

Tektronix®

Серия TDP7700
Пробники TriMode™
Руководство по эксплуатации



077-1514-00





Серия TDP7700
Пробники TriMode™
Руководство по эксплуатации

© 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.

TEKTRONIX и ТЕК являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc.

Contacting Tektronix

Tektronix, Inc.
14150 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

For product information, sales, service, and technical support:

- In North America, call 1-800-833-9200.
- Worldwide, visit www.tek.com to find contacts in your area.

Гарантия

Компания Tektronix гарантирует отсутствие в данном изделии дефектов в материалах и изготовлении в течение 1 (одного) года со дня приобретения. Если в течение гарантийного срока в таком изделии будут обнаружены дефекты, компания Tektronix, по своему выбору, либо устранит неисправность в дефектном изделии без дополнительной оплаты за материалы и потраченное на ремонт рабочее время, либо произведет замену неисправного изделия на исправное. Компоненты, модули и сменные части, используемые компанией Tektronix для работ, выполняемых по гарантии, могут быть как новыми, так и восстановленными с такими же эксплуатационными характеристиками, как у новых. Все замененные части, модули и изделия становятся собственностью компании Tektronix.

Для реализации права на обслуживание в соответствии с данной гарантией необходимо до истечения гарантийного срока уведомить компанию Tektronix об обнаружении дефекта и выполнить необходимые для проведения гарантийного обслуживания действия. Ответственность за упаковку и доставку неисправного изделия в центр гарантийного обслуживания компании Tektronix, а также предоплата транспортных услуг возлагается на владельца. Компания 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. Компания 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. КОМПАНИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ ОТКАЗЫВАЮТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ТОВАРНОГО СОСТОЯНИЯ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ДРУГИХ ЦЕЛЕЙ. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КОМПАНИИ ТЕКТРОНИХ ПО ДАННОМУ ГАРАНТИЙНОМУ ОБЯЗАТЕЛЬСТВУ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ ТОЛЬКО РЕМОНТОМ ИЛИ ЗАМЕНОЙ ДЕФЕКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗАКАЗЧИКАМ. КОМПАНИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОСВЕННЫЙ, СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ИЛИ КАКОЙ-ЛИБО ОПОСРЕДОВАННЫЙ УЩЕРБ ДАЖЕ В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛИ КОМПАНИИ ТЕКТРОНИХ БЫЛИ ЗАРАНЕЕ УВЕДОМЛЕННЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

[W2 – 15AUG04]

Оглавление

Важная информация по технике безопасности	vii
Общие правила техники безопасности	vii
Условные обозначения в данном руководстве	ix
Обозначения на изделии	x
Символы, нанесённые на прибор	x
Информация о соответствии	xiii
Соответствие требованиям по защите окружающей среды	xiii

Основные функции

Условия эксплуатации

Установка

Общие сведения об установке	9
Подключение к основному прибору	11
Подключение принадлежностей к разъёму TekFlex	15
Типы измерений пробниками TriMode	18
Средства управления и индикаторы модуля компенсации пробника	20
Индикатор состояния	20
Кнопки и индикаторы режима входа	21

Проверка работоспособности

Проверка работоспособности	24
----------------------------------	----

Основной режим эксплуатации

Напряжение смещения	34
---------------------------	----

Использование напряжений смещения	34
панель настройки пробника	35
Выбор напряжения смещения	38
Настройка слежения за смещением	39
Напряжение согласованной нагрузки	41
Информация о наконечнике пробника	43
Повышение точности измерений	44
Архитектура пробника	44
Длина соединительного провода припаиваемого наконечника	46
Использование напряжения смещения для расширения диапазона входного напряжения припаиваемого наконечника пробника серии TDP7700	48
Выполнение несимметричных измерений при помощи наконечника дифференциального пробника P77BRWSR	49
Компенсация влияния температуры	50
DSP-коррекция	51
Конфигурация измерения припаиваемого наконечника	51

Подключение к плате	53
Пайка наконечника	60
Рекомендуемое оборудование	60
Меры предосторожности при подключении к цепи	70
Меры предосторожности при работе с припаиваемыми наконечниками TekFlex	72

Советы по обращению с пробником

Общепринятая практика	73
-----------------------------	----

Принадлежности и опции

Стандартные принадлежности	77
Дополнительные принадлежности	79

Обслуживание

Замена щупа поискового наконечника	85
--	----

Признаки ошибки	87
Светодиодные индикаторы	87
Отображение сигнала	88
Ошибки измерения	88
Обращение с пробником	89
Очистка пробника	90
Возврат пробника для обслуживания	92

Важная информация по технике безопасности

Настоящее руководство содержит правила и предостережения, которые следует соблюдать для безопасной эксплуатации прибора и поддержания его в безопасном состоянии.

Общие правила техники безопасности

Используйте прибор только указанным способом. Внимательно ознакомьтесь с приведёнными правилами техники безопасности во избежание получения травм, повреждения изделия и подключённых к нему устройств. Внимательно прочитайте все инструкции. Сохраняйте это руководство для использования в будущем.

Этот прибор не предназначен для обнаружения опасных напряжений.

Соблюдайте допустимые номиналы для всех соединителей и клемм. Во избежание воспламенения или поражения электрическим током проверьте все допустимые номиналы и маркировку на приборе. Перед подключением прибора ознакомьтесь с дополнительными сведениями о предельных значениях параметров, приведённые в руководстве по эксплуатации.

Не подавайте на соединители (в том числе на общую клемму) напряжение, превышающее их номинальное допустимое.

Не используйте прибор со снятыми элементами корпуса. Эксплуатация прибора со снятыми кожухом, защитными панелями или с открытым корпусом не допускается. Возможен риск поражения опасным напряжением.

Не прикасайтесь к оголённым участкам электрических цепей. Не прикасайтесь к неизолированным соединениям и элементам под напряжением.

Не используйте прибор в условиях повышенной влажности. При перемещении прибора из холодного в теплое помещение возможна конденсация влаги.

Не используйте прибор во взрывоопасных средах.

Содержите прибор в чистоте в сухом месте. Перед очисткой прибора отключите все источники входных сигналов.

Пробники и измерительные провода

Уберите с рабочего места все неиспользуемые пробники, измерительные провода и принадлежности.

Осматривайте пробник и принадлежности. Перед каждым использованием убедитесь в отсутствии повреждений пробника и принадлежностей (порезов, задигов или дефектов на корпусе пробника, принадлежностей или оболочке кабеля). Не используйте повреждённые изделия.

Условные обозначения в данном руководстве

Условные обозначения в данном руководстве:



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Предупреждения о действиях и условиях, представляющих угрозу для жизни или способных нанести вред здоровью.



ОСТОРОЖНО. Предостережения о действиях и условиях, способных привести к повреждению данного прибора или другого оборудования.

Обозначения на изделии

Ниже приводится список символов на изделии.

- Обозначение DANGER (ОПАСНО!) указывает на непосредственную опасность получения травмы.
- Обозначение WARNING (ВНИМАНИЕ!) указывает на возможность получения травмы при отсутствии непосредственной опасности.
- Обозначение CAUTION (ОСТОРОЖНО!) указывает на возможность повреждения данного прибора и другого имущества.

Символы, нанесённые на прибор



Если этот символ имеется на корпусе прибора, следует обратиться к руководству по эксплуатации для выяснения характера потенциальной опасности и требуемых мер предосторожности. (Этот символ также может быть использован в руководстве для ссылки на предельные допустимые значения).

На прибор могут быть нанесены следующие символы:



ОСТОРОЖНО
См. руководство

Информация о соответствии

В этом разделе приводится перечень стандартов по электромагнитной совместимости (ЭМС), безопасности и охране окружающей среды, требованиям которых соответствует настоящий прибор. Прибор предназначен для эксплуатации только специалистами и специально обученным персоналом и не предназначается для использования в быту или детьми.

Соответствие требованиям по защите окружающей среды

В этом разделе содержатся сведения о влиянии прибора на окружающую среду.

Ограничение использования опасных веществ

Прибор соответствует требованиям директивы EC RoHS2 2011/65/EC, ограничивающей содержание опасных и вредных веществ в электрическом и электронном оборудовании.

Утилизация прибора по окончании срока службы

При утилизации прибора и его компонентов необходимо соблюдать приведённые ниже правила:

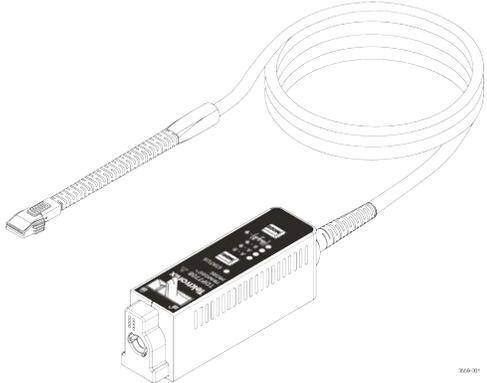
Утилизация оборудования. При изготовлении этого прибора использовались природные ресурсы. Прибор может выделять опасные для окружающей среды и здоровья людей вещества в случае его неправильной утилизации по окончании срока службы. Во избежание попадания подобных веществ в окружающую среду и для сокращения расхода природных ресурсов рекомендуется утилизировать данный прибор таким образом, чтобы обеспечить максимально полное повторное использование его материалов.



Этот символ означает, что данный прибор соответствует требованиям Европейского союза, приведённым в директивах 2012/19/EU и 2006/66/EC об утилизации электрического и электронного оборудования (WEEE) и элементов питания. Информация о возможных способах утилизации приведена на веб-сайте компании Tektronix (www.tek.com/productrecycling).

Основные функции

Пробники TriMode серии TDP7700 позволяют выполнять дифференциальные, несимметричные и синфазные измерения с помощью одного подключённого пробника. К основным характеристикам пробников относятся:

- Низкая нагрузка для тестирования маломощных устройств, таких как MIPI D-PHY
 - Тонкие гибкие паяные наконечники, которые можно устанавливать на труднодоступные площадки тестируемого устройства
 - Лёгкий и гибкий кабель и головка пробника
 - Разъём TekFlex™ позволяет легко подключать пробник к принадлежностям
 - Дополнительно поставляемый адаптер для разъёма 2,92 мм для подключения к точкам проверки РЧ-сигнала через нагрузку 50 Ом
- 
- Поискový регулируемый наконечник с автоматической корректировкой частотной характеристики при изменении расстояния между щупами
 - Полная калибровка по переменному току пробника и дополнительных наконечников с использованием уникальных S-параметров, автоматически загружаемых в осциллограф при подключении.

- Гибкие паяные наконечники и главный кабель пробника
- Припаиваемые наконечники работают в расширенном диапазоне температур

Условия эксплуатации

Таблица 1: Пробники TriMode серии TDP7700

Параметр	Описание	Технические характеристики		
		Припаиваемые наконечники TekFlex	P77BRWSR	Адаптер P77C292MM
Входное напряжение	Динамический диапазон	2,5 Вразмах (несимметричный) 5,0 Вразмах (дифференциальный вход)	6,0 Вразмах (несимметричный) 12,0 Вразмах (дифференциальный вход)	1,2 Вразмах (несимметричный) 2,0 Вразмах (дифференциальный вход)
	Окно рабочего напряжения	±5,25 В	±10,0 В	±4,0 В
	Диапазон напряжения смещения	От -4 до +4 В	От -10 до +10 В	От -4 до +4 В
	Максимальное неразрушающее входное напряжение	От -15 до +15 В (наконечник установлен или снят)		От -5 до +5 В

Параметр	Описание	Технические характеристики		
		Припаиваемые наконечники TekFlex	P77BRWSR	Адаптер P77C292MM
Температура	При работе	Модуль компенсации пробника: от 0 до 50 °С		
		Кабель пробника, припаиваемые наконечники и адаптер P77C292MM: от -35 до +85 °С; при температуре от 46 до 85 °С необходима мин. циркуляция воздуха		
	При хранении	Модуль компенсации пробника: от -20 до +60 °С		
		Кабель пробника, припаиваемые наконечники и адаптер P77C292MM: от -35 до +85 °С		

Параметр	Описание	Технические характеристики		
		Припаиваемые наконечники TekFlex	P77BRWSR	Адаптер P77C292MM
Влажность	При работе	Модуль компенсации пробника: относительная влажность (%ОВ) от 5 до 90 % при температуре до 40 °С (без конденсата), ОВ от 5 до 55 % при температуре от 40 до 50 °С (без конденсата)		
		Кабель пробника, припаиваемые наконечники и адаптер P77C292MM: относительная влажность (%ОВ) от 20 до 80 % при температуре до 50 °С (без конденсата)		
	При хранении	Модуль компенсации пробника: относительная влажность (%ОВ) от 5 до 90 % при температуре до 40 °С (без конденсата), ОВ от 5 до 55 % при температуре от 40 до 60 °С (без конденсата)		
		Кабель пробника, припаиваемые наконечники и адаптер P77C292MM: относительная влажность (%ОВ) от 10 до 85 % при температуре до 85 °С (без конденсата)		
Высота над уровнем моря	При хранении	Модуль компенсации пробника, кабель, наконечники и адаптер SMA: 12 000 метров		
Уровень загрязнения		2, только для использования в помещении		



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждения пробника электростатическим разрядом используйте антистатический браслет (входит в комплект поставки пробника), а при работе используйте рабочую станцию, удовлетворяющую стандартам защиты от воздействия электростатических разрядов.

