какую из входных клемм подается измеряемый сигнал – **mA** или **10 A**. Сигнализаторы передней панели указывают в каком режиме находится измерительный прибор – mA или A.

Если измерительный кабель подключен к входной клемме **mA**, а кабель от клеммы **10 A** при этом отключен, тогда выбрать можно только диапазоны от 200 мкА до 200 mA . Если измерительный кабель подключен к входной клемме **10A**, тогда выбрать можно только диапазоны 2 A и 10 A .

Испытание / целостности диода

Переключение функций проверки целостности электрических цепей и диодов на главном дисплее выполняется кнопкой . (Эти функции недоступны для вспомогательного дисплея).

Для проверки целостности электрической цепи сделайте следующее.

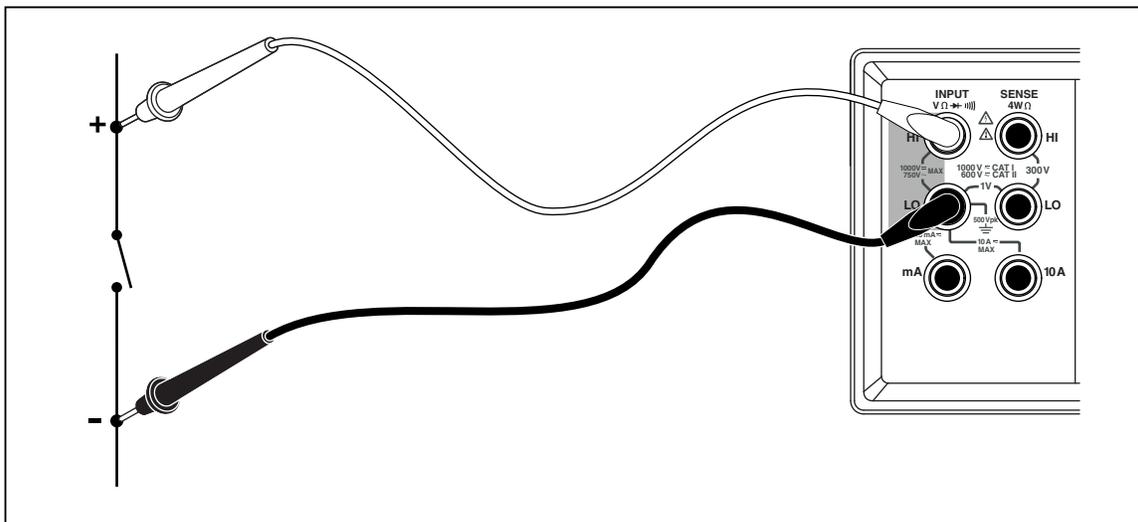
1. При необходимости нажмите кнопку  для выбора режима проверки целостности электрической цепи.
2. Подключите измерительные выводы прибора к проверяемой цепи, как показано на рисунке 3-10.

Если сопротивление цепи окажется ниже 20Ω раздастся непрерывный сигнал бипера.

Для проверки диода или транзисторного перехода сделайте следующее.

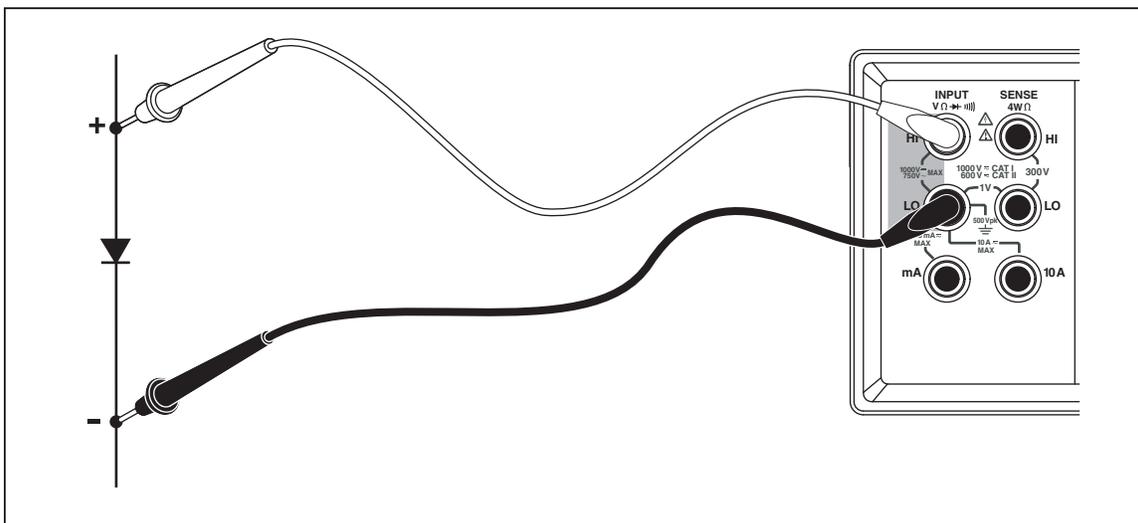
1. При необходимости нажмите кнопку  для выбора режима проверки диодов.
2. Подключите измерительные выводы прибора к диоду или транзистору, как показано на рисунке 3-11.

Прибор покажет прямое падение напряжения на переходе (или переходах) полупроводникового компонента. Показания отображаются в диапазоне 2 V в быстром скоростном режиме измерений. Если входной сигнал превышает 2 V , на дисплее измерительного прибора отображается символ .



Рисунке 3-10. Определение целостности цепи (прозвонка)

eue15.eps



Рисунке 3-11. Проверка диодов

eue16.eps

Выполнение измерений с функцией запуска

Измерительный прибор имеет специальную функцию, которая позволяет выбрать источник сигнала для запуска измерений. В 3 и 5 режимах запуска задержка между получением сигнала триггера и началом измерения составляет 400 мс. Подробные сведения о задержках запуска приведены в главе 1. После завершения каждого измерения на разъем внешнего триггера поступает сигнал низкого уровня «измерение завершено». Информация об этом сигнале приведена в главе 1 «Электрические характеристики».

В следующих разделах описывается автоматический запуск измерительного прибора (внутренний триггер) или внешний запуск с помощью кнопки триггера, расположенной на передней панели, и разъема триггера, расположенного на задней панели.

Установка режима запуска

Предусмотрено пять различных источников для запуска измерений.

- Режим 1 является автоматическим. Измерения запускаются от внутреннего триггера, продолжаются непрерывно и выполняются с максимальной скоростью, доступной для данной конфигурации.
- В режиме 2 измерения запускаются без задержки с помощью кнопки .
- В режиме 3 измерения запускаются с задержкой с помощью кнопки .
- В режиме 4 измерения запускаются без задержки с помощью внешнего сигнала.
- В режиме 5 измерения запускаются с задержкой с помощью внешнего сигнала.

Для выбора источника сигнала запуска сделайте следующее.

1. Нажмите кнопку , затем .
2. Нажмите кнопку  или  для выбора режима запуска.
3. Нажмите кнопку  и удерживайте ее 2 секунды, чтобы запомнить выбранный режим.

Подключение внешнего триггера

Измерительный прибор позволяет использовать два метода подключения внешнего триггера для различных режимов работы. Разводка разъема TRIG/IO_RS232 приведена в таблице 3–4.

Цикл измерений запускается внешним ТТЛ-сигналом, поступающим на контакт 9. В альтернативном варианте контакт 9 интерфейса RS-232 может быть подключен на контакт 1 с помощью внешнего выключателя. См. рисунок 3-12. Цикл измерений начинается, когда переключатель подает напряжение +5 В с контакта 1 на контакт 9. Запуск происходит по переднему фронту сигнала, поступающего на контакт 9.

Таблица 3–4. Выводной контакт RS-232

№ штыревого контакта	Описание	№ штыревого контакта	Описание
1	Выход +5 В	2	RS-232 RXD
3	RS-232 TXD	5	RS-232 общий
6	Выход триггера	9	Вход триггера

Схема запуска измерительного прибора с помощью выхода + 5 В (контакт 1) и внешнего выключателя показана на рис. 3-12.

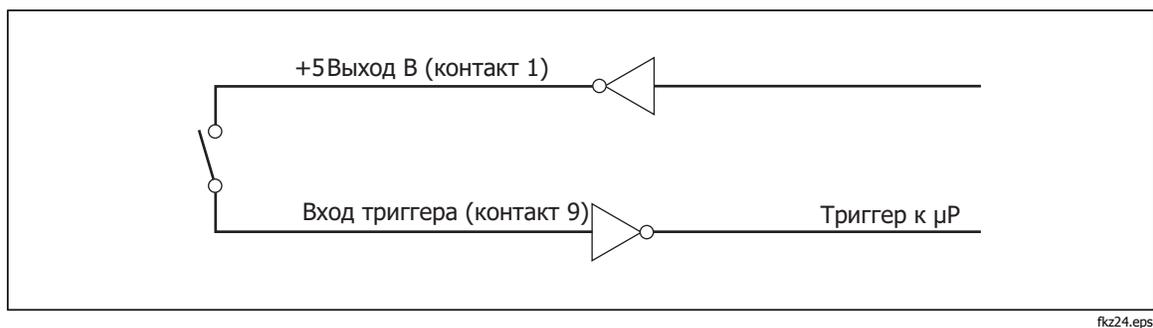


Figure 3-12. Цепь внешнего запуска

Выбор модификатора функции

В этом разделе описаны модификаторы функции, доступные для данного измерительного прибора. Модификаторы функций – это действия, которые выполняет измерительный прибор с входным сигналом перед тем, как вывести данные измерения на дисплей (например, сравнение с другим значением). Модификаторы функций могут использоваться в различных комбинациях. См. раздел «Использование модификаторов функций в комбинациях», приведенный далее в этой главе.

Чтобы использовать модификатор функции, выберите требуемую функцию с помощью соответствующей кнопки, затем нажмите кнопку модификатора функции. (Например, нажмите кнопку **DCV**, чтобы выбрать измерение постоянного тока, а затем кнопку **HOLD THRESH** для выбора опции Touch Hold («прикосновение и фиксация»), которая позволяет запомнить результаты измерения). Обратите внимание, что модифицированные показания отображаются только на главном дисплее.

После выбора модификатора функции нажатие кнопки любой функции приводит к выключению всех модификаторов, отключению вспомогательного дисплея и появлению немодифицированных значений на главном дисплее.

Модификатор относительных показаний

Модификатор относительных показаний отображает разность между относительной базой и входным измерением. Например, если относительная база равна 15,000 В, а напряжение на входе составляет 14,100 В, тогда на главном дисплее появится значение – 0,900.

⚠⚠ Предупреждение!

Во избежание поражения электрическим током или повреждения измерительного прибора не прикасайтесь в входным клеммам и кабелям во время измерения. Относительные показания не указывают на присутствие опасного напряжения на измерительных клеммах и кабелях.

Примечание

*Модификатор относительных показаний нельзя выбрать, если дисплей отключен или показывает перегрузку **OL**.*

Для снятия относительных показаний нажмите кнопку **REL REF**, которая включает данный модификатор. При этом последние действительные показания сохраняются в качестве относительной базы, главный дисплей обнуляется, и на нем появляется сигнальное сообщение **RELΔ**. (Данные вспомогательного дисплея не изменяются).

Для изменения относительной базы используйте числовой редактор, описание которого приведено ниже в этой главе, в разделе «Использование числового редактора».

Выбор модификатора относительных показаний выключает автоматический выбор диапазона и фиксирует текущий диапазон. Перед нажатием кнопки **REL REF** убедитесь, что выбран требуемый диапазон. Если после нажатия кнопки **▲** или **▼**, измерительный нажать ний. **REL REF**, the Meter exits the relative readings mode.

Модификатор децибелов и звуковой мощности

Модификатор децибелов измеряет напряжение сигнала, конвертирует его в децибелы (относительно одного милливатта) и отображает результаты на главном дисплее.

Для включения/выключения модификатора децибелов нажмите кнопку **dB**. При выборе модификатора децибелов на главном дисплее появляется символ «dB».

Данный модификатор доступен только при выборе функции измерения напряжения на главном дисплее (постоянное, переменное или постоянное + переменное).

Децибелы всегда отображаются в одном, фиксированном диапазоне с разрешением

0,001 дБ. Тем не менее, диапазон базового измерения (например, переменное напряжение) изменяется автоматически.

Измеряемое напряжение конвертируется в децибелы (dBm) по следующей формуле (где value – измеренное значение):

$$dBm = 10 \log \left(\frac{1000 * Value^2}{R_{ref.}} \right)$$

Эталонное полное сопротивление можно выбрать в таблице 3–5, где содержится 21 значение. Процедура выбора с помощью редактора списка описана в разделе «Использование редактора списка», который приведен ниже в этой главе.

Таблица 3–5. Эталонное полное сопротивление, дБм

Полное сопротивление	Полное сопротивление	Полное сопротивление
8000 Ω	300 Ω	93 Ω
1200 Ω	250 Ω	75 Ω
1000 Ω ^[1]	150 Ω	50Ω
900 Ω	135 Ω	16 Ω ^[2]
800 Ω	125 Ω	8 Ω ^[2]
600 Ω	124 Ω	4 Ω ^[2]
500 Ω	110 Ω	2 Ω ^[2]

[1] Горит сигнализатор режима измерения напряжения
[2] Измерение звуковой мощности возможно

Для доступа к списку эталонных полных сопротивлений нажмите кнопку , затем – . Текущее эталонное полное сопротивление отображается на дисплее вместе с сигнализаторами «db» и «ohm». Для прокрутки значений нажимайте кнопки  или , после чего нажмите , чтобы выбрать требуемое эталонное сопротивление и вернуть главный дисплей в режим измерений. Чтобы выйти из списка эталонных сопротивлений без выбора нового значения, нажмите кнопку любой функции или модификатора.

Установка эталонных сопротивлений 16, 8, 4 или 2 Ома в режиме dB позволяет использовать измерительный прибор для расчета звуковой мощности. После установки эталонных сопротивлений 16, 8, 4 или 2 Ома нажмите дважды кнопку  для выбора модификатора звуковой мощности. На дисплее появится сигнализатор мощности.

Для расчета мощности используется следующее уравнение (где volts – измеренное значение):

$$Audio Power = \frac{Volts^2}{R_{ref}}$$

Функция Touch Hold («прикосновение и фиксация») (HOLD)

Функция Touch Hold («прикосновение и фиксация») позволяет сохранить результаты измерения на экране дисплея. Функция Touch Hold может оказаться полезной в сложных и опасных условиях работы, когда необходимо сосредоточить внимание на измерительных щупах. При этом посмотреть результат измерения можно будет позже в более благоприятных условиях. Когда регистрируется новое стабильное значение, раздается сигнал бипера, и показания дисплея автоматически обновляются.

Для включения функции Touch Hold («прикосновение и фиксация») нажмите кнопку . В этом случае на дисплее отображается . В режиме Touch Hold

(«прикосновение и фиксация») при каждом нажатии кнопки  отображается новое показание. Для выхода из режима Touch Hold («прикосновение и фиксация») нажмите кнопку  и удерживайте ее две секунды.

Если при выборе функции Touch Hold («прикосновение и фиксация») прибор находился в режиме автоматического переключения диапазона, нужный диапазон будет установлен автоматически. Если при выборе функции Touch Hold прибор находился в режиме ручного выбора диапазона, ранее выбранный диапазон будет зафиксирован.

