

Tektronix®

Серия DPO70E
Оптические пробники с полосой пропускания 33 ГГц и 59 ГГц
Руководство по эксплуатации





Серия DPO70E

Оптические пробники с полосой пропускания 33 ГГц и 59 ГГц

Руководство по эксплуатации

Предупреждение

Инструкции по обслуживанию предназначены только для квалифицированного персонала. Чтобы избежать травм, пользователю не следует выполнять никаких операций по обслуживанию, кроме описанных в данных инструкциях. Перед выполнением любых операций по обслуживанию необходимо ознакомиться со всеми правилами техники безопасности.

Настоящий документ относится к пробникам серии DPO70E с программным обеспечением версии 1.0 и более поздних версий.

© 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 устранил 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 УВЕДОМЛЕНЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

[W2 – 15AUG04]

Оглавление

Лицензионное соглашение о программном обеспечении	iii
Важная информация по безопасности	vii
Общие правила техники безопасности	vii
Правила техники безопасности при обслуживании	viii
Условные обозначения в данном руководстве	ix
Обозначения на изделии	ix
Символы, наносимые на изделие	ix
Информация о соответствии	xi
Соответствие требованиям по защите окружающей среды	xi
Предисловие	xiii

Начало работы

Описание прибора	1
Основные функции	4
Варианты исполнения и принадлежности	5
Необходимое и рекомендуемое программное обеспечение осциллографа	7
Установка	8
Электростатический разряд	8
Установка пробника TekConnect	8
Установка на канал АТГ	10
Проверка работоспособности при первоначальном включении	12

Основные операции

Безопасность при эксплуатации и работа с пробником	15
Подача оптических сигналов на пробник	16
Ослабление оптических сигналов	18
Взаимодействие систем	19
Чистка оптических соединителей	19
Чистка внешних поверхностей пробника	22
Настройка пробника	23
Настройки по вертикали	26
Настройки пробника Probe Setup	34
Калибровка	38
Компенсация уровня тёмного	38
Компенсация искажений сигнального тракта	38
Оптический фильтр и настройка полосы пропускания	44

Выходной электрический сигнал	45
Корректировка коэффициента преобразования	46

Справочные данные

Оптическая и электрическая полоса пропускания	47
Настройки полосы пропускания для фильтров Flat	48
Полоса пропускания в настройках фильтра ORR	48
Характеристики эталонного оптического приёмника	49

Приложение А. Описание команд программного интерфейса (PI)

CH<x>:OPTI:POWER? (только запрос)	51
CH<x>:OPTIcal:AOPstream	52
CH<x>:OPTIcal:RCVR	53
CH<x>:OPTIcal:RCVR:USERVALue? (только запрос)	54
CH<x>:OPTIcal:WLENgth	54
CH<x>:OPTIcal:WLENgth:LIST? (только запрос)	55
CH<x>:PRObe:GAIN? (только запрос)	55

Лицензионное соглашение о программном обеспечении

ЛИЦЕНЗИОННОЕ СОГЛАШЕНИЕ ТЕКТРОНИХ О ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ

ПРОГРАММА ИЛИ ПРОГРАММЫ, СОСТАВЛЕННЫЕ ДЛЯ ИЛИ ВСТРОЕННЫЕ В ОБОРУДОВАНИЕ ИЛИ ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫЕ В СООТВЕТСТВИИ С НАСТОЯЩИМ СОГЛАШЕНИЕМ ПОСТАВЛЯЮТСЯ В СРОКИ И НА УСЛОВИЯХ НАСТОЯЩЕГО СОГЛАШЕНИЯ. ХРАНЕНИЕ ДАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЛИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЮБЫМ СПОСОБОМ БОЛЕЕ ТРИДЦАТИ ДНЕЙ ОЗНАЧАЕТ ПРИНЯТИЕ УСЛОВИЙ ЭТОГО ЛИЦЕНЗИОННОГО СОГЛАШЕНИЯ. ЕСЛИ ЭТИ УСЛОВИЯ НЕПРИЕМЛЕМЫ, НЕИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРОГРАММЫ И СОПРОВОДИТЕЛЬНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ К НИМ ДОЛЖНЫ БЫТЬ СРОЧНО ВОЗВРАЩЕНЫ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ ДЛЯ ПОЛНОГО ВОЗМЕЩЕНИЯ СТОИМОСТИ ПРИОБРЕТЕННОЙ ЛИЦЕНЗИИ. (СВЕДЕНИЯ О ВОЗВРАЩЕНИИ ПРОГРАММ, СОСТАВЛЕННЫХ ДЛЯ ИЛИ ВСТРОЕННЫХ В ОБОРУДОВАНИЕ, МОЖНО ПОЛУЧИТЬ В БЛИЖАЙШЕМ ТОРГОВОМ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВЕ ТЕКТРОНИХ).