Установка

Общие сведения об установке



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждения пробника электростатическим разрядом используйте антистатический браслет (входит в комплект поставки пробника), а при работе используйте рабочую станцию, удовлетворяющую стандартам защиты от воздействия электростатических разрядов.

1. Подключите пробник к основному прибору.

Если это первое подключение пробника к осциллографу, осциллограф загрузит S-параметры, сохранённые в пробнике, и проверит все режимы входа с включением соответствующих светодиодных индикаторов. После сохранения S-параметров пробника на осциллографе пробник можно подключать к любому каналу. Сохранённые S-параметры будут доступны на любом канале, к которому подключается пробник.

2. Подключите наконечник к разъёму TekFlex на пробнике.

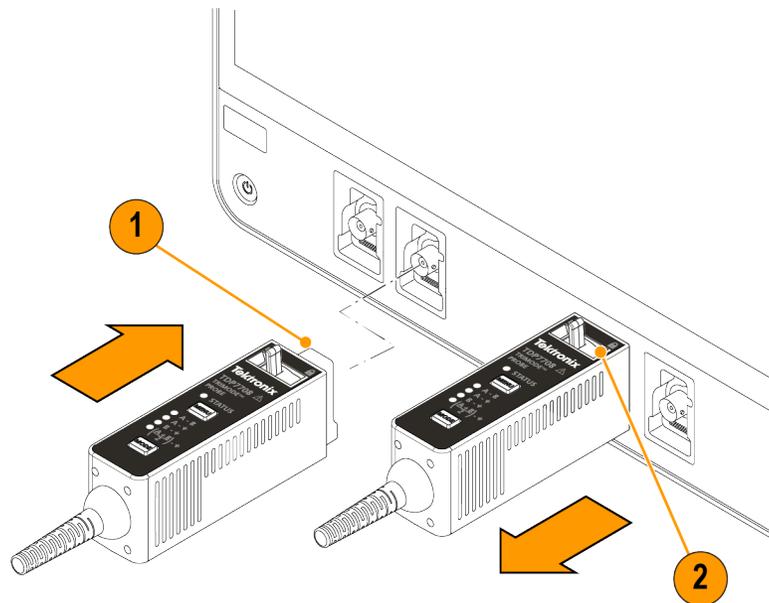
При первом подключении наконечника к пробнику осциллограф загружает данные S-параметров, сохранённые в наконечнике.

3. Пробник выполняет самодиагностику, после чего остаётся светиться один индикатор Input Mode (Режим входа). Светодиодный индикатор Status (Состояние) также светится зелёным цветом.

4. Дважды коснитесь ярлыка канала, чтобы открыть меню настройки.
5. Коснитесь панели Probe Setup (Настройка пробника), чтобы открыть панель и подтвердить настройки пробника.
6. Используйте панель Probe Setup (Настройка пробника), чтобы настроить параметры пробников, как описано в разделе *Основной режим эксплуатации*.

Подключение к основному прибору

1. Вставьте пробник во входное гнездо FlexChannel. При правильной установке на место пробник издает щелчок.
2. Переведите рычажок запорного механизма в положение «закрыто».



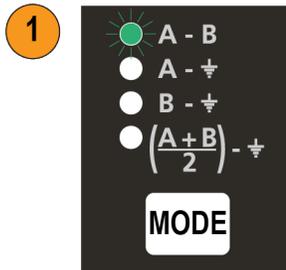
Отключение

3. Чтобы отсоединить пробник, переведите рычажок запорного механизма в положение «открыто», и удерживая его, вытяните пробник.

Подача питания на пробник и на наконечник пробника

После подключения к осциллографу:

1. Во время самотестирования пробник проверяет все режимы с включением соответствующих светодиодных индикаторов и загружает S-параметры в прибор, после чего включённым остаётся индикатор Input Mode (Режим входа) A – B. Если наконечник пробника прикреплён, на нём при надлежащем креплении к пробнику также будет светиться индикатор.¹
2. Пробник передаёт данные с пробника и наконечника на главный прибор.



¹ На адаптере P77C292MM нет светодиодного индикатора.

Передача данных занимает несколько минут и выполняется, только когда главный прибор обнаруживает новый пробник или новый наконечник пробника. Передача данных происходит только на приборах, полностью совместимых с пробником.

3. По окончании передачи данных пробник будет готов к функциональной проверке. См. [Проверка работоспособности](#) на странице 24.

Если светодиодный индикатор состояния на пробнике светится красным, это скорее всего указывает на ошибку самотестирования при подаче питания. См. [Признаки ошибки](#) на странице 87.

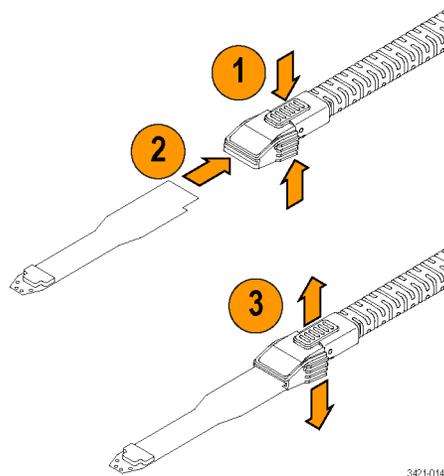
Подключение принадлежностей к разъёму TekFlex

Все принадлежности TDP7700 совместимы с новым разъёмом TekFlex (подключение без усилия). Этот разъём обеспечивает удобное подключение принадлежностей к пробникам серии TDP7700. В описанных ниже процедурах показаны действия по подключению наконечников пробников к разъёму TekFlex; процедуры подключения других принадлежностей аналогичны.

Подключите наконечник к разъёму пробника TekFlex следующим образом:

1. Надавите на разъём TekFlex, чтобы раскрыть зажим.
2. Расположите наконечник у головки пробника (выемка слева) и вставьте разъём наконечника в разъём TekFlex.

Если наконечник вставлен правильно, засветится зелёный светодиодный индикатор¹. Индикатор является первым признаком того, что наконечник вставлен и на него подается питание. Необходимо также убедиться в том, что контакты разъёма на TekFlex совпадают с установочными отверстиями на наконечнике.



3421014

¹ На адаптере P77C292MM нет светодиодного индикатора.

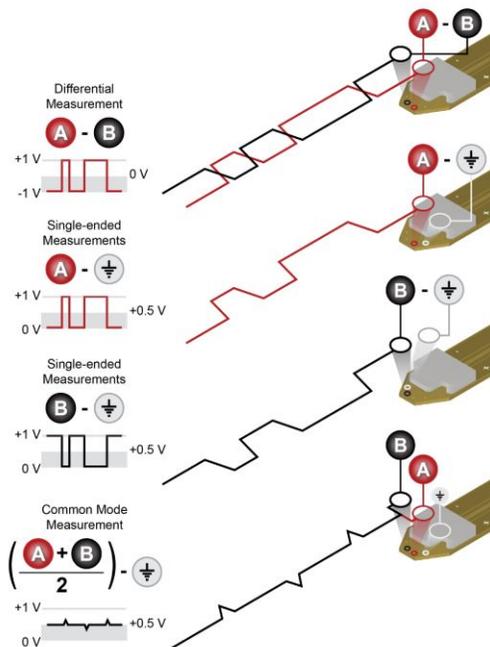
3. Полностью вставив наконечник, отпустите разъём TekFlex, чтобы зафиксировать его. В закрытом и правильно установленном положении верхняя часть разъёма должна находиться на одном уровне с корпусом наконечника пробника.

Типы измерений пробниками TriMode

Типы измерений пробниками TriMode

Функция TriMode позволяет просматривать два несимметричных сигнала, результирующий дифференциальный сигнал и синфазное напряжение, не переключая пробник физически. Нажмите кнопку Input Mode (Режим входа) для циклического переключения между видами осциллограмм.

В этом примере показан типичный сигнал на входах A и B. Показан дифференциальный сигнал и синфазное напряжение.



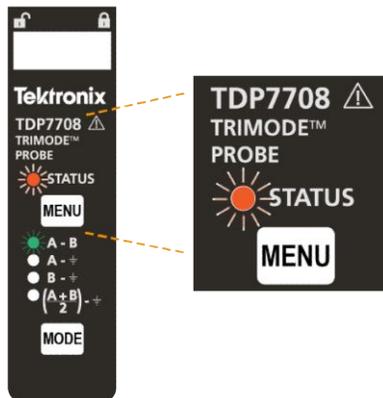
Средства управления и индикаторы модуля компенсации пробника

Индикатор состояния

Индикатор (Предупреждение)Status (Состояние) светится красным при следующих условиях:

- Сбой самотестирования пробника при подаче питания
- Перегрев пробника
- Входное напряжение на входе А или В превышает допустимый предел либо ток на входах P77C292MM больше 50 мА

Индикатор (Предупреждение)Status (Состояние) меняет цвет на зелёный при устранении условия, вызвавшего предупреждение, и переходе в штатный режим работы. Полученное от пробника



3558-009

уведомление о состоянии может также отображаться на осциллографе.



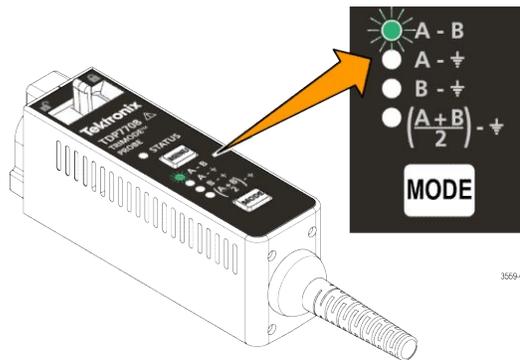
ОСТОРОЖНО. Не превышайте пределы входного напряжения пробника и наконечников. Цепи пробника или осциллографа могут быть повреждены, если пределы превышены. Необходимо разбираться в процессе и не превышать пределы пробника и наконечников.

Кнопки и индикаторы режима входа

Припаиваемые наконечники серии TDP7700 поддерживают режим TriMode. Режим TriMode позволяет использовать пробник для четырёх различных типов измерений без необходимости его физического переключения:

Нажимайте кнопку Input Mode (Режим входа) для выбора одного из четырёх типов измерений режима TriMode. Цикл выбора режимов осуществляется в следующей последовательности:

- A – B (для измерения дифференциального сигнала)
- A – GND (для несимметричного измерения на входе A)
- B – GND (для несимметричного измерения на входе B)
- $(A + B)/2$ – GND (для синфазного измерения)



3559-008

Проверка работоспособности

Подключив пробник к осциллографу, можно провести проверку работоспособности, используя дополнительно поставляемые компенсатор пробника P77DESKEW либо адаптер P77C292MM.



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждения пробника электростатическим разрядом используйте антистатический браслет (входит в комплект поставки пробника), а при работе используйте рабочую станцию, удовлетворяющую стандартам защиты от воздействия электростатических разрядов.

Проверка работоспособности

В ходе этой процедуры проверяются четыре настройки TriMode пробника.

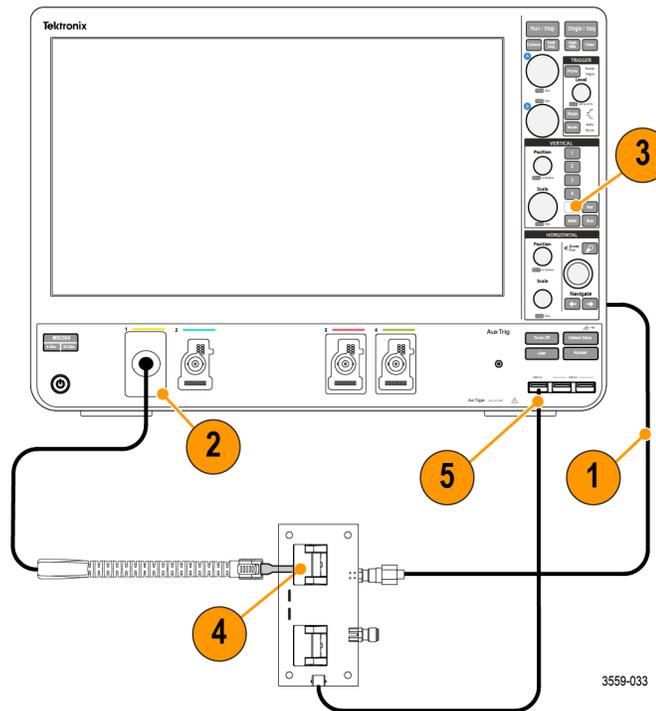
Выполняется проверка сигнального тракта для входных сигналов А и В пробника и их сочетания при четырёх настройках TriMode.