Функция Touch Hold может объединяться с модификатором минимального/максимального значения для обновления и удержания показаний только в том случае, если достигается минимальное или максимальное значение. Для принудительного обновления дисплея в режиме Touch Hold кратковременно нажмите кнопку .

Измерительный прибор позволяет выбрать минимальный уровень отклика, необходимый функции Touch Hold для захвата и отображения измеряемой величины. Можно выбрать один из четырех уровней отклика.

- Уровень 1 (5 % диапазона)
- Уровень 2 (7 % диапазона)
- Уровень 3 (8 % диапазона)

Изменение уровня отклика выполняется кнопками  и . Текущий уровень (1, 2, 3 или 4) отображается на главном дисплее. Чтобы выбрать требуемый уровень отклика используйте кнопки  и , затем нажмите кнопку  на две секунды для запоминания уровня и возвращения на главный дисплей. Вернуться к главному дисплею без изменения уровня отклика можно, нажав любую кнопку *кроме* ,  или .

Модификатор минимального/максимального значения (MIN MAX)

Модификатор MIN MAX запоминает минимальные и максимальные значения входного сигнала.

При выборе модификатора MIN MAX автоматический выбор отключается, а текущий диапазон фиксируется, поэтому перед нажатием кнопки  рекомендуется убедиться, что выбран требуемый диапазон. Если после нажатия кнопки , изм или r выйдет из нажать r exits the MIN MAX modifier mode.

Для запоминания минимальных и максимальных входных значений сделайте следующее.

1. Нажмите кнопку  для выбора модификатора MIN MAX.
Когда кнопка  нажимается первый раз, минимальные и максимальные значения устанавливаются по текущим показаниям. На дисплее появится сигнализатор MAX и последние максимальные показания.
2. Нажмите кнопку  еще раз, чтобы отобразить минимальное показание. На дисплее появится сигнализатор MIN и последние минимальные показания.
3. Нажмите кнопку  еще раз, чтобы отобразить минимальное или максимальное показание. На дисплее появится сигнализатор  и либо минимальные, либо максимальные показания.
4. Для выхода из режима MIN MAX нажмите кнопку  и удерживайте ее две секунды.
5. Для просмотра фактических показаний без переустановки сохраненных значений нажмите кнопку , затем выберите ту же измерительную функцию, которая использовалась ранее на главном дисплее.

Использование модификаторов функций в комбинациях

Для данного прибора предусмотрено одновременное использование нескольких модификаторов функций.

Выбранные модификаторы располагаются в следующем приоритетном порядке: Touch Hold («прикосновение и фиксация»), минимальное/максимальное значение, относительные показания. Сначала измерительный прибор ищет стабильные значения для функции Touch Hold («прикосновение и фиксация»), затем определяет новые максимальные и минимальные показания и, наконец, вычитает относительную базу из данных измерений.

Когда модификаторы используются в комбинациях, порядок их выбора влияет на отклик режимов. Например, если нажать кнопку  в режиме минимального/максимального значения, текущее показание дисплея становится относительной базой. Если нажать затем кнопку , отображается разность между минимальным и максимальным значениями. Кроме того, при нажатии кнопки  в режиме относительных показаний отображается разность между относительной базой и минимальным/максимальным значением (если применимо).

Операции второго уровня (Использование кнопки SHIFT)

Нажатие кнопки  приводит к переключению на второй уровень управления для всех клавиш, нажимаемых после этой операции. Команды второго уровня для написаны красным шрифтом над соответствующими клавишами. При нажатии кнопки  на дисплее отображается **Shift**.

Описание команд второго уровня и кнопок, с помощью которых они вызываются, приведены в таблице 3–6.

Таблица 3–6. Второй уровень управления

Кнопки	Описание
 , затем 	Отображение показаний переменного напряжения на вспомогательном дисплее
 , затем 	Отображение показаний постоянного напряжения на вспомогательном дисплее
 , затем 	Отображение показаний переменного тока на вспомогательном дисплее
 , затем 	Отображение показаний постоянного тока на вспомогательном дисплее
 , затем 	Отображение показаний частоты на вспомогательном дисплее
 , затем 	Отображение показаний сопротивления на вспомогательном дисплее
 , затем 	Установка порога чувствительности для функции Touch Hold («прикосновение и фиксация»)
 , затем 	Изменение относительной базы и перевод измерительного прибора в режим относительных показаний. (См. раздел «Редактор списка и числовой редактор» далее в этой главе)
 , затем 	Установка параметров связи интерфейса RS-232 (скорость передачи данных, контроль четности, эхо-сигнал)
 , затем 	Установка режима запуска
 , затем 	Выключение вспомогательного дисплея (главный дисплей остается без изменений)
 , затем 	Изменение нижней точки в режиме сравнения. (См. раздел «Использование функции сравнения», приведенный далее в этой главе)
 , затем 	Изменение верхней точки в режиме сравнения. (См. раздел «Использование функции сравнения» далее в этой главе)
 , и  ^[1]	Переключение отображения относительной базы на вспомогательном дисплее в режиме относительных измерений

Таблица 3–6. Второй уровень управления (продолжение)

Кнопки	Описание
 и  [1]	Отображение версии программного обеспечения
 и  [1]	Сохранение значения на главном дисплее в качестве нижней точки (LO) в режиме сравнения (COMP). (См. раздел «Использование функции сравнения», приведенный далее в этой главе)
 и  [1]	Сохранение значения на главном дисплее в качестве верхней точки (HI) в режиме сравнения (COMP). (См. раздел «Использование функции сравнения»)

[1] Удерживайте обе кнопки две секунды.

Функция сравнения (COMP)

Измерительный прибор имеет функцию сравнения (COMP), которая позволяет легко обнаружить выход значения за установленные пределы. Функция сравнения может использоваться совместно с любыми модификаторами функций.

Установка диапазона сравнения

Перед выбором функции сравнения необходимо задать диапазон допустимых значений, относительно которых будет проводиться сравнение. Эта задача может быть выполнена тремя способами.

- Для включения режима сравнения нажмите кнопку . Показания на дисплее в момент вхождения в данный режим могут быть установлены в качестве верхнего и нижнего пределов. Для установки верхнего предела нажмите **Shift** и  и удерживайте их две секунды. Для установки нижнего предела нажмите **Shift** и  и удерживайте их две секунды. Установка предела подтверждается звуковым сигналом бипера измерительного прибора. Если на дисплее нет показаний или отображается символ  (перегрузка), новый предел не может быть установлен, и используются предыдущие установки.
- Для установки пределов можно использовать числовой редактор, описание которого приведено ниже в этой главе в разделе «Использование числового редактора». Перед использованием числового редактора убедитесь, что выбран нужный диапазон. Десятичная запятая и входной диапазон фиксируются в редакторе согласно выбранному диапазону.
- Для дистанционной установки верхней и нижней точек сравнения используется команды интерфейса компьютера COMPHI и COMPLO. См. раздел «Команды и запросы сравнения» главы 4.

Использование функции сравнения

Для включения функции сравнения нажмите кнопку . Если функция сравнения включается в первый раз, функция Touch Hold («прикосновение и фиксация») также активируется, и на дисплее отображается сигнальное сообщение . Для выхода из режима Touch Hold нажмите кнопку  и удерживайте ее две секунды. Вспомогательный дисплей при этом будет обновляться при каждом новом показании.

Когда будет обнаружено стабильное значение, измерительный прибор подаст звуковой сигнал, если режим HOLD включен, и показание будет отображено на главном дисплее. Если значение находится в заданных пределах, на вспомогательном дисплее появится сообщение PASS. Если значение выходит за установленные пределы, на вспомогательном дисплее появятся сообщения HI или LO в зависимости от вида несоответствия.

Редактор списка и числовой редактор

Измерительный прибор имеет редактор списка и числовой редактор. Редактор списка позволяет прокручивать и выбирать опции из списка. Числовой редактор позволяет вводить и изменять числовые значения.

Редактирование выполняется на главном дисплее. Нормальная работа измерительного прибора прерывается при включении любого редактора. Если измерительный прибор получает команду от интерфейса компьютера в процессе редактирования, редактирование прерывается, и прибор возвращается в нормальное рабочее состояние. Редактируемый параметр при этом не изменяется.

Использование редактора списка

Редактор списка используется для выбора опций, описанных в таблице 3–7. Прервать редактирование и вернуться в режим нормальной работы можно с помощью кнопки .

Для редактирования списка сделайте следующее.

1. Выберите необходимый список опций нажатием соответствующей кнопки (или кнопок) в соответствии с таблицей 3–7. Тип списка опций отображается на вспомогательном дисплее, а сами опции – на главном дисплее.
2. Для переключения опций нажимайте кнопки  и . (Для прокрутки опций нажмите и удерживайте одну из указанных кнопок). При просмотре списка выбранные опции будут отображаться с нормальной яркостью, а другие – с пониженной яркостью.
3. При появлении нужной опции нажмите кнопку , чтобы выбрать ее. Выбранные опции будут отображаться с нормальной яркостью.

Таблица 3–7. Редактор списка, опции

Установка	Кнопки	Опции	Сигнальное сообщение
Уровень минимального отклика для функции Touch Hold («прикосновение и фиксация»)	 , затем 	1 = 5 % диапазона 2 = 7 % диапазона 3 = 8 % диапазона	Hold
Режим печати для интерфейса RS-232 (если выбран интерфейс RS-232)		0, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000 или 50000	Print
Скорость передачи данных интерфейса RS-232	 , затем 	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 или 19200	baud
	Информационный разряд	8 7	data
	Опции контроля четности	E = четные Odd = нечетные No = нет	Par
	Стоповый разряд	1 2	Stop
	Режим эхо	Вкл. Выкл.	Echo
Режим триггера	 , затем 	1, 2, 3, 4, 5	Trig

Использование числового редактора

Числовой редактор используется для изменения относительной базы модификатора относительных показаний, а также для установки верхнего и нижнего порогов для функции сравнения.

Прервать редактирование чисел и вернуться в режим нормальной работы прибора можно с помощью кнопки .

Для выполнения редактирования чисел сделайте следующее.

1. Выберите числовое значение, которое требуется изменить, нажатием соответствующих кнопок, как показано в таблице 3–8.

Последнее введенное число или измеренное значение отображаются с яркой крайней левой цифрой, остальные цифры затемнены. (Если число отрицательное, ярким будет знак минуса). Отображаются также соответствующие сигнальные сообщения.

Таблица 3–8. Опции числового редактора

Кнопки	Вид использования числового редактора
 , затем 	Установка нижнего предела для режима сравнения
 , затем 	Установка верхнего предела для режима сравнения
 , затем 	Установка относительной базы для модификатора относительных показаний

2. Для увеличения или уменьшения выделенных цифровых знаков (от 0 до 9) используйте кнопки  или . После установки требуемой цифры выберите следующую цифру нажатием кнопок S1–S6. S1 соответствует крайней левой цифре, S6 – крайней правой. Повторите предыдущие шаги, чтобы изменить остальные цифры на требуемые значения.
3. После установки всех цифр нажмите кнопку  для выбора знака (положительного или отрицательного). Если значение положительное, отрицательный знак (–) отключается. Если значение отрицательное, отрицательный знак (–) появляется на дисплее.
4. Для установки верхнего и нижнего пределов диапазона сравнения нажмите кнопку . Диапазон изменяется на один шаг при каждом нажатии кнопки . Если диапазон достигает верхнего предела, следующее нажатие возвращает его на первый уровень и предыдущее значение удаляется.
5. Если числовое редактирование завершено, нажмите и удерживайте кнопку  в течение секунд, чтобы запомнить значение.

Функциональные клавиши S1 – S6

Функциональные клавиши **S1** – **S6** предназначены для запоминания и вызова до шести измерительных конфигураций. Эта опция помогает ускорить процесс настройки измерительного прибора, она особенно полезна, когда периодически используются определенные конфигурации.

Для сохранения текущей конфигурации нажмите кнопку **SHIFT**, затем нажмите функциональную клавишу с тем номером, под которым требуется сохранить данную конфигурацию.

Чтобы вызвать конфигурацию, нажмите соответствующую функциональную клавишу. Когда конфигурация готова к использованию, раздается сигнал бипера, а сигнализатор **Setup** указывает номер последней сохраненной конфигурации.

В сохраненную конфигурацию включены следующие параметры.

- Измерительная функция и начальный диапазон на главном дисплее.
- Измерительная функция на вспомогательном дисплее.
- Режим переключения диапазонов на главном дисплее (ручной или автоматический).
- Скоростной режим измерений (медленный, средний, быстрый)
- Статус двойного дисплея (активный или неактивный)
- Комбинации выбранных модификаторов функций
- Уровень Touch Hold («прикосновение и фиксация») (1, 2, 3, 4)
- Последние сохраненные минимальные и максимальные значения для модификатора MINMAX
- Последняя запись данных относительной базы
- Отображение относительной базы на вспомогательном дисплее (вкл./выкл.)
- Последние верхние/нижние (HI-LO) значения для режима сравнения
- Режим триггера (1, 2, 3, 4, 5)
- Установки эхо-сигнала (вкл./выкл.)
- Режим измерений в децибелах и его базисные данные
- Настройки интерфейса RS-232
- Режим печати (PRINT)
- Формат данных, управляемых через интерфейс RS-232

Конфигурация режима включения питания

После завершения последовательности операций по включению Измерителя, прибор устанавливается в начальную конфигурацию, определенную в таблице Рисунке 3-2. Дисплей Сигнализаторы и индикаторы.

Скорость передачи данных интерфейса RS-232, контроль четности и эхо-режим не изменяются при включении и выключении питания. Эти параметры могут быть изменены только пользователем.

Таблица 3–9. Заводская конфигурация режима включения питания

Параметр	Конфигурация
Установка функции	Постоянное напряжение
Режим переключения диапазонов	Автоматическое переключение диапазона
Скоростной режим измерений	Медленный (2,5 показания в секунду)
Уровень чувствительности Touch hold («прикосновение и фиксация»)	1 (5 % от считываемого значения)
Установка верхнего/нижнего предела для режима сравнения (COMP)	0
Минимальные и максимальные значения для модификатора MINMAX	0
Относительная база	0
Отображение относительной базы на вспомогательном дисплее	Отключен
Тип триггера	1 (внутренний)
Тип триггера	0

Калибровка

Инструкции по калибровке прибора см. в *Техническом руководстве к прибору DMM4020*.