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

«Tektronix» означает Tektronix, Inc., корпорацию в штате Орегон, или местное юридическое лицо Tektronix, выполняющее поставку оборудования.

«Программа» — программный продукт Tektronix (исполняемая программа и/или данные), поставляемый вместе с настоящим Соглашением или с оборудованием, в комплект поставки которого включено настоящее Соглашение.

«Заказчик» — физическое или юридическое лицо, от имени которого заказана Программа.

ЛИЦЕНЗИЯ

Заказчик имеет право:

1. Использовать Программу на одном компьютере в любой период времени; и
2. Передавать Программу любому физическому или юридическому лицу или организации, отличной от Заказчика или корпорации, частью которой является Заказчик, без предварительного письменного согласия корпорации Tektronix, кроме случаев передачи оборудования с встроенными программами;
3. Экспортировать или реэкспортировать, прямо или косвенно, Программу, любую сопроводительную документацию или непосредственно изделие в любую страну, в которую такой экспорт или реэкспорт не ограничен законом или нормами Соединенных Штатов или любого иностранного правительства, юрисдикция которого не требует получения предварительного разрешения. Разрешение о возможности экспорта выдает Управление экспортной администрации

Министерства торговли США, Вашингтон, округ Колумбия и соответствующее агентство иностранного правительства;

4. Модифицировать Программу, создавать производные изделия или соединять Программу с другой программой;
5. Декомпилировать и дизассемблировать Программное обеспечение с любыми целями запрещено за исключением случаев, когда такие действия явным образом разрешены применимой лицензией на программное обеспечение с открытым исходным кодом или применимым законом, которому противоречит данный запрет; или
6. Копировать сопроводительную документацию к Программе.

Без разрешения перемещать на дополнительный компьютер для выполнения Программы, разработанные для установки на одном компьютере и поддержки одного или нескольких дополнительных компьютеров локально либо удаленно, дополнительные компьютеры должны рассматриваться в пределах определения «один компьютер». Для программ, допускающих перемещение Программы на дополнительный компьютер для выполнения, требуется отдельная лицензия для каждого такого компьютера, на котором Программа может быть использована.

Права на Программу и на все ее копии, но не на носители, на которых хранится Программа или копии, должны принадлежать корпорации Tektronix или другим компаниям, которые получили соответствующие лицензионные права у корпорации Tektronix.

Потребитель обязан в должное время оплачивать все имущественные налоги, которыми Программа облагается в настоящее время или будет облагаться в будущем, в соответствии с оценкой стоимости владения и пользования Программой или настоящей лицензией, а также сохранять все отчеты, связанные с указанными налогами.

Если Программа или любая относящаяся к ней документация приобретена агентством или для агентства Правительства США, Программу и документацию следует рассматривать как «коммерческое программное обеспечение» или «коммерческая программная документация для ЭВМ» соответственно тому, как эти понятия используются в 48 CFR §12.212, 48 CFR §227.7202, или 48 CFR §252.227-7014, и предметом лицензирования являются только те права, которые предоставляются всем другим лицензиатам, как указано далее в настоящем Соглашении.

ПРОГРАММА МОЖЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬСЯ, КОПИРОВАТЬСЯ, ИЗМЕНЯТЬСЯ, ОБЪЕДИНЯТЬСЯ ИЛИ ПЕРЕДАВАТЬСЯ ДРУГОМУ ПОТРЕБИТЕЛЮ ТОЛЬКО В СООТВЕТСТВИИ С ЯВНО УКАЗАННЫМИ УСЛОВИЯМИ НАСТОЯЩЕГО СОГЛАШЕНИЯ. В СЛУЧАЕ ПЕРЕДАЧИ ЛЮБОЙ КОПИИ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПРОГРАММЫ ИЛИ ОБЪЕДИНЁННОЙ ЧАСТИ ПРОГРАММЫ, ЛИЦЕНЗИЯ, ПРЕДОСТАВЛЕННАЯ НА УСЛОВИЯХ НАСТОЯЩЕГО СОГЛАШЕНИЯ, АВТОМАТИЧЕСКИ АННУЛИРУЕТСЯ В ОТНОШЕНИИ СТОРОНЫ, ОСУЩЕСТВИВШЕЙ ПЕРЕДАЧУ ПРОГРАММЫ.