Таблица 2: Необходимое оборудование, проверка работоспособности с наконечником пробника

Описание позиции	Эксплуатационное требование	Рекомендуемый вариант
Осциллограф	Интерфейс FlexChannel	Tektronix Серии MSO6
Наконечник пробника	Припаяваемый наконечник или поисковый наконечник	P77STFLXA
Испытательный стенд	Компенсатор временного запаздывания пробника	P77DESKEW ¹
Генератор сигнала	Меандр, 100 кГц, 1 В _{размах} , нагрузка 50 Ом	Выход AFG MSO Серии 6 ¹

¹ Дополнительные принадлежности

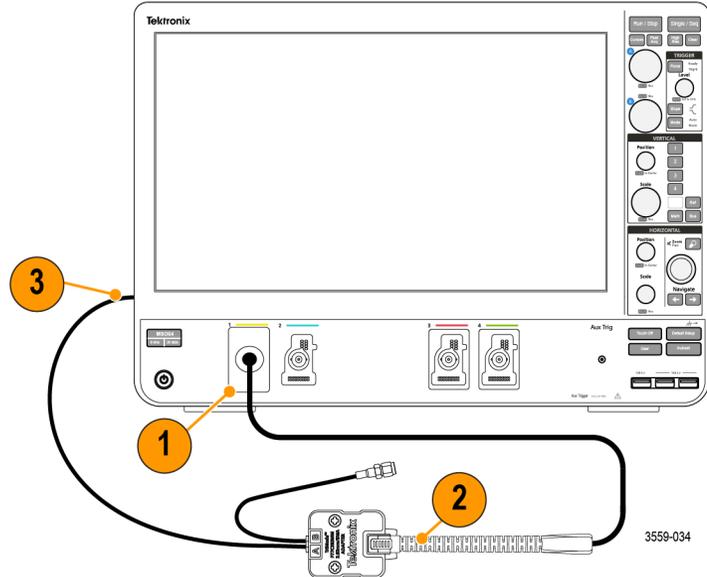
Испытательное приспособление с компенсатором P77DESKEW



1. Соедините кабелем SMA источник сигнала, например выходной разъём генератора AFG, встроенного в осциллограф, с входом А на испытательном приспособлении.
2. Подсоедините пробник к выбранному каналу осциллографа.
3. Настройте осциллограф для отображения подключённого канала.
4. Подсоедините входящий в комплект поставки припаиваемый наконечник P77STFLXA TekFlex к пробнику TDP7700 через разъём нажимного типа Pinch-to-Open TekFlex, находящийся на конце главного кабеля. Вставьте наконечник P77STFLXA в пластмассовый зажим порта 1 или 2 компенсатора. Для этого нужно сжать пружинный зажим, вставить в него вход наконечника пробника и освободить зажим, чтобы он заблокировал соединение.
5. Подключите компенсатор к источнику питания с USB-портом, например к USB-разъёму на передней панели осциллографа. При этом включатся светодиоды на компенсаторе.
6. Если вместо паяного наконечника для подключения к компенсатору используется наконечник P77BRWSR, разъём TekFlex пробника нужно сначала подключить к наконечнику P77BRWSR. Затем входы наконечника P77BRWSR нужно прижать к точкам проверки сигнала А и В платы компенсатора. Можно пользоваться любой из двух пар точек проверки сигнала А и В

Настройка тестирования с адаптером P77C292MM

1. Подсоедините пробник к выбранному каналу осциллографа. Подсоедините пробник к адаптеру P77C292MM. Настройте осциллограф для отображения подключённого канала.
2. Подключите кабель А адаптера P77C292MM к выходному разъёму генератора AFG, встроенного в осциллограф.



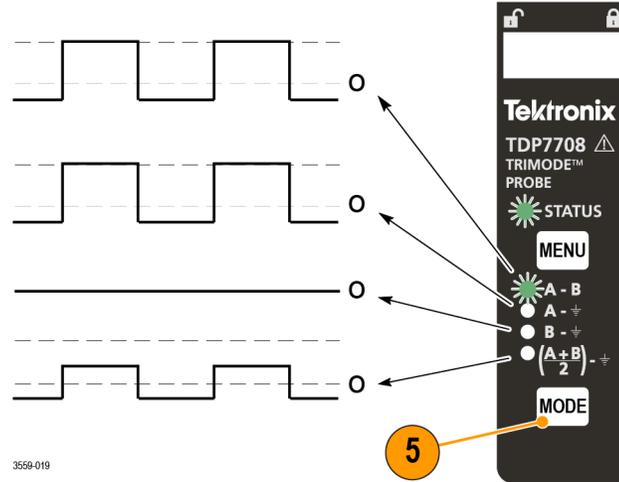
Процедура тестирования

1. Настройте генератор сигнала на генерирование меандра с амплитудой $1 V_{\text{размах}}$ и частотой 100 кГц.

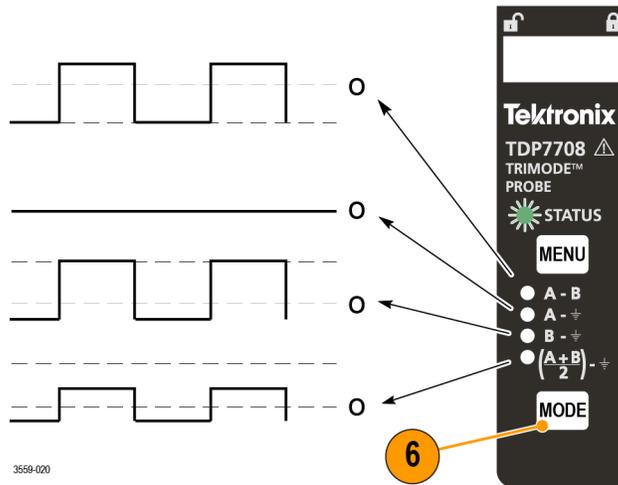
2. Установите для пробника Input Mode (Режим входа) А – В.
3. Настройте осциллограф для устойчивого отображения сигнала (или нажмите кнопку Autoset [Автонастройка]). Тестовый сигнал будет представлять собой меандр с частотой 100 кГц. Амплитуда сигнала ослабляется в четыре раза по сравнению с неразветвлённой цепью за счёт делителя мощности, встроенного в компенсатор.
4. После стабилизации осциллограммы проверьте амплитуду. Уменьшенная амплитуда отображаемого тестового сигнала должна быть $250 \text{ мВ}_{\text{размах}}$.

5. Нажмите кнопку Input Mode (Режим входа) несколько раз, чтобы пройти через все возможные варианты выбора, и сравните отображаемые осциллограммы с осциллограммой, полученной во время процедуры настройки.

- A – B
- A – GND (те же амплитуда и полярность, что и у осциллограммы, измеренной ранее)
- B – GND (вход B заземлён; никакой сигнал не измеряется)
- $(A + B)/2$ – GND (амплитуда вдвое меньше, но полярность та же, что и у осциллограммы, измеренной ранее)



6. Отсоедините кабель SMA от входа A компенсатора и подключите его на вход B. Повторите описанные проверки осциллограмм. Измерения должны отличаться следующим образом:



- A – B (полярность сигнала инвертируется в связи с инверсией сигнала B, хотя пиковая амплитуда должна быть такой же)
- A – GND (вход A заземлён; никакой сигнал не измеряется)

- $B - GND$ (та же амплитуда, но не перевернутая полярность по сравнению с режимом A-B)
- $(A + B)/2 - GND$ (амплитуда вдвое меньше, но полярность та же, что и измеренная в режиме B-GND)

Основной режим эксплуатации

Этот раздел содержит информацию о пределах входа пробника, использовании средств управления пробником и процедурах подключения пробника к тестируемой цепи.

Ниже показана упрощённая модель входа пробника, иллюстрирующая управление напряжением смещения пробника. Пробник имеет два симметричных входа сигналов (вход А и вход В), которые могут отображаться независимо или в сочетании в зависимости от выбора соответствующего режима входа пробника. На пробнике также имеется независимое управление напряжением смещения для входных сигналов пробника А и В.

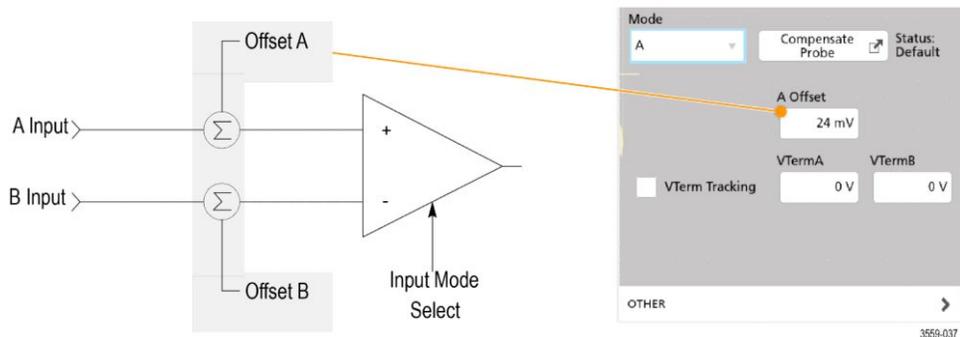


Рис. 1: Упрощённая модель входа пробника

Напряжение смещения

Напряжение смещения регулирует динамический диапазон входов пробника в пределах более широкого рабочего диапазона входов пробника. Динамический диапазон входов пробника – это область, где входной сигнал находится в пределах линейной рабочей области пробника. Напряжения смещения пробника А и Б устанавливаются и сохраняются как общие настройки для всех четырех входных режимов.

Использование напряжений смещения

Напряжение смещения сдвигает центр динамического диапазона, повышая разрешение для входных сигналов, не близких к нулю. Размер входного динамического диапазона пробника зависит от используемого наконечника пробника, а также может зависеть от выбранного режима входа.

Чтобы установить напряжения смещения на пробнике, можно использовать элементы управления на панели Probe Setup (Настройка пробника). См. [панель настройки пробника](#) на странице 35.

Дважды коснитесь ярлыка канала, чтобы открыть панель Probe Setup (Настройка пробника). Коснитесь опции Probe Setup (Настройка пробника), чтобы открыть панель Probe Setup (Настройка пробника). Измените значение смещения.

панель настройки пробника

Используйте панель Probe Setup (Настройка пробника) для настройки входных параметров пробника для выполняемых измерений. Дважды коснитесь ярлыка канала, а затем коснитесь опции Probe Setup (Настройка пробника), чтобы открыть панель Probe Setup (Настройка пробника). Панель Probe Setup (Настройка пробника) может использоваться для выбора настроек Input Mode (Режима входа) TriMode, а также для регулировки напряжения смещения для входов наконечника пробника A и B.

Далее описываются элементы управления и поля состояния панели Probe Setup (Настройка пробника).

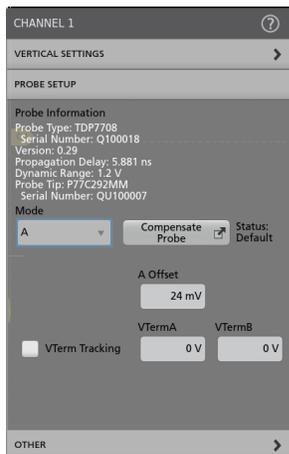
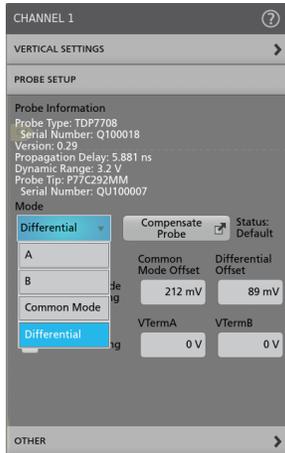


Рис. 2: панель настройки пробника

Выбор режима входа TriMode

Кнопка (Режим входа)режим входа на пробнике переключает внутренние переключатели входа пробника в один из четырёх режимов. Режим входа можно выбрать из Mode list (Список режимов) на панели Probe Setup (Настройка

пробника). Эта функция TriMode позволяет определить все характеристики дифференциального сигнала при одном соединении.