Глава 4

Управление измерительным прибором с помощью компьютерного интерфейса

Заголовок	Страница
Введение	4-3
Локальное и дистанционное управление	4-3
Компьютерные интерфейсы	4-3
Подготовка измерительного прибора к работе через интерфейс RS-232...	4-3
Настройка параметров связи (RS-232)	4-3
Режим печати интерфейса RS-232	4-4
Кабельное подключение измерительного прибора к хосту или принтеру (RS-232).	4-5
Отображение и удаление вводимых символов	4-6
Очистка устройства с помощью команды ^C (CNTRL C).....	4-6
Контрольные сообщения интерфейса RS-232	4-6
Начало испытаний на месте установки.....	4-6
Испытания на месте установки для проверки интерфейса RS-232	4-6
Если испытания закончились неудачно	4-7
Как измерительный прибор обрабатывает входные сигналы.....	4-7
Входные строки	4-7
Входные терминаторы	4-7
Отправка цифровых значений измерительному прибору.....	4-8
Отправка командных строк измерительному прибору	4-8
Как измерительный прибор обрабатывает выходные сигналы.....	4-9
Запуск выхода	4-9
Внешний запуск с передней панели	4-10
Установка конфигурации типа запуска	4-10
Внешний запуск через компьютерный интерфейс	4-11
Регистры состояния	4-11
Состояние события и регистры активации состояния события	4-12
Регистр разряда события.....	4-14
Чтение регистра разряда события	4-15
Задание команд компьютерного интерфейса	4-15
Общие команды	4-16
Функциональные команды и запросы	4-17

Команды и запросы модификаторов функций	4-19
Команды и запросы для диапазона и скорости измерений	4-21
Запросы измерений	4-23
Команды и запросы сравнения.....	4-24
Команды конфигурации триггера.....	4-24
Дополнительные команды и запросы.....	4-25
Удаленные/локальные конфигурации интерфейса RS-232	4-26
Сохранение/восстановление конфигурации системы с интерфейсом RS-232	4-26
Демонстрационная программа, иллюстрирующая работу компьютерного интерфейса RS-232	4-26

Введение

В настоящей главе описывается порядок настройки, конфигурирования и управления измерительным прибором через компьютерный интерфейс RS-232, подключаемый к задней панели прибора. Управление измерительным прибором с хоста (терминала, контроллера или компьютера) осуществляется с помощью команд, принимаемых интерфейсом прибора.

Демонстрационная программа с комментариями, иллюстрирующая работу компьютерного интерфейса RS-232, приведена в конце этой главы. Подробные сведения о всех функциях измерительного прибора приведены в главе 3.

Настоящая глава составлена в предположении, что читатель обладает базовыми знаниями о передаче данных с помощью интерфейса RS-232.

Локальное и дистанционное управление

Под дистанционным управлением понимается управление прибором с удаленного хоста. Под локальным управлением понимается управление прибором с передней панели.

Большинство команд, выполняемых локально, дублируется при дистанционном управлении с помощью компьютерного интерфейса. Однако некоторые операции, такие как настройка параметров связи интерфейса RS-232 могут выполняться только с передней панели.

Компьютерные интерфейсы

Измерительный прибор поставляется с последовательным интерфейсом RS-232. Интерфейс превращает измерительный прибор в полностью программируемый инструмент, который может быть интегрирован в автоматические измерительные системы.

Подготовка измерительного прибора к работе через интерфейс RS-232

Интерфейс RS-232 позволяет осуществлять последовательную асинхронную связь ASCII между измерительным прибором и хостом, последовательным портом принтера или удаленным терминалом.

Настройка параметров связи (RS-232)

В таблице 4–1 приведены заводские настройки параметров связи интерфейса RS-232. Настройка параметров связи RS-232 может выполняться только через переднюю панель.

Чтобы обеспечить связь измерителя с хостом через интерфейс RS-232, параметры связи измерителя должны соответствовать параметрам хоста. Если параметры связи измерителя и хоста не совпадают, установите соответствующие скорость передачи и параметры четности.

1. Нажмите , чтобы включить измерительный прибор.
2. Нажмите кнопку , затем . На главном дисплее отобразится текущая скорость передачи, на вспомогательном – **baud**.
3. Нажмите кнопку  или , чтобы выбрать требуемую скорость передачи, затем нажмите , чтобы установить скорость передачи интерфейса RS-232.
4. Нажмите кнопку  или , чтобы выбрать требуемый разряд данных (7 или 8), затем нажмите , чтобы установить четность. На вспомогательном дисплее появится **Echo**, на главном – **On** или **OFF**.

5. Чтобы выбрать режим эхо-сигнала, нажмите кнопку  или , чтобы выбрать On (вкл.) или OFF (выкл.), затем нажмите  для установки выбранного состояния режима эхо-сигнала. Если режим Echo включен, то каждая команда, передаваемая на измеритель через интерфейс RS-232, повторяется на экране дисплея хоста. Если режим Echo отключен, команды не повторяются.
6. Для просмотра настроек нажмите . Если настройки приемлемы, нажмите и удерживайте кнопку .

Таблица 4–1. Заводские настройки параметров связи интерфейса RS-232

Параметр	Заводская установка
Интерфейс	RS-232 (установите скорость только чтения — 0)
Скорость передачи	9600
Четность	Нет (разряд четности 0)
Количество информационных разрядов	8 (7 информационных разрядов + 1 разряд четности)
Количество информационных разрядов	1
Echo	Выкл.

Режим печати интерфейса RS-232

Режим печати используется для автоматической отправки данных измерений на принтер или терминал.

Хотя измерительный прибор должен откликаться на удаленные команды только в режиме печати, Tektronix рекомендует сначала установить режим эхо-сигнала в положение **OFF** (выкл.) Эта мера устраняет взаимовлияние команд эхо-сигнала и входных данных. См. раздел «Установка параметров связи (RS-232)», приведенный далее в этой главе.

В режиме печати измерительный прибор отправляет каждое N-е показание главного и/или вспомогательного дисплеев на выход порта RS-232 (где N – скорость печати). Скорость печати выбирается из значений, приведенных в таблице 4–2. Длительность пауз между выходными сигналами определяется скоростью печати и скоростью измерения прибора. Минимальная скорость измерений составляет 2,5 измер./сек. для медленного режима, 20,0 измер./сек. – для среднего и 100,0 измер./сек. – для быстрого. Выход форматируется как одно измерение на линию с главного дисплея или как два измерения на линию с главного и вспомогательного дисплеев.

Чтобы выбрать режим печати и задать скорость печати (N), выполните следующие операции.

Примечание

Измерения частоты выполняются с фиксированной скоростью, равной четырем измерениям в секунду. Для проверки диодов и определения целостности цепи всегда устанавливается быстрый режим.

1. Нажмите , чтобы включить измерительный прибор.
Нажмите кнопку . Если выбран интерфейс RS-232, появится сообщение **Print** (Печать) и откроется редактор списка скоростей печати.
2. Для прокрутки доступных скоростей печати нажмите на  или , как показано в таблице 4–2, а затем нажмите и удерживайте  на две секунды для выбора скорости. (Выбор скорости 0 отключает режим печати). Теперь прибор настроен для работы в режиме печати. Измерительный прибор выходит из редактора списка и возвращается к состоянию нормальной работы.

Таблица 4–2. Скорость печати в режиме печати с интерфейсом RS-232

Скорость (N)	Секунды между выходными сигналами			Минуты между выходными сигналами			Часы между выходными сигналами		
	Низкая скорость	Средняя скорость	Высокая скорость	Низкая скорость	Средняя скорость	Высокая скорость	Низкая скорость	Средняя скорость	Высокая скорость
1	0,4	0,05	0,01	0,01					
2	0,8	0,1	0,02	0,01					
5	2,0	0,25	0,05	0,03					
10	4,0	0,5	0,1	0,07	0,01				
20	8,0	1,0	0,2	0,13	0,02				
50	20,0	2,5	0,5	0,33	0,04	0,01	0,01		
100	40,0	5,0	1,0	0,67	0,08	0,02	0,01		
200	80,0	10,0	2,0	1,33	0,17	0,03	0,02		
500	200,0	25,0	5,0	3,33	0,42	0,08	0,06	0,01	
1000	400,0	50,0	10,0	6,67	0,83	0,17	0,11	0,01	
2000	800,0	100,0	20,0	13,33	1,67	0,33	0,22	0,03	0,01
5000	2000,0	250,0	50,0	33,33	4,17	0,83	0,56	0,07	0,01
10000	4000,0	500,0	100,0	66,67	8,33	1,67	1,11	0,14	0,03
20000	8000,0	1000,0	200,0	133,33	16,67	3,33	2,22	0,28	0,06
50000	20000,0	2500,0	500,0	333,33	41,67	8,33	5,56	0,69	0,14

Кабельное подключение измерительного прибора к хосту или принтеру (RS-232).

Измерительный прибор подключается к хосту посредством разъема интерфейса DB-9, который расположен на задней панели прибора. Распайка контактов разъема интерфейса RS-232 изображена на задней панели измерительного прибора.

Примечание

Для подключения измерительного прибора к хосту или терминалу используйте кабель соответствующего типа. Для сохранения штатных характеристик прибора рекомендуется использовать кабель не длиннее 50 футов (15 метров). Более длинные кабели можно использовать, если нагрузочная емкость в точке подключения интерфейса (включая сигнальный терминатор) не превышает 2500 пф.

Для подключения измерительного прибора к персональному компьютеру (через разъем DB-9) используйте модемный кабель.

Для подключения измерительного прибора к специальному RS-232-принтеру используйте кабель, применяемый для подключения данного принтера к порту RS-232 компьютера (разъем DB-9).

Отображение и удаление вводимых символов

Когда измерительный прибор управляется через интерфейс RS-232, можно контролировать отображаются ли вводимые символы на дисплее хоста.

Когда режим эхо-сигнала включен, измерительный прибор отправляет данные на дисплей хоста и получает контрольные сообщения. Когда режим эхо-сигнала отключен, измерительный прибор не отправляет данные на дисплей хоста и не получает контрольные сообщения. Для установки параметров режима эхо-сигнала см. раздел «Установка параметров связи (RS-232)», приведенный далее в этой главе.

Если на измерительный прибор через интерфейс RS-232 посылается какой-либо символ непосредственно с клавиатуры, тогда нажатие клавиши <BACKSPACE> приводит к удалению предыдущего символа. Если режим эхо-сигнала включен, нажатие клавиши `backspace` отображается на дисплее.

Очистка устройства с помощью команды ^C (CNTRL C)

Команда ^C (CNTRL C) вызывает «=>» с последующим возвращением каретки и выполнением перевода строки.

Контрольные сообщения интерфейса RS-232

Когда хост отправляет команду измерительному прибору через интерфейс RS-232, прибор анализирует команду, выполняет ее и отвечает (если это требуется), а затем посылает одно из ниже перечисленных контрольных сообщений.

- => Ошибок не обнаружено. Команда успешно проанализирована и выполнена. Интерфейс готов к выполнению следующей команды.
- ?> Обнаружена ошибка команды. Команда не выполнена, поскольку не понята. Например, измерительный прибор может получить командную строку, содержащую синтаксическую ошибку.
- !> Ошибка исполнения или аппаратно-зависимая ошибка. Команда понята, но не выполнена. Например, пользователь пытается использовать режим `FREQ` (частота) для измерения напряжения.

Начало испытаний на месте установки

После подключения измерительного прибора к хосту через интерфейс RS-232 (согласно разделу «Кабельное подключение измерительного прибора к хосту или принтеру (RS-232)») необходимо проверить систему на функционирование.

Испытания на месте установки для проверки интерфейса RS-232

Данная процедура подтверждает, что настройка и кабельные подключения измерительного прибора выполнены корректно и позволяют выполнять дистанционное управление.

1. Нажмите , чтобы включить измерительный прибор.
2. Проверьте, что параметры компьютерного интерфейса (скорость передачи, четность и т. д.) установлены корректно.
3. Включите хост.
4. Введите `*IDN?` и нажмите `Enter`.
5. Проверьте, что измерительный прибор отправил ответ:
TEKTRONIX, DMM4020, nnnnnnn, n.n Dn.n
Гденnnnnnnn – серийный номер прибора, n.n – версия основной программы
Dn.n – версия программы дисплея.

6. Если измерительный прибор не отправляет указанных данных, обратитесь к разделу «Если испытания закончились неудачно».

Если испытания закончились неудачно

Если измерительный прибор не отправляет сообщение, указанное в разделе «Испытания на месте установки для проверки интерфейса RS-232», выполните следующее.

1. Проверьте надежность кабельных соединений. См. раздел «Кабельное подключение измерительного прибора к хосту или принтеру (RS-232)», приведенный выше в этой главе.
2. Проверьте, что параметры связи (скорость передачи данных, контроль четности и т. д.) одинаковы для измерительного прибора и хоста. См. раздел «Установка параметров связи (RS-232)», приведенный выше в этой главе.

Как измерительный прибор обрабатывает входные сигналы

В данном разделе описывается как измерительный прибор обрабатывает входные сигналы от хоста или отдельного терминала.

Примечание

В этой главе под термином «входной сигнал» подразумевается кодовая строка, отправляемая хостом измерительному прибору, а под «выходным сигналом» подразумевается кодовая строка, отправляемая измерительным прибором хосту через компьютерный интерфейс.

Входные строки

Измерительный прибор обрабатывает и выполняет все действительные строки, посылаемые хостом. Действительной входной строкой является одна или несколько синтаксически корректных команд, за которыми следует входной терминатор.

Когда измерительный прибор получает входную строку, он сохраняет ее в 50-битовом входном буфере.

Примечание

Входные строки, получаемые через интерфейс RS-232 не выполняются и не проверяются на синтаксис до прихода входного терминатора или до тех пор, пока входной буфер не будет заполнен.

Измерительный прибор принимает буквенные символы в верхнем и нижнем регистрах. Если команда не понята, она вместе со всей командной строкой игнорируется.

Входные терминаторы

После получения входного терминатора измерительный прибор выполняет команды в порядке их следования за предыдущим входным терминатором.

По мере обработки и выполнения команд освобождается место во входном буфере для новых строк. Если в приложении RS-232 обнаруживаются ошибки связи (четность, кадрирование, переполнение), оно генерирует аппаратно-зависимую ошибку, и входная строка удаляется. Если входной буфер прибора при работе с интерфейсом RS-232 переполняется, также генерируется аппаратно-зависимая ошибка, и входная строка удаляется (см. «Состояние события и регистр активации состояния события»).

Ниже перечислены действительные терминаторы для интерфейса RS-232.

- CR (возвращение каретки)
- LF (перевод строки)
- CR LF (возвращение каретки/перевод строки)

В некоторых случаях терминатор автоматически передается в конце входной строки хоста (входной строки прибора).

Отправка цифровых значений измерительному прибору

Цифровые значения могут посылаться измерительному прибору в виде целых действительных чисел или действительных чисел с показателями, как показано в следующих примерах.

+12345689 Отправка знакового целого числа «12345689»

-1,2345E2 Отправка «-1,2345E2» или «-123,45»

Отправка командных строк измерительному прибору

При отправке командных строк измерительному прибору через интерфейс компьютера необходимо соблюдать следующие правила.

- **Правило 1:** прочитывать выходной буфер прибора для каждой команды запроса. Выходной буфер прибора очищается после прочтения. Это препятствует вторичному прочтению ранее прочтенных данных по ошибке. При попытке прочесть выходной буфер измерительного прибора дважды без промежуточного запроса, прибор не ответит на второе прочтение.
- **Правило 2:** прочитывать ответы на запросы до отправки другой командной строки. Выходные данные остаются доступны в выходном буфере до их прочтения хостом или до получения прибором следующей командной строки. Это означает, что хост должен прочесть выходной буфер измерительного прибора до отправки следующей командной строки прибору.
- **Правило 3:** прибор выполняет каждую команду в порядке получения и полностью до перехода к следующей команде. Если входная строка содержит триггер, вводите команды в нижеследующем порядке.
 1. Команды конфигурации измерительного прибора (при их наличии).
 2. Команда триггера
 3. Команды для прочтения запущенного измерения (VAL?) или для повторной конфигурации инструмента (при наличии).
 4. Терминатор

Примечание

При использовании MEAS?, MEAS1? или MEAS2? эта команда должна следовать за конфигурацией и триггером.

Как измерительный прибор обрабатывает выходные сигналы

В данном разделе описывается, как измерительный прибор обрабатывает выходные сигналы. Измерительный прибор формирует выходные буквенно-цифровые строки в ответ на команды-запросы хоста. (Команда-запрос заканчивается знаком «?».) Выходные строки для приложений RS-232 заканчиваются символами возвращения каретки и перевода строки (<CR><LF>).

После отправки измерительному прибору команды через интерфейс RS-232 подождите пока он пришлет контрольное сообщение, прежде чем посылать следующую команду. Невыполнение этого условия вызывает аппаратно-зависимую ошибку команды, и следующая строка удаляется.

Цифровые выходные строки измерительного прибора показаны в следующих примерах.

+1,2345E+0 (формат 1)	Измеренное значение 1,2345
+1,2345E+6 (формат 1)	Измеренное значение 1,2345M
+12.345E+6 ОНМ(format 2)	Измеренное значение 12,345 МОм
+/- 1,0E+9	Перегрузка (символ OL на дисплее)

Запуск выхода

Измерительный прибор снимает показания по сигналу запуска. Существует пять типов запускающих триггеров, которые описаны в таблице 4–3. Триггеры делятся на две основные категории.

- Внутренний триггер запускает измерения постоянно.
- Внешний триггер запускает измерение по команде пользователя.

Предусмотрены следующие варианты дистанционного запуска измерений.

- Внешний триггер с отключенным задним триггером. Этот вариант включает триггеры типов 2 и 3, описанные в таблице 4–3
- Внешний триггер с включенным задним триггером. Этот вариант включает триггеры типов 4 и 5, описанные в таблице 4–3.
- Команда *TRG

Сведения об использовании команды *TRG приведены в разделе «Общие команды».

Таблица 4–3. Типы триггеров

Тип	Триггер	Задний триггер	Стабилизационная задержка
1	Внутренний	Отключен	–
2	Внешний	Отключен	Выкл.
3	Внешний	Отключен	Вкл.
4	Внешний	Включен	Выкл.
5	Внешний	Включен	Вкл.

Внешний запуск с передней панели

Для включения внешнего запуска с передней панели выполните следующее.

1. Нажмите кнопку , затем . **На дисплее появится сообщение Ext Trig** и номер, соответствующий выбранному триггеру (1, 2, 3, 4, или 5). Типы триггеров перечислены в таблице 4–3.
2. Для прокрутки списка триггеров нажимайте кнопки  и . Выделите тип триггера и нажмите кнопку , удерживая ее две секунды, чтобы выбрать триггер.

Для измерения без задержки выберите триггер типа 2, для измерений с задержкой – типа 3. Типичные задержки см. в таблице 4–3.

При выборе триггера типа 2 или 3 отображается сообщение **Ext Trig**, подтверждающее, что режим удаленной связи выключен, а внешний триггер включен. (Если прибор находится в режиме дистанционного управления, запустить измерение с передней панели невозможно).

3. Для запуска измерения нажмите кнопку . (При каждом нажатии кнопки , происходит запуск измерения).
4. Для возвращения прибора к работе с внутренним (непрерывным) триггером выполните шаг 3 и выберите триггер типа 1.

При переходе в режим дистанционного управления с триггерами типов 4 или 5 измерительный прибор остается в состоянии внешнего триггера, однако запускать измерения можно только с задним триггером типа 4 и 5. Для выхода из дистанционного режима выполните шаги 1 и 2 и выберите триггер типа 2 или 3 (если применимо).

Примечание

В режиме внешнего запуска (режимы 2 – 5) команда *TRG всегда доступна.

Установка конфигурации типа запуска

Для установки конфигурации типа запуска с помощью компьютерного интерфейса введите команду TRIGGER <type> (где <type> – тип триггера) и нажмите Enter. Типы триггеров перечислены в таблице 4–3.

Если входной сигнал нестабилен, выберите триггер типа 3 или 5, чтобы обеспечить задержку перед запуском измерения. Стандартные задержки перечислены в таблице 4–3. Скорости передачи показаний через интерфейс RS-232 приведены в таблице 4–4.

Таблица 4–4. Скорости передачи показаний через интерфейс RS-232

Скорость	Показания в секунду	
	Управление от внутреннего триггера (триггер 1)	Управление от внешнего триггера (триггер 4)
Низкая скорость	2,5 ^[1]	2,5 ^[2]
Средняя скорость	20 ^[1]	20 ^[2]
Высокая скорость	100 ^[1]	100 ^[2]

[1] Зависит от аналого-цифровой скорости триггера.
[2] Зависит от скорости передачи сигнала триггера.

Внешний запуск через компьютерный интерфейс

Для запуска измерений через компьютерный интерфейс RS-232 введите команду *TRG и нажмите Enter. Сведения об использовании команды *TRG см. в разделе «Общие команды», приведенном ниже в этой главе.

Схема запуска измерения с использованием контакта 9 разъема интерфейса RS-232 приведена на рис. 4–1.

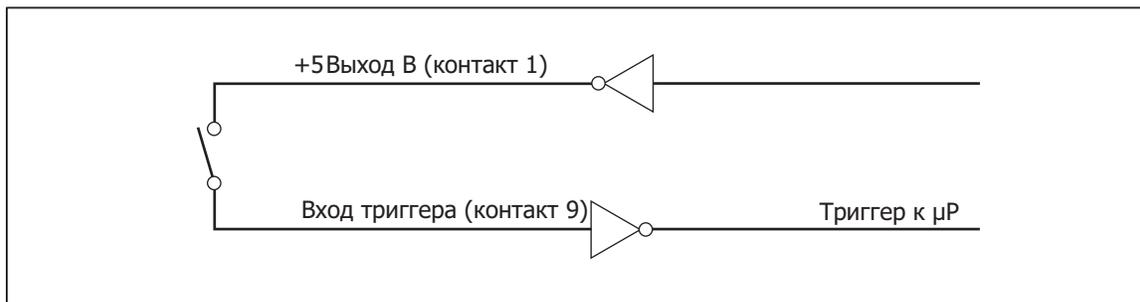


Рисунок 4–1. Внешний запуск измерения с использованием контакта 9 разъема интерфейса RS-232

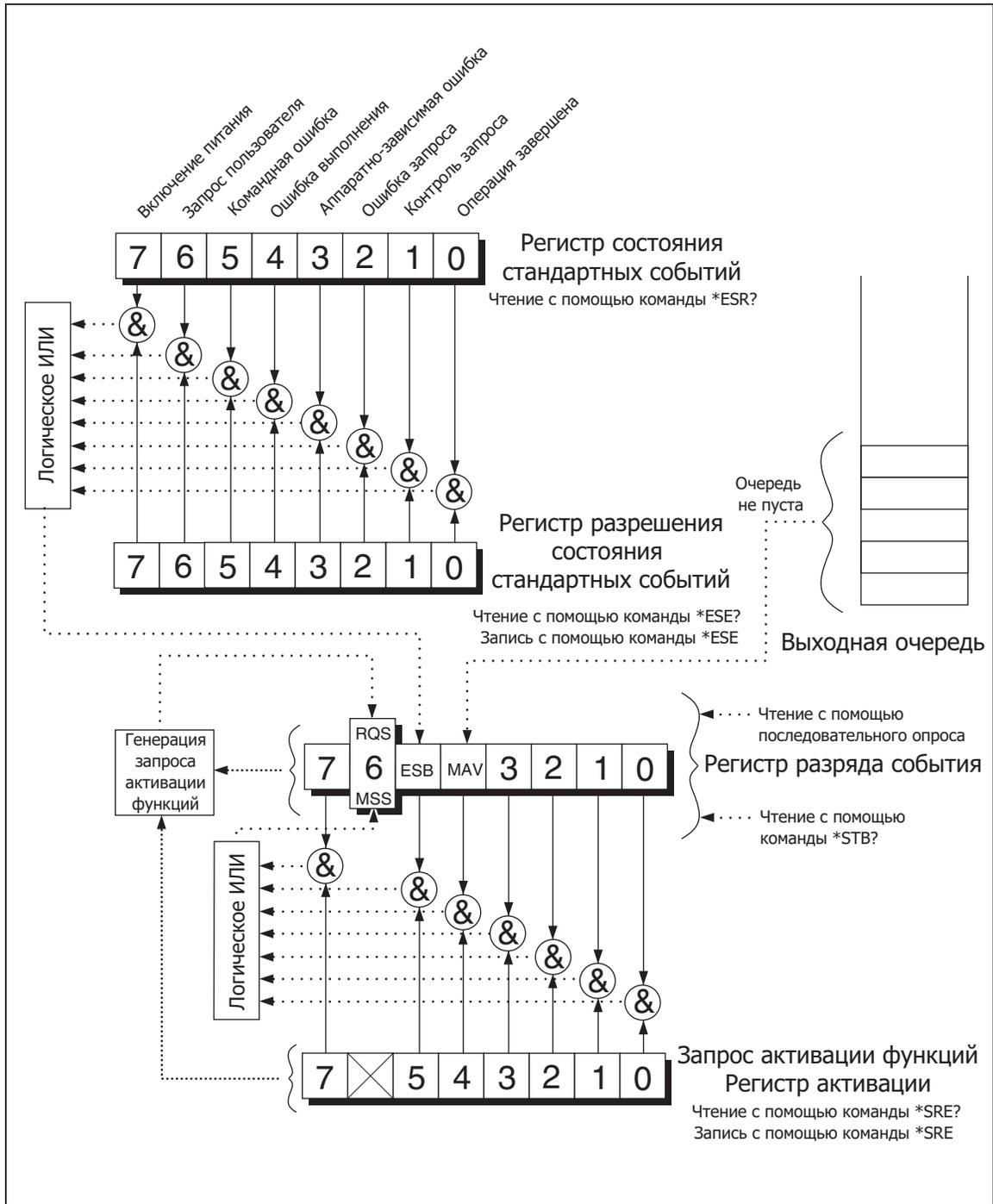
Регистры состояния

Содержание регистра состояния (STB) определяется регистром активации функций, регистром состояния события (ESR), регистром активации состояния события (ESE) и выходным буфером. Регистры статуса описаны в следующих разделах, краткие сведения о них приведены в таблице 4–5.

На рис. 4–2 показаны взаимосвязи между регистрами.

Таблица 4–5. Краткие сведения о регистрах статуса

Регистр	Команда чтения	Команда записи	Регистр активации
Регистр разряда события	*STB?	Отсутствуют	SRE
Регистр запроса активации функций	*SRE?	*SRE	Отсутствуют
Регистр состояния событий	*ESR?	Отсутствуют	ESE
Регистр активации состояния события	*ESE?	*ESE	Отсутствуют



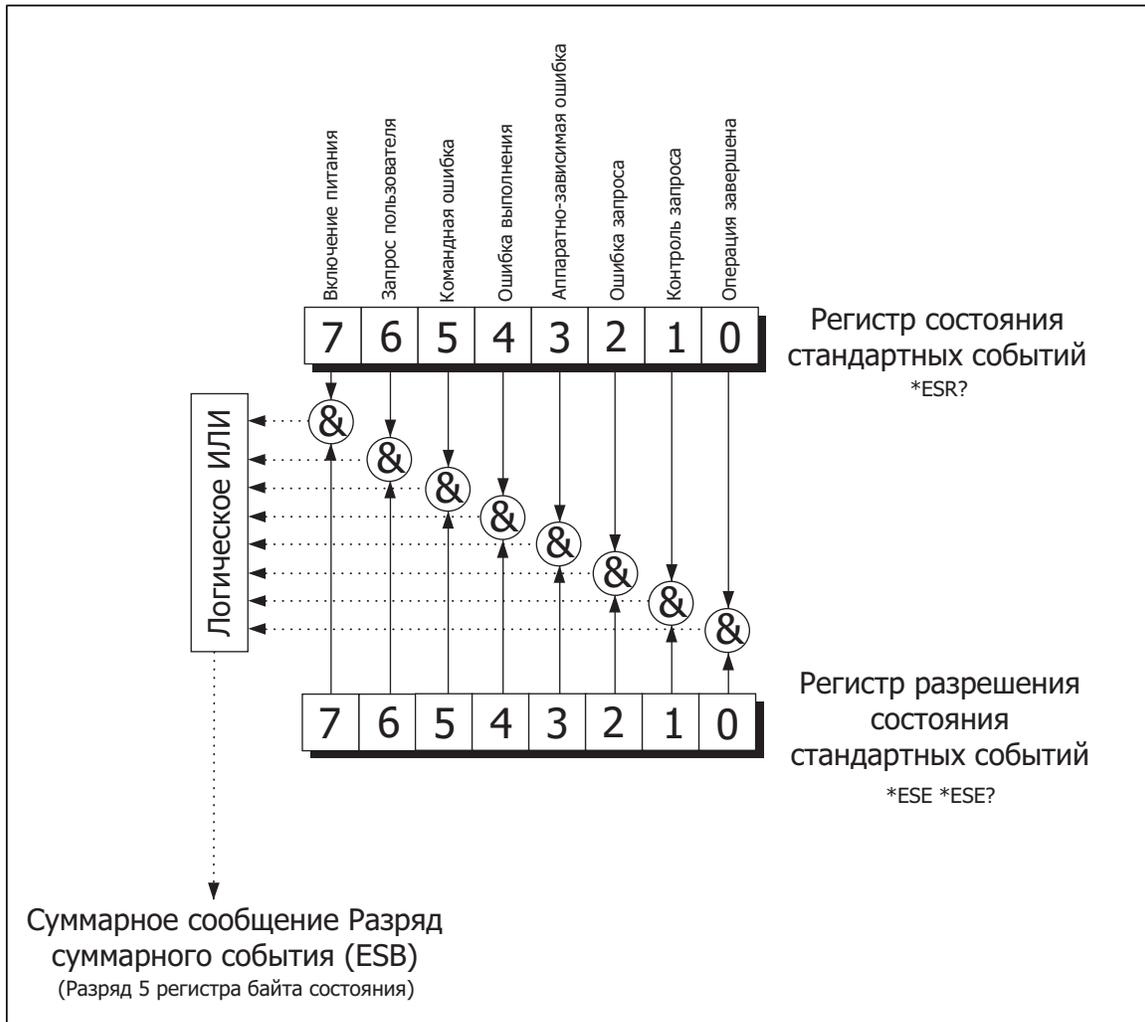
fkz21f.eps

Рисунок 4–2. Обзор структур данных состояния

Состояние события и регистры активации состояния события

ESR назначает для специфических событий специфические разряды. (См. рис. 4–3 и таблицу 4–6.) Когда разряд в ESR установлен на 1. Событие, которое соответствует этому разряду происходит после того, как регистр был последний раз прочитан или очищен. Например, если разряд 3 (DDE) установлен на 1, происходит аппаратно-зависимая ошибка.