Режим A – GND используется для несимметричных измерений на входе пробника A. Вход заземления пробника подключается к наконечнику пробника и экрану главного кабеля. Режим A – GND предназначен для минимального соединения любого сигнала, присутствующего на входе B, в пределах характеристик изоляции пробника на входе A.

Режим В – GND. Режим В – GND используется для несимметричных измерений на входе пробника В. Вход заземления пробника подключается к наконечнику пробника и экрану главного кабеля. Режим В – GND предназначен для минимального соединения любого сигнала, присутствующего на входе А, в пределах характеристик изоляции пробника на входе В.

Режим (А + В)/2. Режим (А + В)/2 используется для синфазных измерений дифференциального сигнала и предоставляет возможности, достижимые ранее только с помощью математических вычислений осциллографа на нескольких каналах. Для дифференциального сигнала синфазное измерение указывает на уровень смещения постоянного тока, а также показывает степень асимметрии между входами А и В. Поскольку режим (А + В)/2 измеряет среднее значение входных сигналов А и В, это исключает любое дополнительное напряжение дифференциального сигнала в пределах рабочих характеристик коэффициента ослабления дифференциальных составляющих (DMRR) пробника. Это измерение также требует заземления пробника.

Выбор напряжения смещения

Можно установить напряжения смещения А и В на уровнях, общих для всех режимов входа.

Можно ввести конкретные значения смещения непосредственно в поля Offset (Смещение).

Существует поля для ручного ввода значений напряжения смещения, где также отображаются текущие настройки напряжения смещения. Поле ввода напряжения смещения активируется для регулировки при касании в окне настроек. Одно касание активирует окно настроек и регуляторы общего назначения на передней панели осциллографа. Второе касание в активированном окне настроек также вызывает окно клавиатуры.

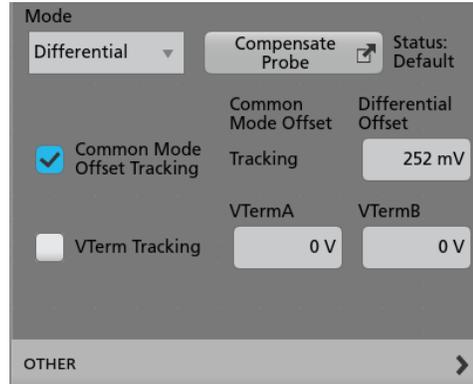
Изменяя смещение по вертикали для канала осциллографа, можно регулировать поле напряжения смещения для выбранного режима входа.

Настройка слежения за смещением

Входные сигнала А и В пробника считываются, контролируются и усредняются внутренними схемами пробника, а полученные значения используются для кнопок управления слежением за смещением.

Слежение за смещением синфазного напряжения. При выборе этого режима устанавливается слежение за Common Mode Offset (Смещением синфазного напряжения).

Опция Common Mode Tracking (Слежение за синфазным напряжением) автоматически устанавливает смещение синфазного сигнала на среднее напряжение двух входов: $(A + B)/2$.



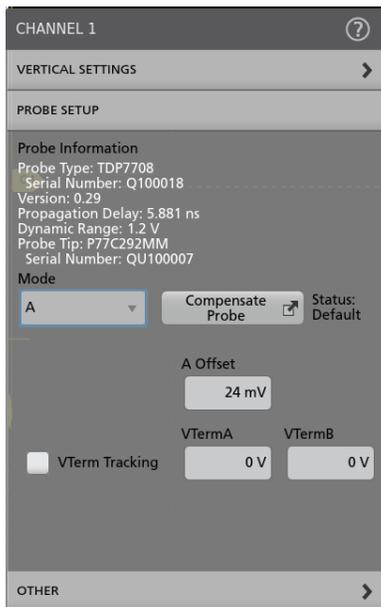
Слежение за смещением дифференциального напряжения. При выборе этого режима устанавливается слежение за Differential Mode Offset (Смещением дифференциального напряжения).

Опция Differential Mode Tracking (Слежение за смещением дифференциального напряжения) автоматически устанавливает смещение дифференциального сигнала на разность напряжений на двух входах: $(A - B)$.

Напряжение согласованной нагрузки

Для адаптера P77C292MM напряжение согласованной нагрузки изменяет эффективную нагрузку постоянного тока на входную нагрузку 50 Ом. Используйте это напряжение для минимизации нагрузки постоянного тока на входные сигналы пробника. При задании напряжения, равного напряжению смещения постоянной составляющей входного сигнала, нагрузка постоянного тока на пробник обнуляется так, как если бы был подключён блок постоянного тока. Однако в отличие от блока постоянного тока постоянная составляющая напряжения сигнала по-прежнему присутствует на входе пробника, что может потребовать настройки напряжения смещения, чтобы сместить сигнал в динамический диапазон входного сигнала пробника. В некоторых случаях при измерении сигнала полезно наличие регулируемого напряжения согласованной нагрузки, которое позволяет обходиться без разветвителей питания.

Напряжения А и В согласованной нагрузки задаются и сохраняются как общие для каждого из четырёх режимов входа. При использовании адаптера P77C292MM напряжение можно регулировать в ограниченном рабочем диапазоне без перегрузки. Если отмечена опция **VTerm Tracking** (Слежение за напряжением нагрузки), напряжение согласованной нагрузки устанавливается автоматически.



Информация о наконечнике пробника

ПРИМЕЧАНИЕ. Идентификация наконечника пробника выполняется полностью автоматически. Ручной выбор не требуется.

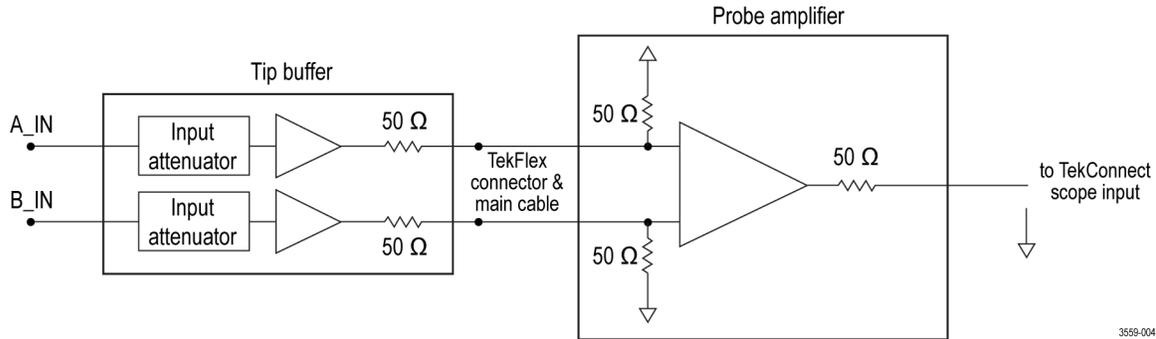
При первом подключении пробника к каналу осциллограф запрашивает информацию о состоянии пробника, включая тип, серийный номер и номер модели наконечника пробника. При первом подключении наконечника пробника к главному осциллографу серийные номера пробника и наконечника регистрируются, а затем загружаются сохраненные S-параметры. Если пробник или наконечник пробника перемещается на другой канал того же осциллографа, записанная информация обрабатывается автоматически без повторения процесса загрузки.

Повышение точности измерений

В этом разделе рассматриваются некоторые особенности и характеристики пробника, которые могут повлиять на точность измерений, и некоторые действия, которые можно предпринять для улучшения рабочих характеристик пробника.

Архитектура пробника

Для проведения измерений при помощи пробника согласно приведённой ниже упрощённой схеме требуются главный осциллограф с FlexChannel, пробник серии TDP7700 и наконечники пробника. Активный наконечник пробника включает в себя двойной входной буфер, обеспечивающий сигнальный тракт с нагрузкой 50 Ом через разъём TekFlex и главный кабель пробника. Двойной входной буфер предназначен для надлежащего согласования входов А и В наконечника пробника для выполнения дифференциальных измерений.



3559-004

Рис. 3: Упрощённая схема архитектуры пробника

Двойной входной буфер наконечника пробника также оборудован входными аттенюаторами высокого сопротивления постоянного тока, разработанными специально, чтобы свести к минимуму высокочастотную нагрузку на входные сигналы. Коэффициент ослабления входных аттенюаторов буфера зависит от типа наконечника пробника. Использование другого коэффициента ослабления позволяет добиться компромисса между динамическим диапазоном и характеристиками шума.

Модуль компенсатора пробника серии включает в себя главный усилитель пробника, как показано выше. В главном усилителе пробника установлен ряд согласованных нагрузок дифференциального входа, на которые поступают из буфера входные сигналы А и В с активного наконечника пробника. Главный усилитель пробника имеет конфигурацию входа TriMode для переключения между дифференциальными, несимметричными и синфазными измерениями. Главный усилитель пробника обладает широким диапазоном усиления с переменной регулировкой для калиброванного усиления и оптимизации шумовых характеристик. Главный усилитель пробника также может обеспечивать сигнальный тракт с нагрузкой 50 Ом на участке подключения пробника FlexChannel к главному осциллографу.

Длина соединительного провода припаиваемого наконечника

Существует четыре точки межслойных паяных соединений между наконечником пробника и тестируемым измерительным устройством.

Межслойные соединения включают входы А и В наконечника пробника для дифференциального сигнала и два заземления для наилучшей производительности и гибкости подключения к заземлению проверяемого устройства. В целом, припаиваемый соединительный провод наконечника пробника должен быть как можно короче. Кроме того, входные провода наконечника пробника А и В должны быть согласованы по длине для достижения наилучших результатов при измерении в дифференциальном режиме.

Режим Differential Input (Дифференциальный вход) не требует подключения эталонного заземления, так как в процессе дифференциального измерения создается собственное виртуальное заземление. В режимах несимметричного входа, которые включают режим A-GND, режим B-GND и синфазный режим, требуется хотя бы один заземляющий провод. Однако при наличии места для ещё одного соединения и цепи заземления рядом с наконечником пробника рекомендуется подключить заземление. Это может быть полезным в ситуации, когда большой потенциал проверяемого устройства вызывает дрейф сигнала за пределы линейного диапазона входного усилителя пробника. В идеальном случае желательно соединить дифференциальные входы и заземление, чтобы исключить отсечку сигнала в усилителе пробника.

Характеристики измерения в режимах несимметричного входа зависят от длины провода заземления, при увеличении которой ухудшаются высокочастотные характеристики. Характеристики припаиваемого наконечника пробника определяются с использованием тестового приспособления, собранного с наконечником пробника, длина сигнального провода которого составляет 10 миллов (0,25 мм), а длина провода заземления – 66 миллов (1,7 мм).

В руководстве по применению *Наконечники пробников для высокопроизводительных устройств и измерений*, доступном для загрузки на веб-сайте Tektronix, приводятся более подробные указания по поводу длины провода, влияющей на производительность наконечника. (См. [HTTPS://WWW.TEK.COM/DOCUMENT/APPLICATION-NOTE/PROBING-TIPS-HIGH-PERFORMANCE-DESIGN-AND-MEASUREMENT](https://www.tek.com/document/application-note/probing-tips-high-performance-design-and-measurement).)

Использование напряжения смещения для расширения диапазона входного напряжения припаиваемого наконечника пробника серии TDP7700

Несимметричный линейный динамический диапазон входов припаиваемого наконечника TekFlex указан как $2,5 V_{\text{размах}}$, т. е. диапазон от $-1,25$ до $+1,25$ В с нулевым напряжением смещения. Динамический диапазон буферов серии TDP7700 ограничивается коэффициентом ослабления входного сигнала, который составляет $2X$ для припаиваемых наконечников пробника, как показано на упрощённой схеме. Коэффициент затухания $4X$ был выбран для наконечников пробников как компромисс между динамическим диапазоном и шумом, так как высокий коэффициент затухания вызвал бы повышенный шум пробника.

Динамический диапазон буфера наконечника пробника нельзя увеличить, однако можно расширить диапазон, в котором может двигаться окно динамического диапазона наконечника, отрегулировав напряжение смещения пробника. Диапазон напряжения смещения припаиваемых наконечников пробника TekFlex составляет от -4 до $+4$ В и регулируется на экране Probe Setup (Настройка пробника) осциллографа или с помощью ручек смещения на передней панели осциллографа. С помощью элементов управления напряжением смещения можно выполнять измерения в любом окне $2,5 V_{\text{размах}}$ в диапазоне от $-5,25$ до $+5,25$ В. Например, задав напряжение смещения $+3,0$ В, можно измерять сигнал HDMI, амплитуда которого составляет примерно от $+2,8$ до $+3,3$ В.