ESE является регистром маски, который позволяет хосту блокировать или разблокировать (маскирование) каждый разряд в ESR. Когда разряд в ESE установлен на 1, разрешается соответствующий разряд в ESR. Когда какой-либо разрешенный разряд в ESR изменяется с 0 на 1, разряд ESB в STB также меняется на 1. Когда ESR прочитан с использованием команды *ESR? или очищен с помощью команды *CLS, разряд ESB в STB снова устанавливается на 0.



fkz22f.eps

Рисунок 4–3. Состояние события и регистры активации состояния события

Таблица 4–6. Описание разрядов в ESR и ESE

Номер разряда	Наименование	Условие
0	Операция завершена (OPC)	Все команды перед получением команды *OPC были выполнены. Интерфейс готов принять другое сообщение.
1	Не используется	Всегда установлено на 0.
2	Ошибка запроса (QYE)	Попытка чтения данных из выходного буфера прибора, когда выходных нет или когда они анализируются. Или получена новая командная строка перед тем, как предыдущий запрос был прочитан. Или входной и выходной буферы заполнены.
3	Аппаратно-зависимая ошибка (DDE)	Некорректный входной сигнал при калибровке. Или входной буфер интерфейса RS-232 переполнен.
4	Ошибка выполнения (EXE)	Команда понята, но не может быть выполнена. Такая ситуация возможна, когда команда содержит неприемлемый параметр.
5	Командная ошибка.	Команда не выполнена, поскольку не понята. Такая ситуация возможна, когда команда содержит синтаксическую ошибку.
6	Не используется	Всегда установлено на 0.
7	Включение питания	После прочтения или очистки ESR питание было выключено и включено снова.

Регистр разряда события

STB является регистром двоичного кода, который содержит восемь разрядов. Обратите внимание, что SRE использует разряды 1 – 5 и 7, чтобы задать разряд 6 – разряд Главного общего состояния (MSS), разрешенный SRE. Восемь разрядов STB, описанных в таблице 4–7, читаются с помощью команды *STB? .

Таблица 4–7. Описание разрядов в битовом регистре состояния (STB)

Номер разряда	Наименование	Условие
0	Не используется	Всегда установлено на 0.
1	Не используется	Всегда установлено на 0.
2	Не используется	Всегда установлено на 0.
3	Не используется	Всегда установлено на 0.
4	Сообщение доступно (MAV)	Данные доступны в выходном буфере. Разряд устанавливается на 1, когда ответ на запрос помещается в выходной буфер. Разряд очищается (устанавливается на 0), когда хосту отправляется выходной терминатор.
5	Состояние события (ESB)	В регистре состояния событий находится одно или несколько разрешенных событий. Для определения, какие события произошли, пошлите команду *ERR? , чтобы прочитать регистр состояния событий.
6	Главное общее состояние (MSS) ^[1]	Устанавливается на 1, если в регистре STB (MSS) есть какой-либо разрешенный разряд, установленный на 1; в противном случае устанавливается 0. Для определения состояния разряда MSS отправьте команду запроса STB? . Сервисный запрос (RQS) устанавливается на 1, если запрос делается с передней панели; или MSS устанавливается на 1. Состояние разряда возвращается последовательным опросом, который очищает RQS.
7	Не используется	Всегда установлено на 0.
[1] Как прочитано командой *STB? . Если STB прочтено последовательным опросом, разряд 6 возвращается в качестве RQS.		

Чтение регистра разряда события

Хост выполняет чтение STB с помощью последовательного опроса или отправляет измерительному прибору запрос *STB? . (Значение байта состояния остается неизменным при запросе STB?). После прочтения STB возвращается целое число. Это целое число является десятичным эквивалентом 8-разрядного двоичного числа. Например, 48 является десятичным эквивалентом двоичного числа 00110000, где в 4-м (MAV) и 5-м (ESB) разрядах находятся единицы.

Если байт состояния читается с запросом *STB? , разряд 6 возвращается как Главное общее состояние (MSS).

Пример.

*STB? читает STB. Если возвращается число 32, оно конвертируется в двоичный эквивалент 00100000, в котором 5-й разряд (ESB) установлен на 1. Чтобы определить состояние события, необходимо прочитать ESB таким же образом, используя команду *ESR? .

Задание команд компьютерного интерфейса

В остальной части данной главы описываются команды компьютерного интерфейса RS-232 Команды, сгруппированные по выполняемым функциям, перечислены в нижеследующих таблицах. Параметры, задаваемые пользователем, и строки, возвращаемые измерительным прибором, заключены в угловые скобки (например, <value>).

Общие команды

Таблица 4–8 описывает общие команды.

Таблица 4–8. Общие команды

Команда	Наименование	Описание
*CLS	Очистка состояния	Очищает все регистры событий, суммированные в байте состояния (за исключением «Сообщение доступно», которое удаляется только если *CLS является первым сообщением в командной строке).
*ESE <value>	Активация состояния события	Устанавливает регистр активации состояния события на <value>, где <value> – целое число от 0 до 255. <value> – целое число, двоичный эквивалент которого соответствует состоянию (1 или 0) байтов в регистре. Если <value> не находится в пределах от 0 до 255, генерируется ошибка выполнения. ПРИМЕР. Десятичное число 16 конвертируется в двоичное 00010000, которое устанавливает разряд 4 (EXE) в ESE на 1.
*ESE?	Запрос активации состояния события	Измерительный прибор возвращает <value> регистра активации состояния события, как установленный командой *ESE . <value> – целое число, двоичный эквивалент которого соответствует состоянию байтов в регистре (1 или 0).
*ESR?	Запрос регистра состояния события	Измерительный прибор возвращает <value> регистра состояния события, а потом удаляет его. <value> – целое число, двоичный эквивалент которого соответствует состоянию байтов в регистре (1 или 0).
*IDN?	Идентификация запроса	Измерительный прибор возвращает свой идентификационный код в виде четырех полей, разделенных запятыми. Это следующие поля: изготовитель (ТЕКТРОНИХ); модель (DMM4020); семизначный серийный номер; версии основного и экранного ПО.
*OPC	Команда завершения операции	В процессе анализа измерительный прибор устанавливает разряд завершения операции в регистре состояния стандартных событий.
*OPC?	Запрос завершения операции	В процессе анализа измерительный прибор размещает ASCII 1 в выходном запросе.
*RST	Сброс	Измерительный прибор выполняет сброс с отключением питания.

Таблица 4-8. Общие команды (продолжение)

Команда	Наименование	Описание
*SRE	Запрос активации функций	Устанавливает регистр запроса активации функций на <value>, где <value> – целое число от 0 до 255. Значение 6-го разряда игнорируется, поскольку регистр запроса активации функций не использует его. <value> – целое число, двоичный эквивалент которого соответствует состоянию (1 или 0) байтов в регистре. Если <value> не находится в пределах от 0 до 255, генерируется ошибка выполнения.
*SRE?	Регистр запроса активации функций	Измерительный прибор возвращает <value> регистра запроса активации функций (с разрядом 6, установленным на 0). <value> – целое число, двоичный эквивалент которого соответствует состоянию байтов в регистре (1 или 0).
*STB?	Чтение байта состояния	Измерительный прибор возвращает <value> байта состояния с разрядом 6, установленным как байт Главной суммы. <value> – целое число, двоичный эквивалент которого соответствует состоянию байтов в регистре (1 или 0).
*TRG	Триггер	Запускает выполнение измерения прибором после анализа.
*TST	Запрос самопроверки	Всегда возвращает 0.
*WAI	Ожидание продолжения.	Не выполнять никаких действий.

Функциональные команды и запросы

Таблица 4–9 описывает функциональные команды и запросы. Подробные сведения о всех функциях измерительного прибора приведены в главе 3.

Таблица 4–9. Функциональные команды и запросы

Команды		Функция
Главный дисплей	Вспомогательный дисплей.	
AAC·(амперы)	AAC2	Переменный ток
AACDC ^[1]	(Не применимо)	Постоянный ток плюс переменный ток (эфф.)
ADC·(амперы)·	ADC2	Постоянный ток
(Не применимо)	CLR2	Удаление измерения (если оно отображается)
CONT	(Не применимо)	Проверка целостности электрических цепей

Таблица 4–9. Функциональные команды и запросы

Команды		Функция
Главный дисплей	Вспомогательный дисплей.	
DIODE	(Не применимо)	Тестирование диодов
FREQ (частота)	FREQ2	Частота
FUNC1?	(Не применимо)	Измерительный прибор возвращает выбранную функцию как мнемоническую команду. Например, если выбрана частота, FUNC1?? возвращает FREQ
(Не применимо)	FUNC2?	Измерительный прибор возвращает выбранную функцию как мнемоническую команду. Например, если выбрана частота, FUNC2?? возвращает FREQ Если вспомогательный дисплей не используется, генерируется ошибка выполнения.
OHMS	OHMS2	Сопротивление
WIRE2, WIRE4	(Не применимо)	Доступно только при измерении сопротивления. Используется для выбора 2-проводного или 4-проводного режима измерения.
VAC (вольты)	VAC2	Переменное напряжение
VACDC ^[1]	(Не применимо)	Постоянное напряжение плюс переменное напряжение (эфф.)
VDC (вольты)	VDC2	Постоянное напряжение
[1] При выборе AACDC или VACDC никакие другие функции не могут быть выбраны для вспомогательного дисплея. При попытке сделать это генерируется ошибка выполнения.		

Команды и запросы модификаторов функций

Таблица 4–10 описывает команды и запросы модификаторов функций. Модификатор функции изменяют нормальный режим измерения для данной функции или выполняет определенные операции с результатами измерения перед отображением их на дисплее. Например, модификатор относительных показаний (REL) отображает разность между относительной базой и измеренным значением. Результаты команд модификатора функции отображаются только на главном дисплее.

Таблица 4–10. Команды и запросы модификаторов функций

Команда	Описание																																																
DB	Измерительный прибор работает с модификатором децибелов. Показания на главном дисплее отображаются в децибелах. Если на измерительном приборе не включена функция измерения напряжения (постоянного и/или переменного), генерируется ошибка выполнения.																																																
DBCLR	Измерительный прибор отключает модификатор децибелов и отображает показания в обычных единицах. Кроме того сбрасываются модификаторы dB power (измерение мощности в децибелах), REL и MIN MAX																																																
DBPOWER	Измерительный прибор включает модификатор dB Power, если выбрана функция напряжения и установлено эталонное полное сопротивление 2, 4, 8 или 16 Ом. В противном случае генерируется ошибка выполнения. В режиме dB Power показания на главном дисплее отображаются в ваттах.																																																
DBREF <value>	Устанавливает эталонное сопротивление для измерения в децибелах как <value> – одно из значений, приведенных в таблице 4-10 А. Установленное значение соответствует отображаемому эталонному сопротивлению (в Омах). Если <value> не совпадает со значениями, приведенными в таблице 4-10А, генерируется ошибка выполнения.																																																
<p>Таблица 4-10 А. Значения эталонного полного сопротивления</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th align="center">Значение</th> <th align="center">Эталонное сопротивление</th> <th align="center">Значение</th> <th align="center">Эталонное сопротивление</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td align="center">1</td><td align="center">2</td><td align="center">12</td><td align="center">150</td></tr> <tr><td align="center">2</td><td align="center">4</td><td align="center">13</td><td align="center">250</td></tr> <tr><td align="center">3</td><td align="center">8</td><td align="center">14</td><td align="center">300</td></tr> <tr><td align="center">4</td><td align="center">16</td><td align="center">15</td><td align="center">500</td></tr> <tr><td align="center">5</td><td align="center">50</td><td align="center">16</td><td align="center">600</td></tr> <tr><td align="center">6</td><td align="center">75</td><td align="center">17</td><td align="center">800</td></tr> <tr><td align="center">7</td><td align="center">93</td><td align="center">18</td><td align="center">900</td></tr> <tr><td align="center">8</td><td align="center">110</td><td align="center">19</td><td align="center">1000</td></tr> <tr><td align="center">9</td><td align="center">124</td><td align="center">20</td><td align="center">1200</td></tr> <tr><td align="center">10</td><td align="center">125</td><td align="center">21</td><td align="center">1200</td></tr> <tr><td align="center">11</td><td align="center">135</td><td></td><td align="center">8000</td></tr> </tbody> </table>		Значение	Эталонное сопротивление	Значение	Эталонное сопротивление	1	2	12	150	2	4	13	250	3	8	14	300	4	16	15	500	5	50	16	600	6	75	17	800	7	93	18	900	8	110	19	1000	9	124	20	1200	10	125	21	1200	11	135		8000
Значение	Эталонное сопротивление	Значение	Эталонное сопротивление																																														
1	2	12	150																																														
2	4	13	250																																														
3	8	14	300																																														
4	16	15	500																																														
5	50	16	600																																														
6	75	17	800																																														
7	93	18	900																																														
8	110	19	1000																																														
9	124	20	1200																																														
10	125	21	1200																																														
11	135		8000																																														
DBREF?	Измерительный прибор возвращает <value> – одно из значений, приведенных в таблице 4-10 А. Установленное значение соответствует отображаемому эталонному сопротивлению.																																																
HOLD (удержание)	Прибор включает функцию Touch Hold («прикосновение и фиксация»). (Для получения дополнительной информации см. раздел «Функция Touch Hold («прикосновение и фиксация») (HOLD)», глава 3). Если команда HOLD посылается измерительному прибору, когда он уже находится в режиме Touch Hold, показания отображаются на дисплее принудительно.																																																
HOLDCLR	Измерительный прибор выходит из режима Touch Hold и возвращается к состоянию нормальной работы.																																																
HOLDTHRESH <threshold>	Устанавливает для режима HOLD порог измерения на значение <threshold>. Значение <threshold> (порог) должно быть 1, 2, 3 или 4 (0,01 %, 0,1 %, 1 % или 10 %). Другие значения приводят к генерации ошибки выполнения. Для получения дополнительной информации см. раздел «Функция Touch Hold («прикосновение и фиксация») (HOLD)», глава 3.																																																

Таблица 4-10. Команды и запросы модификаторов функций (продолжение)

Команда	Описание
HOLDTHRESH?	Измерительный прибор возвращает Touch Hold <threshold> (1, 2, 3, или 4). Для получения дополнительной информации см. раздел «Функция Touch Hold («прикосновение и фиксация») (HOLD)», глава 3.
MAX	Измерительный прибор включает модификатор MAX с текущим показанием в качестве максимального значения. Если модификатор MAX уже включен, измерительный прибор отображает максимальное значение. При включении модификатора MAX режим автоматического выбора диапазона отключается. Для получения дополнительной информации см. раздел «Модификатор минимального/максимального значения (MIN MAX)», глава 3.
MAXSET <numeric value>	Измерительный прибор включает модификатор MAX с числовым значением <numeric value> в качестве максимального значения. Числовое значение <numeric value> может быть знаковым целым числом, знаковым действительным числом без показателя или знаковым действительным числом с показателем. Режим автоматического выбора диапазона отключен. Для получения дополнительной информации см. раздел «Модификатор минимального/максимального значения (MIN MAX)», глава 3. Если <numeric value> превышает границу измерительного диапазона, генерируется ошибка выполнения.
MIN	Измерительный прибор включает модификатор MIN с текущим показанием в качестве минимального значения. Если модификатор MIN уже включен, измерительный прибор отображает минимальное значение. При включении модификатора MIN режим автоматического выбора диапазона отключается. Для получения дополнительной информации см. раздел «Модификатор минимального/максимального значения (MIN MAX)», глава 3.
MINSET <numeric value>	Измерительный прибор включает модификатор MIN с числовым значением <numeric value> в качестве минимального значения. Числовое значение <numeric value> может быть знаковым целым числом, знаковым действительным числом без показателя или знаковым действительным числом с показателем. Режим автоматического выбора диапазона отключен. Для получения дополнительной информации см. раздел «Модификатор минимального/максимального значения (MIN MAX)», глава 3. Если <numeric value> превышает границу измерительного диапазона, генерируется ошибка выполнения.
MNMX	Измерительный прибор включает модификатор MIN MAX с текущим показанием в качестве минимального и максимального значения. Если модификатор MIN MAX уже включен, измерительный прибор отображает последнее минимальное или максимальное значение. При включении модификатора MIN MAX режим автоматического выбора диапазона отключается. Для получения дополнительной информации см. раздел «Модификатор минимального/максимального значения (MIN MAX)», глава 3. При выборе модификатора MIN MAX можно переключать дисплей на отображение минимального или максимального показаний без потери сохраненных минимальных и максимальных значений.
MNMXSET <numeric1, numeric2>	Измерительный прибор включает модификатор MIN MAX с числовым значениям <numeric value1> в качестве максимального значения и с числовым значениям <numeric value2> в качестве минимального значения. Числовые значения <numeric value1> и <numeric2> могут быть знаковыми целыми числами, знаковыми действительными числами без показателя или знаковыми действительными числами с показателем. Режим автоматического выбора диапазона отключен. Для получения дополнительной информации см. раздел «Модификатор минимального/максимального значения (MIN MAX)», глава 3. Если числовые значения <numeric value1> или <numeric2> превышают границы измерительного диапазона, генерируется ошибка выполнения.