Выполнение несимметричных измерений при помощи наконечника дифференциального пробника P77BRWSR

Наконечник TriMode позволяет использовать паяные соединения для соединения опорного заземления тестируемого устройства с входами А и В пробника, поэтому выполнять несимметричные измерения при помощи наконечника пробника TriMode достаточно просто. Хотя режим дифференциального входа пробника обычно используется для выполнения дифференциальных измерений сигнала, в режиме Differential Input (Дифференциальный вход) можно выполнять и несимметричные измерения при правильной настройке соединений входов пробника и управления напряжением смещения. Крайне важно понимать процесс настройки несимметричных измерений этим наконечником, так как поисковый наконечник с регулируемым расстоянием между щупами работает только в режиме Differential Input (Дифференциальный вход). Режим Differential Input (Дифференциальный вход) обеспечивает измерение разности ($A - B$) между входными сигналами А и В. Если вход В наконечника пробника подключён к заземлению тестируемого устройства, полученные при этом результаты измерения в режиме Differential Input (Дифференциальный вход) ($A - 0\text{ В}$) покажут отклик несимметричного входного сигнала А.

При выполнении измерений дифференциального сигнала управление напряжением смещения P77BRWSR обычно переводится в режим Common-mode (CM) Tracking (Слежение за синфазным напряжением). В активном режиме CM tracking (Слежение за синфазным напряжением) отслеживаются сигналы на входах А и В, а параметры Offset A (Смещение А) и Offset B (Смещение В) подстраиваются под синфазное напряжение постоянного тока входных сигналов А и В $[(A + B)/2]$. Дифференциальное напряжение смещения следует установить вручную по центру размаха напряжения сигнала. Смещение синфазного напряжения следует установить на 1/4 размаха напряжения сигнала. Для логического сигнала +5 В CMOS, например, дифференциальное напряжение смещения должно быть установлено на +2,5 В, а смещение синфазного напряжения на +1,25 В. Напряжение сигнала на входе А должно находиться в диапазоне от +5 до 0 В, т. е. в пределах динамического диапазона 6 В размах щупа поискового наконечника, если напряжение смещения находится рядом с центром ожидаемого размаха напряжения. Такие настройки смещения приводят к максимально возможному расширению динамического диапазона несимметричных измерений дифференциальным поисковым наконечником.

Компенсация влияния температуры

В этих пробниках предусмотрена компенсация влияния температуры для оптимизации точности измерений.

Чтобы максимально увеличить точность измерения при первом включении пробника из холодного состояния, следует прогреть пробник и осциллограф в течение 20 минут. Для стабилизации температуры используется вентилятор, который может включаться время от времени.

DSP-коррекция

Пробники данной серии содержат характеристики S-параметра для пробника, которые загружаются на подключенный осциллограф при первом подключении пробника. Пробники также содержат характеристики S-параметра для наконечника, которые загружаются на подключенный осциллограф при первом подключении наконечника к пробнику. Эти характеристики пробника и наконечника используются для создания фильтров DSP-коррекции, повышающих точность измерения высоких частот.

Конфигурация измерения припаиваемого наконечника

Во многих стандартах высокочастотных сигналов, на которые рассчитаны пробники серии TDP7700, согласованная нагрузка 50 Ом на передатчике параллельна другой согласованной нагрузке 50 Ом в конце линии передачи, что создает эффективный импеданс источника сигнала 25 Ом. В этом случае конфигурация измерения адаптера припаиваемого наконечника предназначена для съема передаваемого сигнала в точке на пути передачи.

Входной импеданс припаиваемого наконечника пробника Z зависит от частоты. Для наконечника P77STFLXA входное сопротивление постоянного тока составляет около 50 кОм и понижается с частотой выше уровня примерно 10 МГц до величины около 100 Ом выше 10 ГГц.

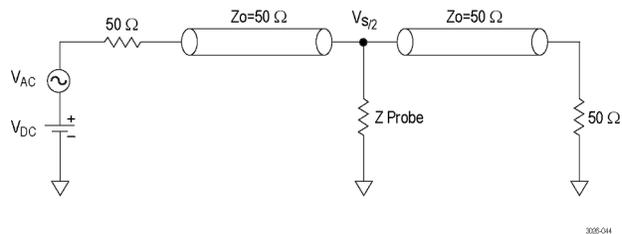


Рис. 4: Конфигурация измерения припаиваемого наконечника

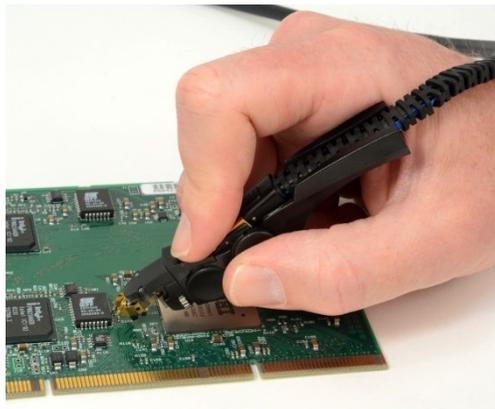
Подключение к плате

Наконечники TriMode необходимы для подключения пробников серии TDP7700 к проверяемой цепи. Наконечники доступны как стандартные и как дополнительные принадлежности и обеспечивают несколько вариантов подключения.

Поисковый наконечник P77BRWSR и принадлежности (указка и мини-штатив)

Поисковый наконечник подключается к цепи при помощи двух щупов с очень тонкими кончиками. Для этих щупов предусмотрена встроенная компенсация позиционирования (0,5 мм) и регулировка расстояния (0,2–5,3 мм). Поисковый наконечник можно удерживать рукой, а также при помощи мини-штатива или устройства позиционирования пробника, такого как Tektronix PPM203B. См.

Выполнение несимметричных измерений при помощи наконечника дифференциального пробника P77BRWSR на странице 49.



Поисковый наконечник – это принадлежность только для дифференциального пробника, но его также можно использовать для измерения эталонного заземления и несимметричных цепей. При измерении сигнала эталонного заземления подключите вход на стороне А (положительный) к измеряемому сигналу, а вход на стороне В (отрицательный) – к заземлению.



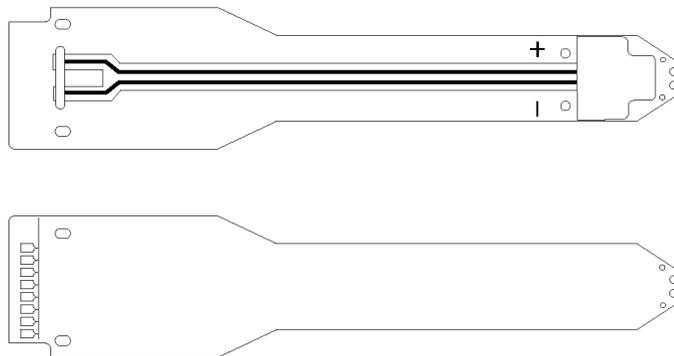
ПРИМЕЧАНИЕ. Контакты на поисковом наконечнике миниатюрные и тонкие, поэтому соблюдайте осторожность, нажимая на них при соединении.

Если щуп пробника сломается, его можно легко заменить. См. [Замена щупа поискового наконечника](#) на странице 85.

Припаиваемые наконечники из гибкого проводящего материала

Припаиваемые наконечники из гибкого проводящего материала подключаются к цепи с помощью тонкого (38 AWG) провода, подсоединённого к наконечнику между слоёв. Действия по припаиванию наконечника к цепи показаны в следующем разделе, посвященном пайке.

Припаиваемые наконечники из гибкого проводящего материала поддерживают режим TriMode. Для использования режима TriMode необходимо минимум три соединения: входы сторон А и В и одно из подключений заземления.

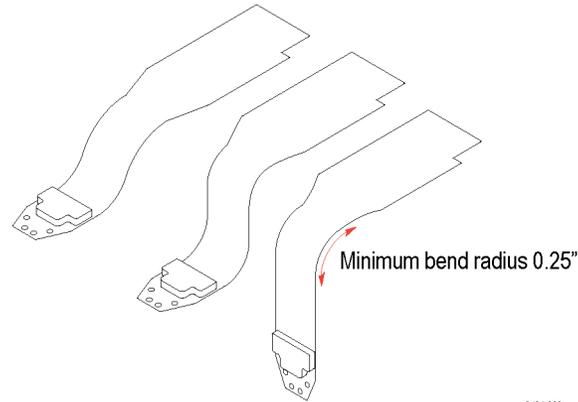


3421-042

Эти наконечники изготовлены из гибкого проводящего материала, чтобы их можно было изогнуть вокруг детали или поместить в труднодоступную точку измерения.

Минимальный радиус изгиба для гибких наконечников составляет 6,35 мм. Изгибание наконечника в пределах указанного радиуса изгиба не влияет на его производительность.

Типичный срок службы наконечника составляет 30–50 изгибов, после чего требуется его заменить.



3421-003

Припаиваемый наконечник P77STCABL

На припаиваемых наконечниках P77STCABL имеется подобное межслойное соединение для тонкого (38 AWG) провода. Операция их припаивания к цепи идентична приведённой для наконечников из гибкого проводящего материала и показанной в следующем разделе, посвящённом пайке. Эти наконечники длиннее и более гибкие, чем наконечники из гибкого проводящего материала.

Эти наконечники поддерживают режим TriMode. Для использования режима TriMode необходимо минимум три соединения: входы сторон А и В и одно из подключений заземления.



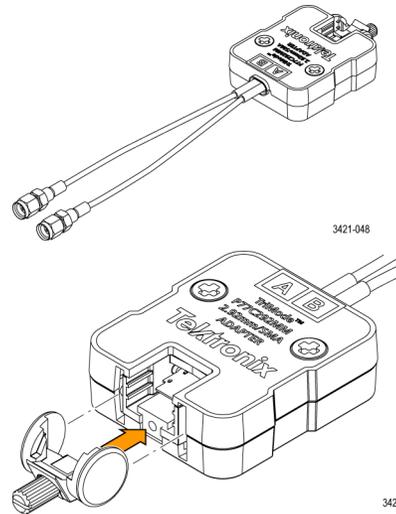
ПРИМЕЧАНИЕ. На наконечнике P77STCABL нет открытых металлических поверхностей, кроме входов TriMode и контактов TekFlex.

Адаптер P77C292MM 2,92 мм

Используйте этот адаптер для подключения пробников серии TDP7700 к тестируемому устройству с разъёмами точек замера с нагрузкой 50 Ом. Используйте этот адаптер для подключения к разъёмам SMA.

После подключения адаптера к гибкому кабелю закрепите соединение фиксатором, чтобы уменьшить его подвижность, или прикрепите адаптер к мини-штативу.

Можно заказать комплект принадлежностей к соединительным адаптерам для многоразовного подключения адаптеров.



Пайка наконечника



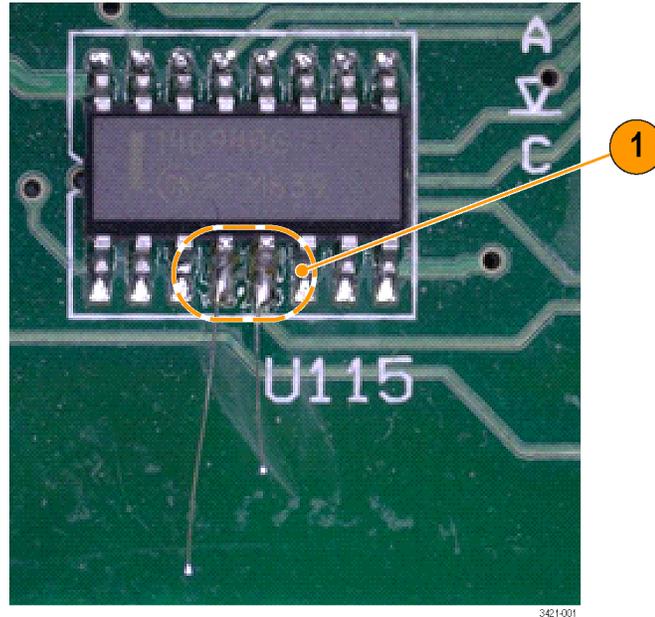
ОСТОРОЖНО. В этой процедуре используется сильно нагретое оборудование. Не прикасайтесь к горячим поверхностям.