Таблица 4-10. Команды и запросы модификаторов функций (продолжение)

Команда	Описание
MMCLR	Измерительный прибор выключает модификатор MIN MAX. Сохраненные минимальное и максимальное значения удаляются, а измерительный прибор возвращается в диапазон и режим выбора диапазона, выбранные до включения модификатора MIN MAX.
MOD?	Измерительный прибор возвращает числовые значения, характеризующие используемые модификаторы, где 1 = MIN; 2 = MAX; 4 = HOLD; 8 = dB; 16 = dB Power; 32 = REL и 64 = COMP. Если выбрано несколько модификаторов, возвращенное значение эквивалентно сумме значений выбранных модификаторов. Например, если выбраны модификаторы dB и REL, возвращено будет значение 40.
REL	Измерительный прибор включает модификатор относительных показаний (REL), используя значение, отображаемое на главном дисплее в качестве относительной базы. Режим автоматического выбора диапазона отключен. Для получения дополнительной информации см. раздел «Модификатор относительных показаний (REL)», глава 3.
RELCLR	Измерительный прибор выключает модификатор REL и возвращается в диапазон и режим выбора диапазона, выбранные до включения модификатора REL.
RELSET <relative base>	Измерительный прибор включает модификатор относительных показаний (REL), используя значение <relative base> в качестве относительной базы. Числовое значение <relative base> может быть знаковым целым числом, знаковым действительным числом без показателя или знаковым действительным числом с показателем. Режим автоматического выбора диапазона отключен. Если <relative base> превышает границу измерительного диапазона, генерируется ошибка выполнения. Для получения дополнительной информации см. раздел «Модификатор относительных показаний (REL)», глава 3.
RELSET?	Измерительный прибор возвращает значение относительной базы <relative base>. Если модификатор относительных показаний не был выбран, генерируется ошибка выполнения.

Команды и запросы для диапазона и скорости измерений

Таблица 4-11 описывает команды и запросы для диапазона и скорости измерений. В режиме автоматического переключения диапазона измерительный прибор автоматически выбирает диапазон для каждого показания. В режиме ручного выбора диапазона пользователь выбирает фиксированный диапазон.

Таблица 4-11. Команды и запросы для диапазона и скорости измерений

Команда	Описание
AUTO	Измерительный прибор включает режим автоматического выбора диапазона на главном дисплее. Если режим автоматического переключения диапазона нельзя выбрать (в режимах REL, MIN MAX и прозвонке цепи/проверке диодов), генерируется ошибка выполнения.
AUTO?	Измерительный прибор возвращает значение 1, если режим автоматического переключения диапазона включен, или 0, если выключен
FIXED	Измерительный прибор выключает режим автоматического выбора диапазона на главном дисплее и переходит в режим ручного выбора диапазона. Текущий диапазон становится выбранным диапазоном.

Таблица 4-11. Команды и запросы для диапазона и скорости измерений (продолжение)

Команда	Описание																																																
RANGE <value range>	<p>Устанавливает на главном дисплее <value range>, где <value range> – число в столбце «значение диапазона» таблицы 4. Это число соответствует диапазону для определенной функции (напряжение, сопротивление, ток и т. д.).</p> <p style="text-align: center;">Таблица 4-11 А. Диапазоны для каждой функции</p> <table border="1" data-bbox="440 527 1503 989"> <thead> <tr> <th data-bbox="440 527 586 611">Значение диапазона</th> <th data-bbox="586 527 764 611">Диапазоны напряжения</th> <th data-bbox="764 527 984 611">Диапазоны сопротивления</th> <th data-bbox="984 527 1162 611">Переменный ток</th> <th data-bbox="1162 527 1325 611">Частотные Диапазон</th> <th data-bbox="1325 527 1503 611">Постоянный ток</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="440 611 586 663">1</td> <td data-bbox="586 611 764 663">200 мВ</td> <td data-bbox="764 611 984 663">200 Ω</td> <td data-bbox="984 611 1162 663">20 мА</td> <td data-bbox="1162 611 1325 663">2 кГц</td> <td data-bbox="1325 611 1503 663">200 мкА</td> </tr> <tr> <td data-bbox="440 663 586 709">2</td> <td data-bbox="586 663 764 709">2 В</td> <td data-bbox="764 663 984 709">2 кΩ</td> <td data-bbox="984 663 1162 709">200 мА</td> <td data-bbox="1162 663 1325 709">20 кГц</td> <td data-bbox="1325 663 1503 709">2000 мкА</td> </tr> <tr> <td data-bbox="440 709 586 758">3</td> <td data-bbox="586 709 764 758">20 В</td> <td data-bbox="764 709 984 758">20 кΩ</td> <td data-bbox="984 709 1162 758">2 А</td> <td data-bbox="1162 709 1325 758">200 кГц</td> <td data-bbox="1325 709 1503 758">20 мА</td> </tr> <tr> <td data-bbox="440 758 586 806">4</td> <td data-bbox="586 758 764 806">200 В</td> <td data-bbox="764 758 984 806">200 кΩ</td> <td data-bbox="984 758 1162 806">10 А</td> <td data-bbox="1162 758 1325 806">1000 кГц</td> <td data-bbox="1325 758 1503 806">200 мА</td> </tr> <tr> <td data-bbox="440 806 586 890">5</td> <td data-bbox="586 806 764 890">1000 В (пост.)^[1]</td> <td data-bbox="764 806 984 890">2 МΩ</td> <td data-bbox="984 806 1162 890">Не прим.</td> <td data-bbox="1162 806 1325 890">Не прим.</td> <td data-bbox="1325 806 1503 890">2 А</td> </tr> <tr> <td data-bbox="440 890 586 938">6</td> <td data-bbox="586 890 764 938">Не прим.</td> <td data-bbox="764 890 984 938">20 МΩ</td> <td data-bbox="984 890 1162 938">Не прим.</td> <td data-bbox="1162 890 1325 938">Не прим.</td> <td data-bbox="1325 890 1503 938">10 А</td> </tr> <tr> <td data-bbox="440 938 586 989">7</td> <td data-bbox="586 938 764 989">Не прим.</td> <td data-bbox="764 938 984 989">100 МΩ</td> <td data-bbox="984 938 1162 989">Не прим.</td> <td data-bbox="1162 938 1325 989">Не прим.</td> <td data-bbox="1325 938 1503 989">Не прим.</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="440 989 1503 1041">[1] 1000 В постоянного напряжения, 750 В переменного напряжения</p>	Значение диапазона	Диапазоны напряжения	Диапазоны сопротивления	Переменный ток	Частотные Диапазон	Постоянный ток	1	200 мВ	200 Ω	20 мА	2 кГц	200 мкА	2	2 В	2 кΩ	200 мА	20 кГц	2000 мкА	3	20 В	20 кΩ	2 А	200 кГц	20 мА	4	200 В	200 кΩ	10 А	1000 кГц	200 мА	5	1000 В (пост.) ^[1]	2 МΩ	Не прим.	Не прим.	2 А	6	Не прим.	20 МΩ	Не прим.	Не прим.	10 А	7	Не прим.	100 МΩ	Не прим.	Не прим.	Не прим.
Значение диапазона	Диапазоны напряжения	Диапазоны сопротивления	Переменный ток	Частотные Диапазон	Постоянный ток																																												
1	200 мВ	200 Ω	20 мА	2 кГц	200 мкА																																												
2	2 В	2 кΩ	200 мА	20 кГц	2000 мкА																																												
3	20 В	20 кΩ	2 А	200 кГц	20 мА																																												
4	200 В	200 кΩ	10 А	1000 кГц	200 мА																																												
5	1000 В (пост.) ^[1]	2 МΩ	Не прим.	Не прим.	2 А																																												
6	Не прим.	20 МΩ	Не прим.	Не прим.	10 А																																												
7	Не прим.	100 МΩ	Не прим.	Не прим.	Не прим.																																												
RANGE1?	Возвращает диапазон, выбранный в данный момент на главном дисплее.																																																
RANGE2?	Возвращает диапазон, выбранный в данный момент на вспомогательном дисплее. Если вспомогательный дисплей не используется, генерируется ошибка выполнения.																																																
RATE <speed>	<p>Устанавливает значение <speed> для скорости измерений, где <speed> либо S для медленного режима (2,5 показаний в секунду), либо M для среднего режима (20 показаний в секунду), либо F для быстрого режима (100 показаний в секунду).</p> <p>S, M и F можно вводить в верхнем или нижнем регистрах. Другие значения <speed> приводят к генерации ошибки выполнения.</p>																																																
RATE?	Возвращает значение <speed> как S для медленного режима (2,5 показаний в секунду), M для среднего режима (20 показаний в секунду) или F для быстрого режима (100 показаний в секунду).																																																

Запросы измерений

Таблица 4–12 описывает запросы измерений, которые отображаются на главном и/или вспомогательном дисплеях.

Таблица 4–12. Запросы измерений

Команда	Описание
MEAS1?	Измерительный прибор возвращает значение, отображаемое на главном дисплее после завершения следующего запущенного измерения.
MEAS2?	Измерительный прибор возвращает значение, отображаемое на вспомогательном дисплее после завершения следующего запущенного измерения. Если вспомогательный дисплей отключен, генерируется ошибка выполнения.
MEAS?	<p>Если включены оба дисплея, измерительный прибор возвращает значение, отображаемое на обоих дисплеях после завершения следующего запущенного измерения в выбранном формате. (См. команду FORMAT в таблице 4–15.) Воспользуйтесь следующими примерами для каждого формата.</p> <p>Пример формата 1: +1,2345E+0,+6,7890E+3<CR><LF></p> <p>Пример формата 2: +1,2345E+0 VDC, +6,7890E+3 ADC<CR><LF></p> <p>Если вспомогательный дисплей отключен, команда MEAS? эквивалентна команде MEAS1?</p> <p>Примечание. Если MEAS используется с внешним триггером (TRIGGER 2 – TRIGGER 5), могут быть получены непредсказуемые результаты.</p>
VAL1?	Измерительный прибор возвращает значение, отображаемое на главном дисплее. Если на главном дисплее нет показаний, возвращается значение следующего запущенного измерения.
VAL2?	Измерительный прибор возвращает значение, отображаемое на вспомогательном дисплее. Если на вспомогательном дисплее нет показаний, возвращается значение следующего запущенного измерения. Если вспомогательный дисплей отключен, генерируется ошибка выполнения.
VAL?	<p>Если включены оба дисплея, измерительный прибор возвращает значение, отображаемое на обоих дисплеях в выбранном формате. (См. команду FORMAT в таблице 4–15.) Воспользуйтесь следующими примерами для каждого формата.</p> <p>Пример формата 1: +1,2345E+0,+6,7890E+3<CR><LF></p> <p>Пример формата 2: +1,2345E+0 VDC, +6,7890E+3 ADC<CR><LF></p> <p>Если вспомогательный дисплей отключен, команда VAL эквивалентна команде VAL1. Если на дисплее нет показаний, возвращается значение следующего запущенного измерения, отображаемое на этом дисплее (или дисплеях).</p>

Команды и запросы сравнения

Таблица 4–13 описывает команды и запросы сравнения. Данные команды используются измерительным прибором для определения степени отклонения измеряемой величины от заданных пределов. Эти команды соответствуют кнопкам ,  и  на передней панели.

Таблица 4–13. Команды и запросы сравнения

Команда	Описание
COMP	Измерительный прибор включает функцию сравнения (COMP). Функция Touch Hold («прикосновение и фиксация») включается автоматически. (Отключить функцию Touch Hold («прикосновение и фиксация») можно с помощью команды HOLDCLR).
COMP?	Измерительный прибор возвращает HI, если последнее измерение в режиме COMP оказалось выше верхнего предела диапазона сравнения; LO – если оно ниже нижнего предела; PASS – если оно находится в пределах диапазона сравнения; и прочерк (—), если измерение не было завершено.
COMPCLR	Измерительный прибор выходит из режима сравнения (и выключает функцию Touch Hold, если она была выбрана) и возвращает дисплей к состоянию нормальной работы.
COMPHI <high value>	Устанавливает значение режима сравнения HI как <high value>. Числовое значение <high value> может быть знаковым целым числом, знаковым действительным числом без показателя или знаковым действительным числом с показателем.
COMPLO <low value>	Устанавливает значение режима сравнения LO как <low value>. Числовое значение <low value> может быть знаковым целым числом, знаковым действительным числом без показателя или знаковым действительным числом с показателем.
HOLDCLR	Измерительный прибор выходит из режима Touch Hold и возвращает дисплей к состоянию нормальной работы, но функция сравнения не отключается.

Команды конфигурации триггера

Таблица 4–14 описывает команды конфигурации триггера, которые устанавливают и возвращают конфигурацию триггера.

Таблица 4–14. Команды конфигурации триггера

Команда	Описание
TRIGGER <type>	Устанавливает конфигурацию триггера как <type>, где <type> – число в столбце «тип» таблицы 4–3. Это число соответствует применимому триггеру, заднему триггеру и времени задержки). Если <type> не находится в пределах от 1 до 5, генерируется ошибка выполнения. Если входной сигнал нестабилен, выберите триггер типа 3 или 5, чтобы обеспечить задержку перед запуском измерения. Стандартные задержки перечислены в таблице 4–3.
TRIGGER?	Возвращает тип триггера, установленный командой TRIGGER.

Дополнительные команды и запросы

Таблица 4–15 описывает дополнительные команды и запросы.

Таблица 4–15. Дополнительные команды и запросы

Команда	Описание
^C (CONTRL C)	Обеспечивает выход: =><CR><LF>.
FORMAT <format>	Устанавливает выходной формат <format> 1 или 2. В формате 1 измеренные значения отправляются без единиц измерения (вольты, амперы, омы и т. д.). В формате 2 измеренные значения отправляются с единицами измерения. (См. таблицу 4–16.) Формат 2 используется преимущественно в режиме печати с интерфейсом RS-232.
FORMAT?	Возвращает используемый формат (1 или 2).
PRINT <rate>	Устанавливает скорость печати для режима печати. См. таблицу 4–2.
SERIAL?	Возвращает серийный номер измерительного прибора.

Таблица 4–16. Выходные данные единиц измерений в формате 2

Функция измерения	Выходные единицы
Volts dc (постоянное напряжение)	VDC (вольты)
Volts ac (переменное напряжение)	VAC (вольты)
Amps dc (постоянный ток)	ADC (амперы)
Amps ac (переменный ток)	AAC (амперы)
Сопротивление	OHMS
Частота	Hz (герцы)
DIODE (проверка диодов)	VDC (вольты)
Continuity Test (определение целостности цепи)	OHMS

Удаленные/локальные конфигурации интерфейса RS-232

Таблица 4–17 описывает команды, используемые для установки удаленных/локальных конфигураций измерительного прибора при работе с интерфейсом RS-232. Эти команды действительны только при включенном интерфейсе RS-232.

Таблица 4–17. Команды удаленных/локальных конфигураций

Команда	Описание
REMS	Переводит измерительный прибор режим удаленного состояния (REMS) без блокировки передней панели. На дисплее отображается Remote .
RWLS	Переводит измерительный прибор режим удаленного состояния с блокировкой передней панели (RWLS). На дисплее отображаются сигнализаторы Remote и ■ . В режиме RWLS все кнопки передней панели заблокированы.
LOCS	Переводит измерительный прибор в режим локального состояния без блокировки (LOCS). В этом режиме все кнопки передней панели активны.
LWLS	Переводит измерительный прибор в режим локального состояния с блокировкой (LWLS). В этом режиме все кнопки передней панели заблокированы. На дисплее отображается ■ .

Сохранение/восстановление конфигурации системы с интерфейсом RS-232

Таблица 4–18 описывает команды сохранения/восстановления конфигурации системы, используемые для установки удаленных/локальных конфигураций измерительного прибора при работе с интерфейсом RS-232.

Таблица 4–18. Сохранение/восстановление конфигурации системы

Команда	Описание
Save <position>	Сохраняет текущее рабочее состояние как <position>, где <position> число от 1 до 6.
Call <position>	Вызывает текущее рабочее состояние, используя <position>, где <position> число от 1 до 6.

Демонстрационная программа, иллюстрирующая работу компьютерного интерфейса RS-232

На рис. 4–4 показана аннотированная компьютерная программа BASIC A, которая демонстрирует возможности использования измерительного прибора с интерфейсом RS-232.

```

10 ' EXAMPLE.BAS          The program to record magnitude and frequency data
11 '                    - initialize RS-232 communication and set up F45 emulation
12 '                    - check command acceptance by F45
13 '                    - display and record measurement data in 'TESTDATA.PRN'
100 CLS : KEY OFF
110 RESULTS = ""        ' Define data input
120 PROMPTS = ""       ' Define string to hold command completion prompt
130 CMD$ = ""          ' Define string to hold command to Fluke 45
140 IN$ = ""           ' Define input string
150 ESC$ = CHR$(27)    ' Define program termination command string
160 COUNT = 0         ' Initialize number of readings
200 '
201 ' Open                port 9600 Baud, no parity, 8 bit data,
202 '   ignore Clear to Send, Data Set Ready, Carrier Detect
210 OPEN "com1:9600,n,8,,cs,ds,cd" AS #1
220 IF ERRORCODE <> 0 THEN PRINT "ERROR - Could not open com1:" : END
221 '
230 OPEN "testdata.prn" FOR OUTPUT AS #2      ' Open data file
231 '
232 ' Set up F45:
233 '   "rems"           Put F45 into Remote mode
234 '   "vac"           Primary measurement is Volts AC
235 '   "db"            Add decibels modifier to primary measurement
236 '   "freq2"        Secondary display measurement to be frequency
237 '   "format 1"     Data to be formatted without units
240 CMD$ = "rems; vac; db; freq2; format 1"
250 GOSUB 1000        ' Send command and get response
300 '
310 LOCATE 1, 1 : PRINT "Program to record Magnitude and Frequency data."
320 LOCATE 12, 15 : PRINT "Magnitude/Frequency: ";
330 LOCATE 25, 10 : PRINT "Press any key to record          Press ESC key to exit";
331 '
340 WHILE IN$ <> ESC$
350   PRINT #1, "meas?"          ' Request next measurement results
360   ECHO$ = INPUT$(LEN("meas?")+2, #1) ' Discard echoed command string
370   LINE INPUT #1, RESULTS    ' Get the measurements
380   PROMPT$ = INPUT$(5, #1)   ' Get the prompt + trailing <LF>
390   LOCATE 12, 36 : PRINT RESULTS; ' Print the measurement result
400   IN$ = INKEY$             ' Read the keyboard buffer
401 '   If a key has been pressed, record the data
410   IF IN$ = "" OR IN$ = ESC$ THEN GOTO 450
420   PRINT #2, RESULTS        ' Store data in Lotus ".PRN" format
430   COUNT = COUNT + 1      ' Increment number of readings
440   LOCATE 13, 32 : PRINT COUNT; " Readings recorded";
441 '   ENDIF
450 WEND
460 LOCATE 14, 1 : PRINT "Test Complete - Data stored in 'TESTDATA.PRN'";
470 CLOSE 1, 2
480 KEY ON
490 END
1000 '
1001 ' Subroutine: Command_check
1002 ' Reads and discards echoed commands and checks for error response prompt
1003 ' The possible command responses are:
1004 '   "=><CR><LF>" (command successful)
1005 '   "?><CR><LF>" (command syntax error)
1006 '   "!><CR><LF>" (command execution error)
1007 '
1010 PRINT #1, CMD$
1020 ECHO$ = INPUT$(LEN(CMD$)+2, #1) ' Discard echoed command string
1030 PROMPT$ = INPUT$(4, #1) ' Get prompt
1040 IF INSTR(1, PROMPT$, "=>") <> 0 THEN RETURN ' Command successful
1050 IF INSTR(1, PROMPT$, "?>") <> 0 THEN PRINT "Command syntax!!"
1060 IF INSTR(1, PROMPT$, "!>") <> 0 THEN PRINT "Command failure!!"
1070 PRINT "Program execution Halted"
1080 END

```

gdb23f.eps

Рисунок 4-4. Демонстрационная программа для компьютерного интерфейса RS-232

Приложения

Приложение	Заголовок	Страница
A	Применения	A-1
B	Измерительные провода 2Х4	B-1

Приложение А

Применения

Введение

В настоящей главе приведено несколько приложений, которые помогают использовать измерительный прибор более эффективно. Приложения составлены в предположении, что пользователь умеет работать с измерительным прибором и знаком с основами электроники. Углубленные знания в области электрических цепей не требуются.

Использование двойного дисплея

Грамотное и эффективное использование двойного дисплея может существенно повысить результативность измерений. Двойной дисплей позволяет выполнять измерения двух характеристик одного входного сигнала. Прежде это требовало использования двух приборов или проведения серии измерений.

Чтобы убедиться, как с помощью двойного дисплея можно получить два показания для одного сигнала, выполните измерение напряжения и частоты в сети электропитания по процедуре, описанной ниже.

1. Включите измерительный прибор.
2. Вставьте штекеры измерительных проводов в клеммы прибора **INPUT** **V Ω →+|||) HI** и **LO**.
3. Нажмите кнопку **AC V** для выбора режима измерения переменного напряжения на главном дисплее.
4. Нажмите кнопку **SHIFT**, затем **FREQ** для выбора режима измерения частоты на вспомогательном дисплее.
5. Вставьте щупы измерительных проводов в настенную сетевую розетку. Примерные показания дисплея приведены на рис. А-1. Реальные показания дисплея зависят от характеристик конкретной сети электропитания.

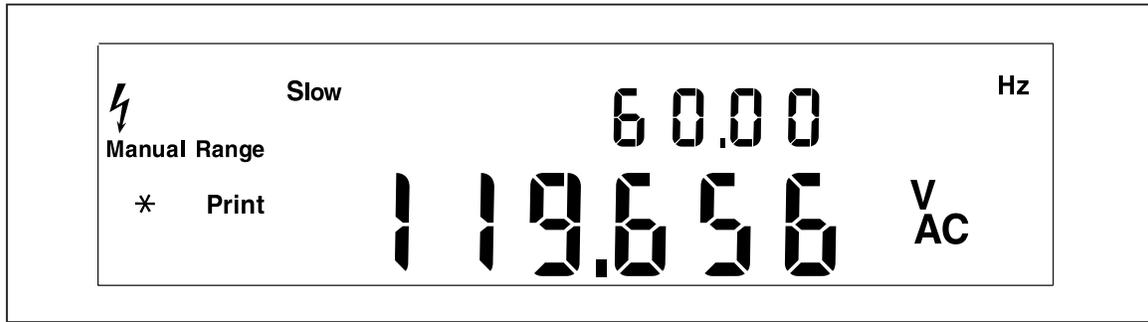


Рисунок А–1. Пример использования двойного дисплея для измерения переменного напряжения и частоты

eue25.eps

Использование измерительных функций в комбинациях

Двойной дисплей позволяет просматривать выбранные комбинации измерений характеристик входного сигнала. Допустимые комбинации приведены в таблице А–1. Измерение эффективных значений постоянного и переменного (dc + ac) напряжения или тока возможно только на главном дисплее. При выполнении измерений в режиме (dc + ac) другую функцию на вспомогательном дисплее выбрать нельзя.

Дополнительные комбинации двойных показаний можно добавить с помощью модификаторов функций (относительные показания, минимальное/максимальное значение и/или Touch Hold («прикосновение и фиксация»)).

Таблица А–1. Допустимые комбинации измерительных функций

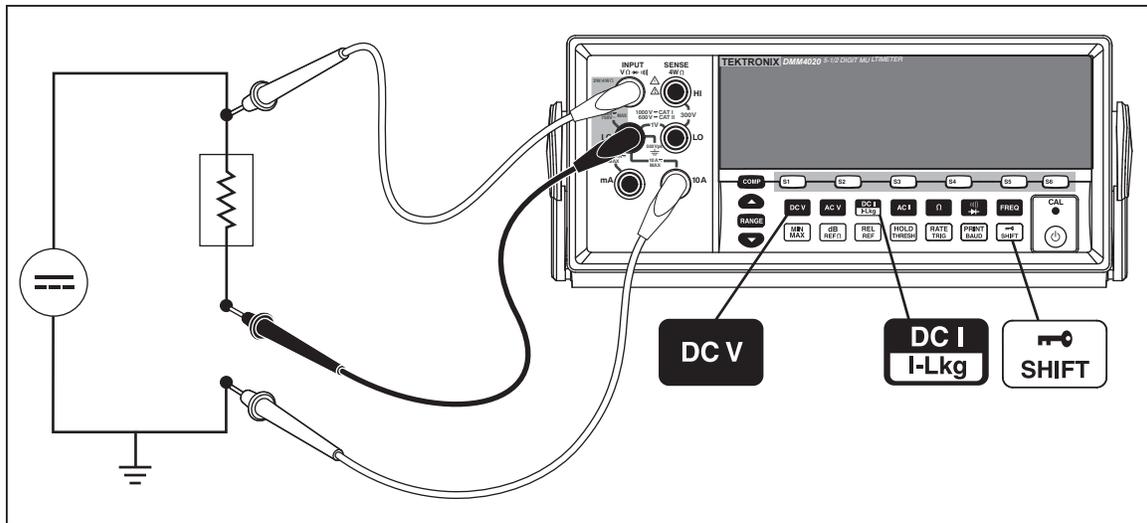
		Главная функция					
		DC V (постоянное напряжение)	AC V (переменное напряжение)	DC I ^[1] (постоянный ток)	AC I (переменный ток)	FREQ (частота)	OHMS (сопротивление)
Вспомогательная функция	DC V (постоянное напряжение)	X	X	X	X		
	AC V (переменное напряжение)	X	X	X	X	X	
	DC I (постоянный ток)	X	X	X	X		
	AC I (переменный ток)	X	X	X	X		
	FREQ (частота)		X			X	
	OHMS (сопротивл ение)						X

Как измерительный прибор выполняет измерения с двойным дисплеем

Когда измерительный прибор находится в режиме двойного дисплея (главный и вспомогательный дисплеи включены), возможны два варианта работы: а) выполняется одно измерение, по результатам которого обновляются оба дисплея; б) каждый дисплей обновляется по результатам различных измерений.

Таблица А–2. Примеры применения двойного дисплея (продолжение)

Главный дисплей	Вспомогательный дисплей.	Применения
Постоянный ток	Переменный ток	<ul style="list-style-type: none"> Измерение пульсаций и потребления тока в импульсных источниках питания Измерение токовой диссипации в предохранительных резисторах блоков питания Измерение пульсаций и шумов в линии
MN MX (минимальное/максимальное значение)	Фактическое значение	<ul style="list-style-type: none"> Отображение сохраненного минимального или максимального значения и данных текущего измерения
REL (относительное измерение)	Фактическое значение	<ul style="list-style-type: none"> Отображение фактического значения и величины его отклонения от относительной базы.
REL (относительное измерение)	Сопротивление	<ul style="list-style-type: none"> Отбор и сортировка резисторов (См. также раздел «Использование функции сравнения», глава 3).
HOLD (удержание)	Фактическое значение	<ul style="list-style-type: none"> Отображение фактического значения при одновременном удержании предыдущего стабильного показания на главном дисплее



gdb27.eps

Рисунок А–2. Измерение постоянного напряжения и тока входного сигнала

При измерениях как напряжения, так и тока используется общий провод, идущий от внутренней цепи измерительного прибора к клемме LO (на передней панели). Сопротивление этого провода составляет примерно 0,003 Ома. При измерениях тока на этом сопротивлении, которое является общим для обеих цепей, создается падение напряжения. Это внутренне сопротивление, добавленное к внешнему сопротивлению провода, идущего от входной клеммы COM, влияет на точность измерения напряжения. Например, если сопротивление внешнего провода составляет 0,007 Ома, общее сопротивление будет достигать 0,010 Ома. При токе 1 А погрешность измерения напряжения будет следующей:

$$(1 \text{ A} \times 0,01 \text{ Ом}) = 0,01 \text{ В или } 10 \text{ мВ.}$$

В зависимости от характера измерений, она может оказаться существенной.

Для измерения постоянного напряжения входного сигнала на главном дисплее, а тока – на вспомогательном дисплее, сделайте следующее.