Рекомендуемое оборудование

- Бессвинцовая пайка
- Провод диаметром 4 мила (38 AWG)
- Паяльная станция MetCal + UFTC-7CN04 (конический сверхтонкий паяльный картридж, макс. температура наконечника 412 °C) или аналог
- Приспособление для удаления припоя Rosin SD, размер № 1 (80-1-10) или аналог
- Пинцет и острый нож для резки проводов

Процедура пайки наконечника. Для наилучшей точности измерения сигнала провод должен быть максимально коротким. Лучший способ добиться минимальной длины провода — сначала припаять его к контрольным точкам, а затем к припаиваемым наконечникам TDP7700.

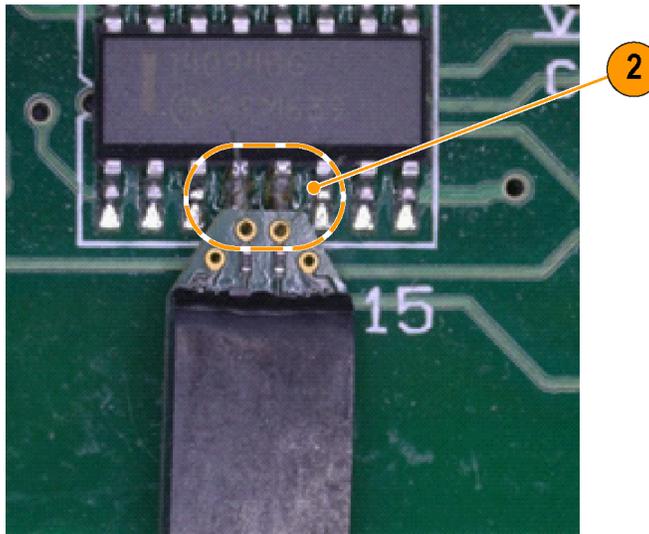
1. Припаяйте провода к контрольным точкам. Обрежьте провода на различной длине. Это позволит легче вставить провода в припаиваемые наконечники.



2. Наденьте наконечник на провода. Два средних межслойных соединения — это входы A(+) и B(-) наконечника.

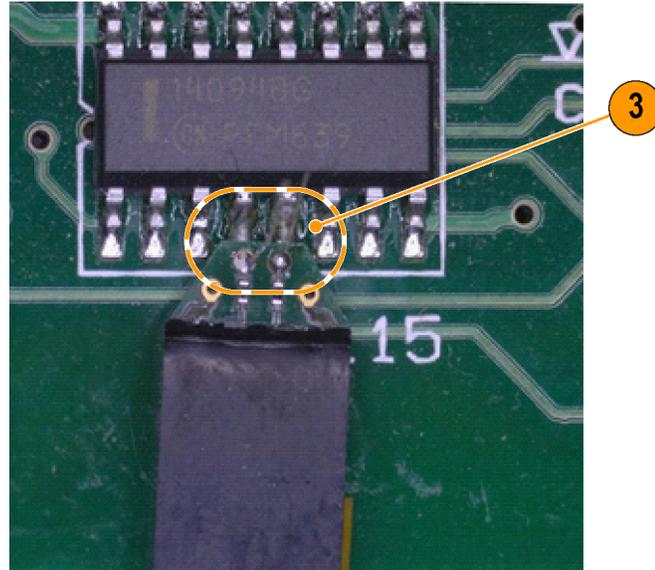
Может быть полезно использовать двустороннюю клейкую ленту, которая поставляется с пробником, чтобы удерживать наконечник пробника на месте.

ПРИМЕЧАНИЕ. Двусторонняя клейкая лента предназначена для однократного использования. Для максимально надёжной фиксации используйте свежий кусок ленты при каждом креплении наконечника.



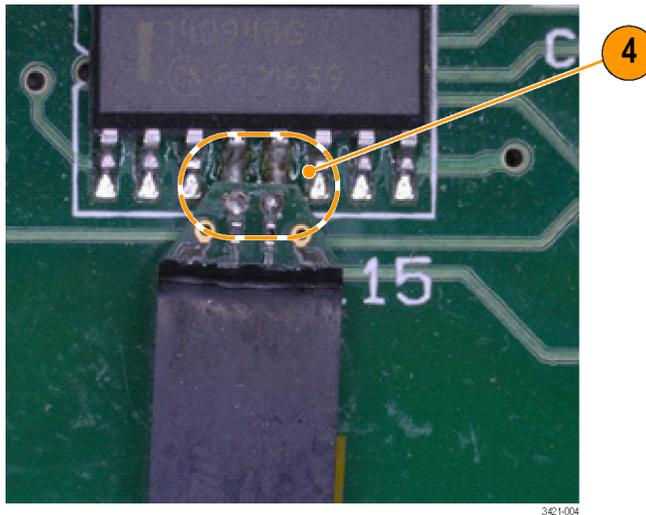
3421-002

3. Установив наконечник на место, быстро припаяйте провода к межслойным соединениям. Если паяльник будет касаться наконечника слишком долго, это может привести к оплавлению и смещению входных резисторов 0201.

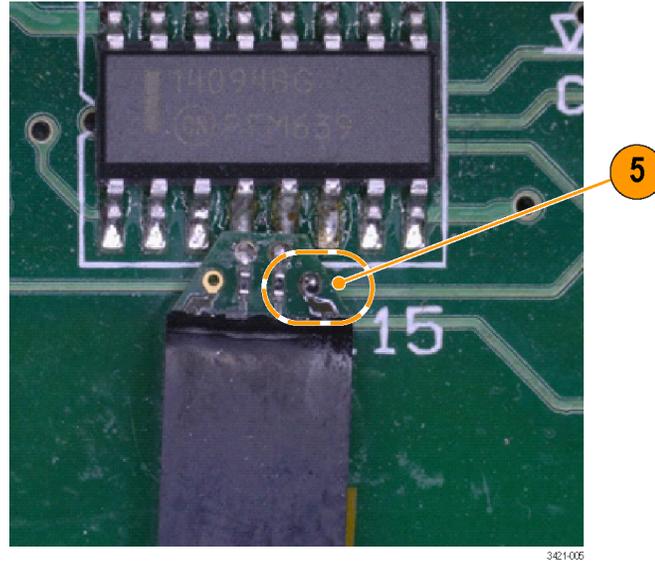


3421-003

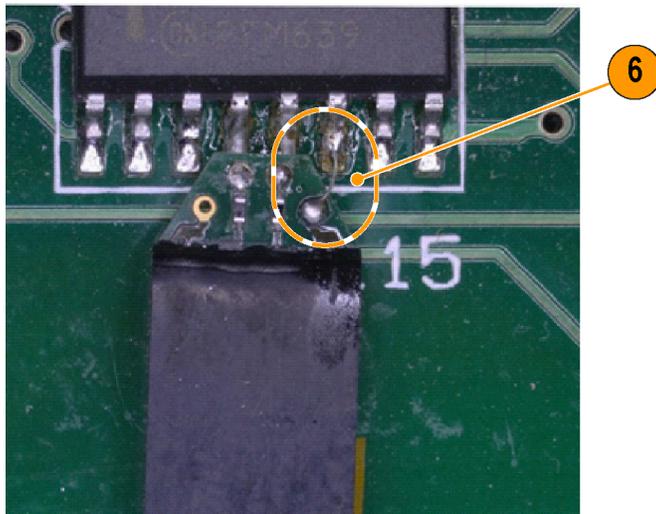
4. Обрежьте провода на наконечнике пробника заподлицо с платой.



5. Прикрепите заземляющий провод для входа TriMode к пробнику P7700. Сначала нанесите припой на контрольную точку и ближайшее межслойное соединение заземления на паяном наконечнике.



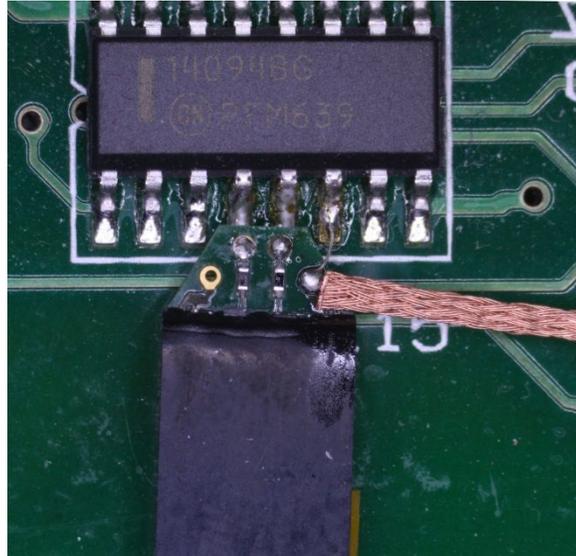
- Затем припаяйте короткий кусок провода между межслойным соединением заземления на наконечнике и контрольной точкой заземления. Такая конфигурация оптимизирует производительность пробника для дифференциальных измерений. Более длинные провода заземляющего контура повлияют на результаты в несимметричном и синфазном режимах. Если имеется удобно расположенная контрольная точка заземления, лучше всего использовать технику пайки, показанную на входах А и В наконечника, чтобы обеспечить наименьшую длину заземляющего контура. После того как наконечник полностью припаян на место, рекомендуется прочно закрепить его на плате дополнительной клейкой лентой или термоклеем.



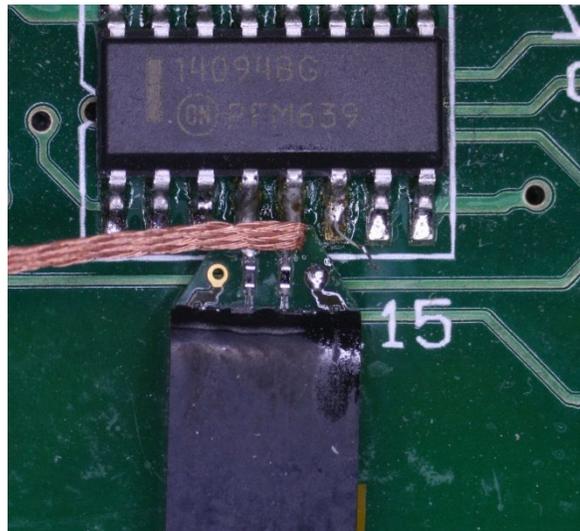
3421-006

Процедура отпайки наконечника.

1. С помощью оплётки для выпайки удалите припой и уберите провод с межслойного соединения заземления наконечника. Рекомендуется использовать оплётку для выпайки размера № 1 из-за небольшого размера наконечника и межслойных соединений. Не размещайте оплётку для выпайки над входными резисторами 0201, так как эти части могут случайно отпасть от платы.

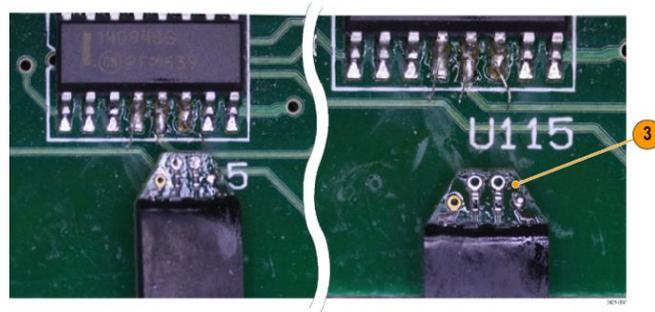


2. Удалите с помощью оплётки для выпайки лишний припой с входных межслойных соединений. Действуйте осторожно, стараясь не подносить оплётку для выпайки слишком близко к входным резисторам.



3. Если припой нельзя полностью удалить с входного межслойного соединения при креплении к контрольным точкам, можно покачать наконечник из стороны в сторону, оплавляя припой в межслойных соединениях. Поскольку провода обрезаются вровень с платой, этот метод позволяет постепенно отделить наконечник от проводов. После удаления наконечника с платы очистите межслойные соединения с помощью оплётки для выпайки, чтобы можно было повторно использовать наконечник.

Если вы использовали для фиксации двухстороннюю клейкую ленту, перемещение наконечника из стороны в сторону ослабит крепление наконечника к ленте. Не пытайтесь вытянуть наконечник непосредственно



с ленты. Если потянуть наконечник вверх, не отклеив предварительно ленту, наконечник может повредиться.

Меры предосторожности при подключении к цепи

Чтобы добиться наилучшей производительности и увеличить срок службы пробника и наконечников, соблюдайте при выполнении соединений следующие рекомендации:

- Носите антистатический браслет, который поставляется с пробником, и используйте рабочую станцию, удовлетворяющую стандартам защиты от воздействия электростатических разрядов.
- Припаиваемые наконечники из гибкого проводящего материала чувствительны к механическим перенапряжениям и тяжелым условиям использования, особенно на концах наконечника пробника, где смонтированы компоненты. Необходимо обеспечивать опору для наконечников пробника, приклеивая их лентой или клеем к цепи, или принять другие меры для снятия нагрузки с соединения наконечника и цепи.