1. Включите измерительный прибор.
2. Нажмите кнопку **DC V** для выбора режима измерения постоянного напряжения на главном дисплее.
3. Нажмите кнопку **SHIFT**, затем **DC I** для выбора режима измерения постоянного тока на вспомогательном дисплее.
4. Подключите провода к проверяемой цепи, как показано на рис. А–2, и прочтите показания на дисплее. Хотя ток будет отображаться со знаком минус, фактически он положительный, если учесть направление его протекания.

Время срабатывания

Под временем срабатывания понимается время между изменением входного сигнала и отображением этого изменения на дисплее. Время срабатывания измерительного прибора зависит от многих факторов: от функции измерения, от числа измерений (одно измерение при использовании главного дисплея или два измерения при использовании двух дисплеев) от уровня входного сигнала, от типа переключения диапазона (автоматический или ручной), от скоростного режима измерений (медленный, средний, быстрый), а также от наличия или отсутствия смешанных типов измерений. (Измерения делятся на два типа: измерения переменных величин (напряжения и тока) и измерения постоянных величин (все прочие)).

Стандартные значения времени срабатывания для одиночных измерений приведены в таблице А–3. Для одиночных измерений результаты отображаются сразу после нахождения соответствующего диапазона. Тем не менее, требуется дополнительное время для стабилизации измерения с тем, чтобы отображаемые результаты соответствовали штатной точности прибора. «Задержка стабилизации» зависит от различий между главным и вспомогательным дисплеями.

При выборе смешанного режима измерения переменного и постоянного напряжения задержка стабилизации увеличивается. Примерами смешанных режимов являются измерение постоянного напряжения и переменного тока (volts dc + amps ac) или измерение переменного напряжения и постоянного тока (volts ac + amps dc). Значения задержек стабилизации приведены в таблице А–4.

Скорость обновления в режиме двойного дисплея

Скорость обновления – это время между последовательными измерениями для *устойчивого сигнала*. В режиме двойного дисплея (когда включены и главный, и вспомогательный дисплеи), если измерительные функции для дисплеев различны, время обновления для каждой измерительной функции будет отличаться от режима, в котором включен только главный дисплей.

При включении вспомогательного дисплея измерительный прибор перед отображением результатов всегда ожидает полной стабилизации измерения после изменения диапазона или функции. Длительность задержки, как показано в таблице А–4, зависит от функций и диапазонов, выбранных для главного и вспомогательного дисплеев.

В таблице А–5 перечислены интервалы между измерениями, когда функции или диапазоны главного и вспомогательного дисплеев различны. Эти интервалы зависят от измерительной функции, диапазона, скоростного режима измерений (медленный, средний, быстрый), а также от типов измерений (переменные величины, постоянные величины, смешанные или отдельные).

Таблица А–3. Стандартное время срабатывания для одиночных измерений (в секундах)

Измер. Функция	Медленный скоростной режим		Средний скоростной режим		Быстрый скоростной режим	
	Автоматическое переключение диапазона ^[1]	Одиночный диапазон ^[2]	Автоматическое переключение диапазона ^[1]	Одиночный диапазон ^[2]	Автоматическое переключение диапазона ^[1]	Одиночный диапазон ^[2]
 DC V	1,2	0,4	0,7	0,1	0,5	0,05
 AC V	1,2	0,2	0,7	0,1	0,5	0,05
 DC I 	1,4	0,4	0,8	0,1	0,6	0,05
 AC I	1,0	0,2	0,6	0,1	0,5	0,05
 Ω	3,2	0,4	1,8	0,2	1,1	0,10
	Не применимо	Не применимо	Не применимо	Не применимо	Не применимо	Не применимо
 FREQ	1,2	0,4	0,72	0,18	0,56	0,14

[1] Время, необходимое для автоматического переключения с самого нижнего на самый верхний диапазон, выполнения нового измерения и отображения результата.

[2] Среднее время необходимое для перехода на следующий нижний или верхний диапазон и отображения результата

Таблица А–4. Среднее время задержки стабилизации (в секундах)

Измер. Функция	Диапазон	Стабилизационная задержка		
		Низкая скорость	Средняя скорость	Высокая скорость
 DC V	Все	0,2	0,05	0,05
 AC V	Все	0,5	0,05	0,05
 DC I 	Все	0,2	0,3	0,0
 AC I	Все	0,5	0,2	0,2
 Ω	Все	0,2	0,5	0,5
	Не применимо	Не применимо	Не применимо	0,05
 FREQ	Не применимо	0,5	0,2	0,2

Таблица А–5. Стандартное время срабатывания для одиночных измерений с двойным дисплеем (в секундах)

Измер. Функция	Диапазон	Низкая скорость	Средняя скорость	Высокая скорость
 DC V	Все	1,2	1,0	0,9
 AC V	Все	1,0	0,85	0,8
 DC I	Все	1,2	1,0	0,9
 AC I	Все	1,0	0,85	0,8
 Ω	Не применимо	Не применимо	Не применимо	Не применимо
 μ	Не применимо	Не применимо	Не применимо	Не применимо
 FREQ	Не применимо	Не применимо	Не применимо	Не применимо

Внешний триггер

Внешний триггер может использоваться со стабилизационной задержкой или без нее, как показано в таблице А–4. (Типы триггеров перечислены в табл. 4-3). Время задержки триггера зависит от различий между главным и вспомогательным дисплеями, как было указано в предыдущем разделе.

Когда включен внешний триггер, измерительный прибор устанавливает диапазоны для главного и вспомогательного дисплея (если последний включен) на базе входного сигнала в данное время. При этом измерительный прибор готов начать измерение входного сигнала в оптимальном диапазоне, как только будет получен сигнал триггера. Если входной сигнал изменяется таким образом, что требуется автоматическое переключение диапазона любого из дисплеев, возможна задержка на автоматическое переключение диапазона (как показано в таблице А–3). Результаты измерений появятся только по истечении данной задержки.

Вход триггера, расположенный на задней панели, срабатывает по переднему фронту импульса. Импульс с перепадом уровня (низкий-высокий) более +3 В будет распознан как сигнал триггера (длительность менее 3 мс).

Термоэдс

Термоэдс – контактная разность потенциалов, возникающая между двумя проводниками из разнородных металлов при нагреве места их соединения. Термоэдс, как правило, появляется на клеммах прибора и может составлять более 1 мкВ. При проведении измерений постоянного тока низкого уровня термоэдс может стать дополнительным источником погрешности.

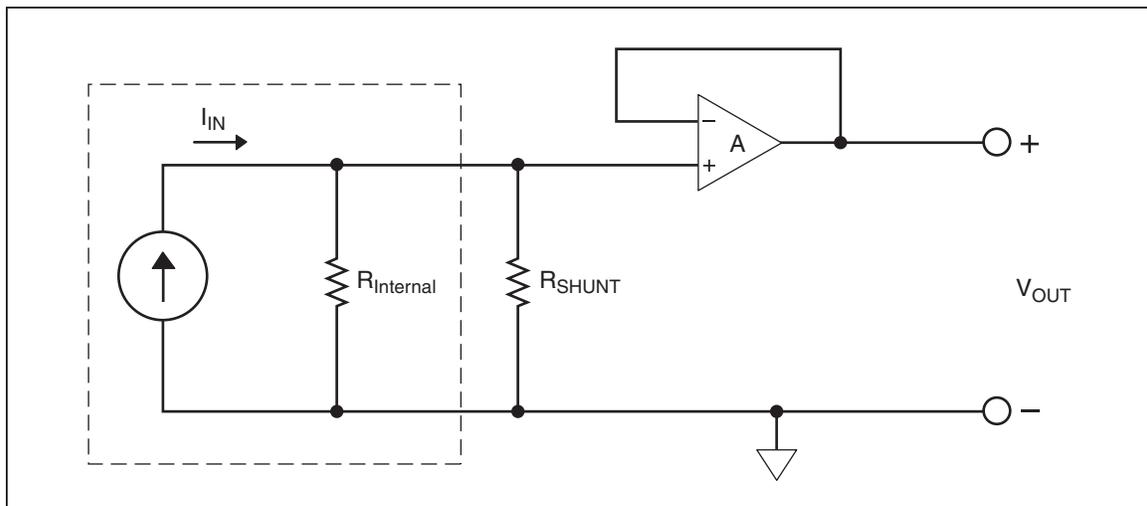
Термоэдс также вызывает проблемы при измерении сопротивления на низких диапазонах. Некоторые низкоомные резисторы изготовлены из разнородных металлов. Уже при подключении таких резисторов возможно появление значительных термических напряжений, способных исказить результаты измерений.

Для снижения термоэлектрических эффектов рекомендуется использовать следующие приемы.

1. Используйте по возможности соединители из однородных металлов (то есть медь с медью, золото с золотом и т. д.).
2. Используйте плотные соединители.
3. Используйте чистые соединители (особенно избегайте жира и грязи).
4. Соблюдайте меры предосторожности при работе с проверяемыми цепями.
5. Подождите, пока цепь достигнет термического равновесия. (Термоэдс возникает только при наличии температурных градиентов).

Измерение малых токов

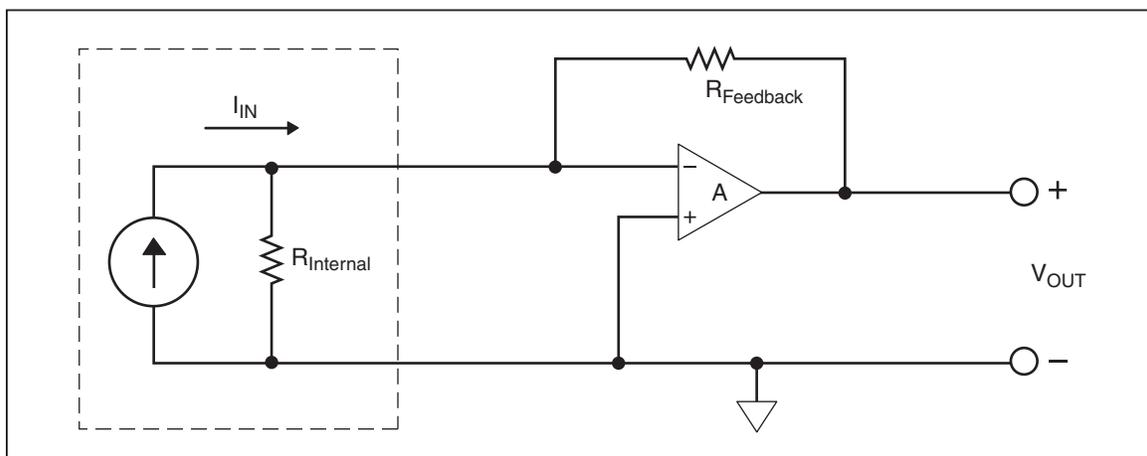
Существует много задач, при которых точность измерения малых токов имеет критическое значение. Например, измерение тока утечки батареи при питании устройства в ждущем режиме имеет исключительно важное значение для определения срока службы батареи. Традиционные мультиметры позволяют выполнить эти измерения с использованием метода шунтирования, проиллюстрированного на рис. А-3. Шунтирующий резистор конвертирует измеряемый ток в напряжение, которое называется напряжением нагрузки. Поскольку внутреннее полное сопротивление источника тока оказывается подключенным параллельно шунтирующему резистору, ток через шунт будет меньше реального значения, что приводит к погрешности.



eue28.eps

Рисунок А-3. Метод шунтирования для измерения малых токов

Другим методом измерения малых токов является метод с использованием резистора обратной связи, проиллюстрированный на рис. А-4. Резистор обратной связи конвертирует измеряемый ток в напряжение. Высокоскоростной рабочий усилитель снижает напряжение нагрузки примерно до нуля и, таким образом уменьшает погрешность, связанную с простым подходом к измерению шунтирования. В данном измерительном приборе используется метод нулевого напряжения нагрузки, который обеспечивает наиболее точные результаты при измерении малых токов (микроамперов утечки).



eue29.eps

Рисунок А-4. Метод нулевого напряжения нагрузки для измерения малых токов

Приложение В

Измерительные провода 2X4

Введение

Дополнительные измерительные провода Tektronix TL705 упрощают проведение 4-проводных измерений, объединяя испытательные провода Hi-Hi Sense и Lo-Lo Sense в одном кабеле. Гнезда измерительного прибора **Input HI** и **LO** состоят из двух контактов. Один контакт подсоединен к входным цепям «HI» или «LO», а другой контакт подсоединен к входным цепям «Sense». Подобно входным гнездам измерительный провод 2x4 также имеет два контакта, которые подсоединены параллельно с контактами входного гнезда для обеспечения четырехпроводного соединения.

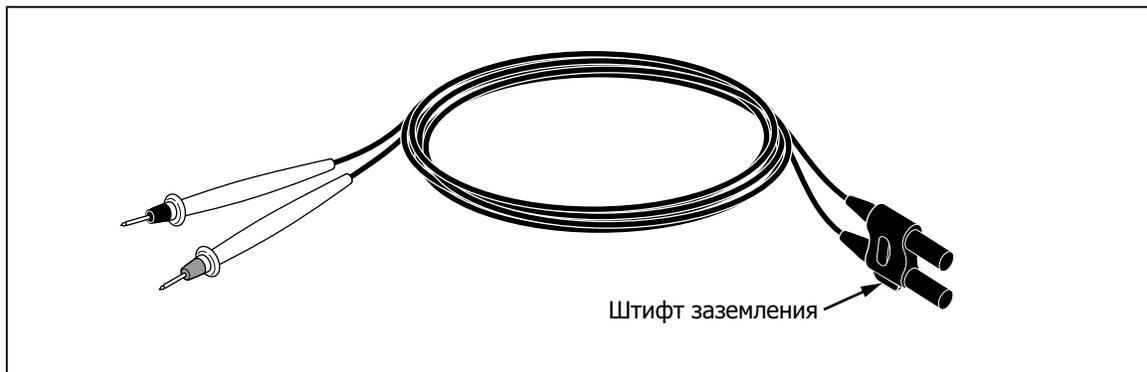


Рисунок В–1. Измерительные провода 2X4

⚠⚠ Предупреждение!

Во избежание поражения электрическим током и повреждения измерительного прибора, используйте измерительные провода 2X4 в соответствии с инструкциями настоящего руководства. Обследуйте измерительные провода перед использованием прибора. Не пользуйтесь ими, если повреждена электрическая изоляция, или металл оголен. Проверьте измерительные провода на предмет электропроводности. Перед использованием измерительного прибора замените поврежденные измерительные провода.

Алфавитный указатель

—В—

Входной импеданс, автоматический, 3-12

—З—

Задание конфигурации для проведения измерений, 3-9

Задняя панель, 3-8

—И—

Изменения сопротивления
4-проводный режим, 4-9

Измерение температуры с помощью резисторного датчика температуры, 4-16

Измерения

Емкость, 4-15

Напряжение, 4-4

Сопротивление

4-проводный режим, 4-9

Температура, 4-16

Измерения емкости, 4-15

Измерения температуры, 4-16

—О—

Описание изделия, 1-11

Опции и принадлежности, 1-14

—П—

Память

управление, 3-27

Память, Доступ, 3-22

Предохранители

Токовый ввод, 2-5

—Ф—

Фильтр

Переменный ток, 3-11

Пост. ток

Пост. напряжение, 4-5, 4-9, 4-11, 4-14

Пост. ток, 4-14

Сопротивление, 4-9