- Припаиваемые наконечники из гибкого проводящего материала содержат активные цепи. Большая часть наконечника, включая крышку на развязывающем усилителе — это непроводящие поверхности. Однако сверху на задней части наконечников расположены небольшие устройства и пластины для поверхностного монтажа, которые могут вызвать короткое замыкание с цепями проверяемого устройства. Они необходимы, чтобы свести к минимуму размер и вес наконечников пробника. Если припаиваемые наконечники из гибкого проводящего материала используются там, где расположенные в верхней части компоненты могут вступить в контакт с проверяемым устройством, необходимо принять меры предосторожности, чтобы избежать короткого замыкания открытой цепи наконечника с цепями проверяемого устройства. Один из способов избежать короткого замыкания — изолировать эти области непроводящей лентой.
- Наконечник P77STCABL является более гибким, чем наконечники из гибкого проводящего материала, но следует соблюдать меры предосторожности, чтобы избежать изгибания соединительных кабелей под слишком острым углом, так как перенапряжение может привести к повреждению или к снижению качества сигнала.
- Чтобы предохранить кабели и добиться высокого качества сигнала, не перегибайте провода и не подвергайте их чрезмерной нагрузке. Обеспечьте опору для головки пробника, приклеив ее лентой к цепи, или примите другие меры для снятия нагрузки с соединения с цепью.

Меры предосторожности при работе с припаиваемыми наконечниками TekFlex

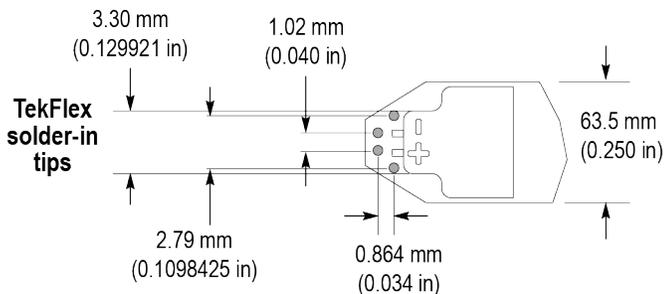


ОСТОРОЖНО. В верхней части этих наконечников расположены активные компоненты, которые могут вызвать короткое замыкание цепи, если наконечник установлен вершиной вниз, а дискретные компоненты на задней части наконечника входят в контакт с активной цепью. Убедитесь, что металлические компоненты ничего не касаются.

Если наконечники установлены вершиной вверх или подключён разъём TekFlex, маловероятно, что компоненты на плате могут вступить в контакт с активной цепью. Крышки на буферных усилителях наконечников изготовлены из непроводящего материала. На нижней части наконечника отсутствуют проводящие поверхности, кроме входов TriMode и контактов TekFlex.

Размеры наконечника

Размеры соединений припаиваемого наконечника указаны для справки. Можно также предусмотреть в конструкции печатной платы пространство для наконечника для удобства подключения при тестировании.

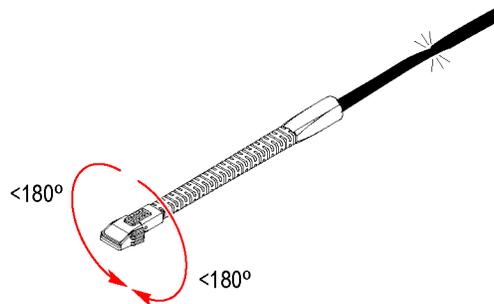
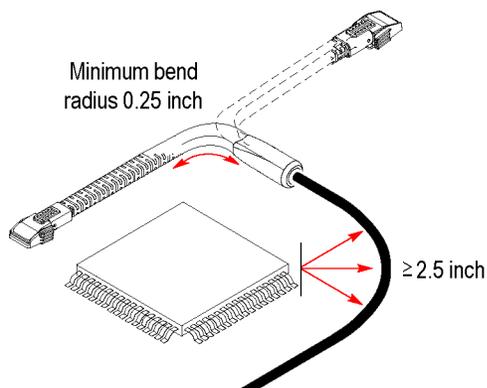


Советы по обращению с пробником

Общепринятая практика

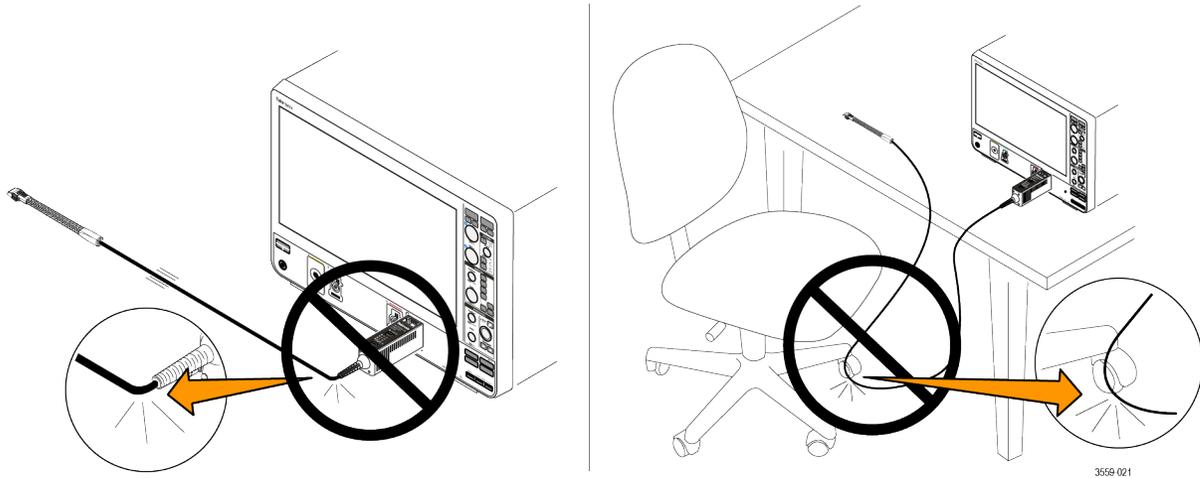
Пробники Tektronix TriMode – это качественные измерительные приборы, с которыми следует обращаться осторожно во избежание повреждения или ухудшения характеристик из-за неправильного обращения. Соблюдайте следующие меры предосторожности при обращении с кабелями пробника.

- Не сгибайте главный кабель пробника или кабель наконечника слишком сильно, так как при этом может образоваться необратимый излом кабеля. При хранении пробника не сворачивайте его слишком плотно. Лучше всего использовать защитный чехол из пенопласта, в котором не будет превышен минимальный радиус изгиба кабеля в 6,35 мм. Минимальный радиус изгиба для гибкого кабеля составляет 6,35 мм.
- Чтобы увеличить срок службы пробника, следует ограничить изгиб кабеля относительно блока управления до ± 180 градусов. Прежде чем прикладывать усилие для изгибания кабеля, чтобы соединить головку пробника с наконечником, необходимо осторожно развернуть кабель пробника.



3421-005

- Не следует слишком сильно тянуть или перекручивать кабели пробника при его размещении для проведения измерений.
- Не передавливайте кабель (это может, например, случиться, если проехать по нему колесом офисного кресла или уронить на него что-нибудь тяжёлое).



Принадлежности и опции

Вы можете повторно заказать перечисленные ниже запасные части и принадлежности. Обратите внимание, что в некоторых случаях количество при повторном заказе может отличаться от количества, поставляемого с пробником.

Стандартные принадлежности

С пробниками серии TDP7700 поставляются следующие принадлежности. Если количество не указано, в комплект поставки входит один экземпляр.

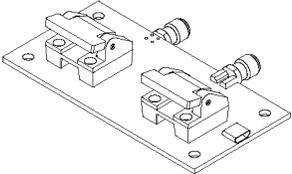
Номер детали по каталогу и количество для повторного заказа	Описание
024-0021-xx	Это футляр имеет несколько отсеков для хранения пробника и принадлежностей.
P77STFLXA	Активные наконечники (2 припаяваемых наконечника)
020-3167-xx	Клейкая лента
016-2111-xx	Цветные полоски

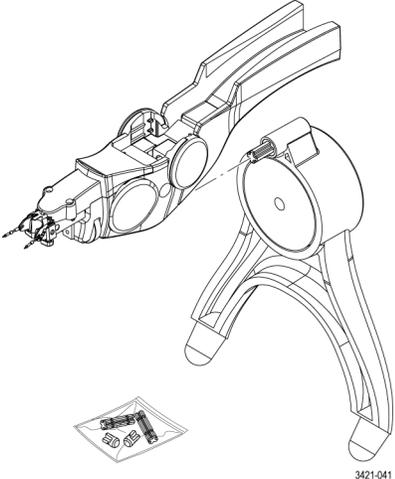
Номер детали по каталогу и количество для повторного заказа	Описание
006-3415-xx	Антистатический браслет. При использовании пробника всегда работайте на антистатической рабочей станции и надевайте антистатический браслет.
–	Сертификат калибровки. Сертификат с доступными для анализа данными калибровки поставляется вместе с каждым пробником.
–	Отчёт о калибровке. В отчёте о калибровке, поставляемом с каждым пробником, содержатся результаты производственных испытаний пробника в момент отгрузки.
071-3559-xx	Руководство по эксплуатации. Это руководство содержит инструкции по эксплуатации пробников TriMode серии TDP7700. Прочую документацию, такую как технический справочник, и другую литературу по пробнику можно загрузить на веб-сайте Tektronix (www.tek.com/manuals).

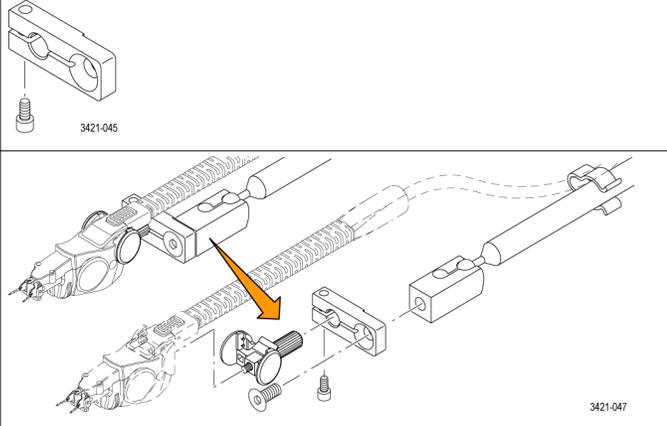
Дополнительные принадлежности

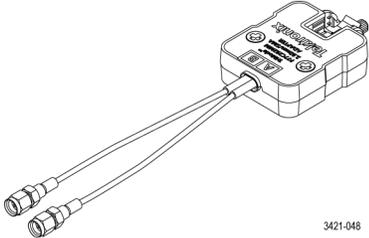
Дополнительные принадлежности	Деталь и описание
	<p>P77STCABL – активный припаяваемый наконечник. Этот наконечник предназначен для паяного многоточечного соединения с поддержкой всех возможностей измерений TriMode на полной пропускной способности пробника.</p>
	<p>P77STFLXA – припаяемые наконечники из гибкого проводящего материала. Эти наконечники, изготовленные с использованием гибкого проводящего материала, обеспечивают паяные многоточечные соединения. Рассчитаны на минимальную нагрузку в пределах полной полосы пропускания пробника.¹</p>

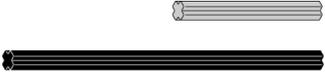
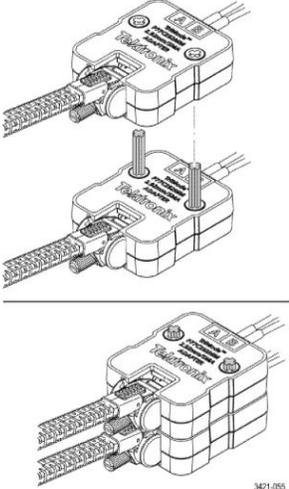
¹ В комплекте с пробником поставляется 2 наконечника.

Дополнительные принадлежности	Деталь и описание
	<p>P77STFLXB – припаяваемые наконечники из гибкого проводящего материала для тестирования переходников для памяти. Эти наконечники, изготовленные с использованием гибкого проводящего материала, обеспечивают паяные многоточечные соединения. Предназначены для использования с переходниками для памяти компании Nexus Technology.</p>
<p>017-0103-xx</p>	<p>Комплект проводов (38 AWG, 4 мила)</p>
 <p>3421-029</p>	<p>P77DESKEW – компенсатор временного запаздывания Это устройство используется для компенсации пробника, компенсации сдвига до двух пробников одновременно или проверки работоспособности пробника.</p>

Дополнительные принадлежности	Деталь и описание
	<p>P77STCABL Для поискового наконечника P77BRWSR предлагаются следующие принадлежности:</p> <p>Указка поискового наконечника. Увеличивает длину поискового наконечника для удобства захвата. (Номер детали 020-3160-xx.)</p> <p>Мини-штатив поискового наконечника для освобождения рук. Используется для удержания поискового наконечника в контрольной точке без рук. (Номер детали 020-3161-xx.)</p> <p>Сменные щупы поискового наконечника. Используются для ремонта сломанных при использовании щупов поискового наконечника. (Номер детали 020-3162-xx.)</p> <p>Крепление адаптера. Используется для крепления поискового наконечника к мини-штативу или другим держателям.</p> <p>Провод заземления. Используется для крепления поискового наконечника к контуру заземления при необходимости.</p> <p>Принадлежности к поисковому наконечнику могут храниться в ящике для принадлежностей TekFlex, который входит в стандартный комплект поставки пробника.</p>

Дополнительные принадлежности	Деталь и описание
 <p>3421-045</p> <p>3421-047</p>	<p>407-6019-xx — адаптер пробника</p> <p>Используйте эту принадлежность для крепления поискового наконечника к кронштейну или устройству позиционирования пробника PPM203B</p>

Дополнительные принадлежности	Деталь и описание
 <p>3421-048</p>	<p>P77C292MM — адаптер 2,92 мм</p> <p>Используйте этот адаптер для подключения пробников серии TDP7700 к тестируемому устройству с разъёмами точек замера с нагрузкой 50 Ом.</p>

Дополнительные принадлежности	Деталь и описание
 <p>3421-056</p>	<p>020-3179-xx, комплект соединительных адаптеров Используйте эти адаптеры для многоярусного подключения одного или нескольких адаптеров P77C292MM 2,92 мм.</p>
 <p>3421-055</p>	<p>Используйте два серых адаптера для двухъярусного подключения двух адаптеров P77C292MM; используйте два чёрных адаптера для многоярусного подключения трёх или четырёх адаптеров P77C292MM. Вставляйте соединительные адаптеры в адаптеры P77C292MM, как показано на рисунке (показаны серые соединительные адаптеры).</p>

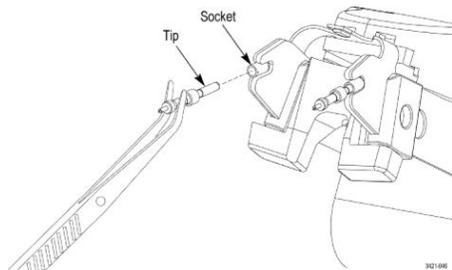
Обслуживание

В этом разделе приведены сведения об обслуживании и технической поддержке пробника.

Замена щупа поискового наконечника

ПРИМЕЧАНИЕ. *Примечание: при выполнении этой операции желательно иметь под рукой увеличительный прибор или очки.*

Наконечники P77BRWSR могут сломаться во время использования. Если один из щупов поискового наконечника сломается, его легко можно заменить новым и вернуться к работе в считанные секунды. Для замены щупа потребуется пинцет. С помощью пинцета захватите ось щупа и потяните вниз, чтобы извлечь его. Утилизируйте сломанный щуп.



Вынув старый щуп, достаньте новый сменный щуп из упаковки в комплекте принадлежностей. Возьмите сменный щуп пинцетом и аккуратно вставьте в гнездо на передней части поискового наконечника.

Признаки ошибки

Светодиодные индикаторы

Красный светодиодный индикатор Status (Состояние) расположен на верхней панели модуля компенсации пробника. При штатном режиме работы этот индикатор светится зелёным, изменяя цвет на красный при любом из следующих условий и оставаясь красным до устранения проблемы:

- Сбой самотестирования пробника при подаче питания (устраняется путём отключения и повторного подключения пробника)
- Обнаружен перегрев пробника (устраняется путём отключения и повторного подключения пробника, чтобы дать ему время для охлаждения)
- Обнаружено превышение напряжения на входе пробника (для устранения проблемы нужно понизить перенапряжение на входе)
- Обнаружено превышение тока на пробнике (для устранения проблемы нужно отрегулировать напряжение нагрузки V_{term} или убрать сигнал на входе)

Если индикатор светится красным, отсоедините и подсоедините пробник заново, чтобы перезапустить последовательность диагностических проверок при подаче питания. Если симптомы не исчезли, подключите пробник к другому каналу осциллографа или к другому осциллографу. Если это не поможет, верните пробник в Tektronix для ремонта.

Отображение сигнала

Если пробник связан с активным источником сигнала, а на экране осциллографа сигнал не отображается:

- Выполните операцию автонастройки на главном осциллографе. При этом параметры осциллографа будут автоматически настроены на отображение правильной формы сигнала.
- Проверьте качество подключения наконечника на разъеме TekFlex пробника. Индикатор на верхней части наконечника приспособления должен гореть, если наконечник подключен правильно.
- Убедитесь в том, что входной сигнал находится в пределах допустимого диапазона входного напряжения. Элемент управления Auto Offset (Автосмещение) меню Probe Setup (Настройка пробника) можно использовать, чтобы задать смещение напряжения пробника для увеличения динамического диапазона входного сигнала наконечника пробника до максимума.
- Выполните проверку работоспособности. См. [Проверка работоспособности](#) на странице 24. Эта процедура позволяет убедиться в том, что пробник работает надлежащим образом.

Ошибки измерения

- Если вы подозреваете, что измерения могут быть неточными, и при этом используются паяные соединения, убедитесь, что сигнальное соединение и заземление припаиваемого наконечника подключены верно и не повреждены.
- При возникновении проблем с измерениями можно получить дополнительную информацию путём проверки измерения сигнала в других режимах входа TriMode. Например, работа с пробником в дифференциальном режиме не требует заземления. Переключение между режимами дифференциального и несимметричного входа может указывать на проблему с заземлением

- Если измеряется дифференциальный сигнал, временно переключите вход TriMode пробника только на А и только на В и убедитесь, что каждый компонент дифференциального сигнала выглядит правильно. Переключите вход пробника в синфазный режим и посмотрите, не присутствует ли на входе пробника сильный и неожиданный синфазный сигнал.
- Выполните проверку работоспособности пробника. Эта проверка должна показать, что при помощи пробника с подключённым совместимым наконечником можно измерить сигнал с малым временем нарастания. См. [Проверка работоспособности](#) на странице 24.

Обращение с пробником

Этот пробник является точным высокочастотным устройством; необходимо проявлять осторожность при его использовании и хранении. Пробник и кабель восприимчивы к повреждениям, вызванным небрежным обращением. Держите пробник за модуль компенсации и корпус пробника, чтобы избежать излишней физической нагрузки на кабель, например перегибов, чрезмерного изгиба или натяжения. Видимые вмятины на сигнальном кабеле увеличивают искажение сигнала.



ОСТОРОЖНО. Чтобы избежать повреждения пробника, при работе с ним всегда используйте антистатический браслет, подключенный к рабочей станции с защитой от статического электричества. Вход пробника содержит электронные компоненты, которые могут быть повреждены при контакте с высокими напряжениями, включая статический разряд.

Соблюдайте следующие меры предосторожности при работе с пробником. Запрещается:

- Бросать пробник или подвергать его ударным нагрузкам
- Подвергать пробник воздействию неблагоприятных погодных условий
- Скручивать или сгибать главный кабель пробника с радиусом менее чем 6,35 см; минимальный радиус изгиба для припаиваемых наконечников составляет 6,35 мм
- Выполнять пайку наконечников при чрезмерной температуре или слишком долго
- Ранить себя острым наконечником

См. [Общепринятая практика](#) на странице 73.

Очистка пробника



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждения пробника не подвергайте его воздействию аэрозолей, жидкостей или растворителей. При чистке наружной поверхности не позволяйте влаге проникать внутрь пробника.

Не пользуйтесь химическими чистящими средствами, они могут повредить пробник. Избегайте использования химикатов, содержащих бензин, бензол, толуол, ксилол, ацетон и другие подобные растворители.

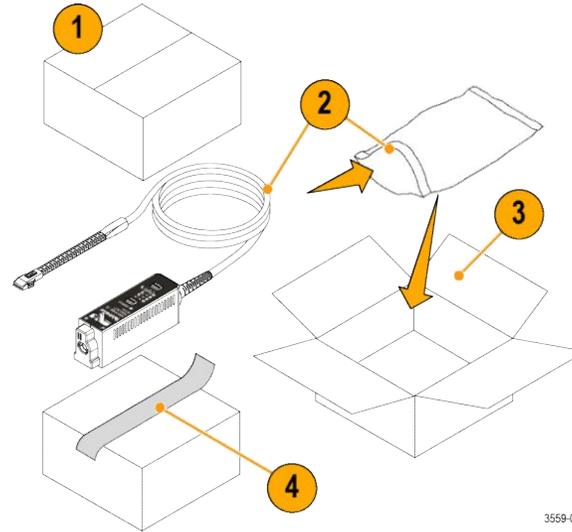
Очистка внешних поверхностей корпуса выполняется сухой безворсовой тканью или мягкой щеткой. Если всю грязь снять не удалось, протрите поверхности мягкой тканью или кистью, смоченной в 75-процентном растворе изопропилового спирта, и сполосните деминерализованной водой. Для чистки труднодоступных мест пробника можно использовать тампон на стержне. Не используйте раствора больше, чем требуется для смачивания тампона или ткани. Запрещается применять для очистки любых частей пробника абразивные составы.

Возврат пробника для обслуживания

Если необходимо выполнить обслуживание пробника, его нужно вернуть в Tektronix. Если оригинальная упаковочная тара отсутствует или непригодна для применения, используйте следующие рекомендации по упаковке:

Подготовка к транспортировке

1. Используйте коробку из гофрированного упаковочного картона, внутренние размеры которой, как минимум, на 2,5 см больше соответствующих размеров пробника. Предел прочности картона коробки должен быть не менее 90,8 кг.
2. Поместите пробник в антистатический пакет или заверните его, чтобы защитить его от влаги.
3. Поместите пробник в коробку и зафиксируйте его с помощью легкого упаковочного материала.
4. Запечатайте упаковочную картонную коробку клеевой лентой.
5. Адрес для отправки приведен в начале данного руководства по эксплуатации



3559-007

в разделе *«Как связаться с
корпорацией Tektronix»*.

Предметный указатель

А

адаптер P77C292MM
напряжение согласованной нагрузки, 41
Адаптер P77C292MM, 59
архитектура пробника, 44

В

Возврат пробника, 92
входная сеть, 48
Выбор режима входа, 36

Д

диапазон входных напряжений
расширение с помощью напряжения смещения, 48
длина провода

соединение припаиваемого наконечника, 46
документация, 78

З

замена щупа, 85
замена щупов, 85

И

измерение
TriMode, 18

К

кнопки настройки напряжения смещения, 39
компенсация
влияния температуры, 50
компенсация влияния температуры, 50

конфигурация измерения
припаиваемого наконечника, 51

М

меры предосторожности при работе с пробником, 70
мини-штатив, 53

Н

Напряжение смещения, 34
напряжение согласованной нагрузки, 41

О

обращение
с пробником, 73
Обращение
с пробником, 89
обращение с пробником, 73

Обращение с пробником, 89
описание гибкого проводящего материала, 56
Описание гибкого проводящего материала, 56
Ошибки отображения сигнала, 88

П

Пайка наконечника, 60
Панель настройки пробника
Выбор режима входа, 36
Повышение точности измерений, 44
подключение
наконечников к разъёму пробника TekFlex, 16
подключение к плате, 53
подключение к цепи при помощи
коаксиальных адаптеров, 53
признаки ошибки
светодиодные индикаторы, 87
Признаки ошибки

Отображение сигнала, 88
принадлежности
стандартные, 77
припаиваемые наконечники
P77STCABL, 58
проверка работоспособности
с адаптером P77C292MM, 27
с компенсатором временного запаздывания, 25

Р

размеры
припаиваемых наконечников, 72
размеры припаиваемого наконечника, 72

С

светодиодные индикаторы, 14, 20, 21, 87
Светодиодные индикаторы, 13
стандартные принадлежности, 77

Т

Точность измерений
Повышение, 44

У

установка
подключение принадлежностей, 16

Э

Экран настройки пробника
выбор режима входа, 36
кнопки настройки напряжения смещения, 39
элементы управления и индикаторы
TriMode, 18

D

DSP-коррекция, 51

P

P77STCABL, 58

T

TekFlex

подключение принадлежностей, 16

размеры, 72