СРОК ДЕЙСТВИЯ

Предоставляемая лицензия действительна после принятия Заказчиком её условий и остается в силе до её отмены в соответствии с условиями настоящего соглашения. Действие лицензии может быть прекращено Заказчиком в любое время письменным уведомлением корпорации Tektronix. Действие лицензии может быть прекращено корпорацией Tektronix или третьим лицом, от которого корпорация Tektronix могла получить соответствующее право лицензирования, если Заказчик нарушил какое-либо условие и не исправил нарушение в течение тридцати (30) дней после получения уведомления от корпорации Tektronix или уполномоченного третьего лица. После прекращения любой стороной действия лицензии Заказчик должен вернуть корпорации Tektronix Программу или уничтожить её, а также и всю сопутствующую документацию и все копии в любой форме.

ОГРАНИЧЕННАЯ ГАРАНТИЯ

Программа предоставляется как есть, без каких-либо гарантий, выраженных явно или подразумеваемых. Корпорация Tektronix не гарантирует соответствие функций данной Программы требованиям Заказчика или бесперебойную работу Программы и отсутствие ошибок.

КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЁ ПОСТАВЩИКИ НЕ НЕСУТ НИКАКИХ ИНЫХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ В ОТНОШЕНИИ ТОВАРНОГО СОСТОЯНИЯ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ПРОГРАММЫ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ.

КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ПОСТАВЩИКИ, ПРЕДОСТАВИВШИЕ ЕЙ ЛИЦЕНЗИОННЫЕ ПРАВА, НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОСВЕННЫЙ, СПЕЦИФИЧЕСКИЙ, СЛУЧАЙНЫЙ ИЛИ КАКОЙ-ЛИБО ОПОСРЕДОВАННЫЙ УЩЕРБ, ВЫЗВАННЫЙ ОБЛАДАНИЕМ ПРОГРАММОЙ ИЛИ ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКАЗЧИКОМ ДАЖЕ В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛИ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ БЫЛИ ЗАРАНЕЕ УВЕДОМЛЕНЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

ОГПАНИЧЕНИЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ТРЕТЬИХ СТОРОН

Если иное не оговорено явно, третьи стороны, от которых корпорация Tektronix получила право лицензирования, не предоставляют гарантию на Программу, не несут ответственности за её использование и не имеют обязательств по предоставлению поддержки или сопроводительной информации.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящее соглашение полностью регулирует все взаимоотношения сторон в части использования, копирования и передачи Программы. Ни это соглашение, ни лицензия, предоставляемая в соответствии с ним, не могут быть переданы или переуступлены Заказчиком без предварительного письменного согласия корпорации Tektronix.

Настоящее соглашение и лицензия, предоставляемая в соответствии с ним, регулируются законами штата Орегон, США.

Все вопросы, относящиеся к настоящему соглашению или к предоставляемой в соответствии с настоящим соглашением лицензии, следует направлять в ближайшее торговое представительство корпорации Tektronix.

Важная информация по безопасности

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

Для безопасного выполнения обслуживания прибора изучите *Правила техники безопасности при обслуживании*, которые следуют за разделом *Общие правила техники безопасности*.

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.

Прибором следует пользоваться в соответствии с местными и национальными нормами и правилами.

Для правильной и безопасной эксплуатации прибора важно соблюдать не только приведённые в настоящем руководстве указания, но и общепринятые методы обеспечения безопасности.

Прибор предназначен для использования только обученным персоналом.

Снимать крышку для ремонта, технического обслуживания или регулировки разрешается только квалифицированным специалистам, осведомлённым об источниках опасности в приборе.

Перед каждым использованием проверяйте прибор с помощью известного источника, чтобы убедиться в его исправности.

Этот прибор не предназначен для обнаружения опасных напряжений.

Пожарная безопасность и предотвращение травм

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 используйте прибор при наличии сомнений в его исправности. Если есть сомнения в исправности прибора, следует выполнить диагностику прибора с привлечением квалифицированного специалиста по техническому обслуживанию.

Отключите повреждённый прибор. Использование повреждённого или неправильно работающего прибора не допускается. При наличии сомнений в безопасности прибора выключите его и отсоедините шнур питания. Нанесите на прибор чёткую маркировку для предотвращения его дальнейшей эксплуатации.

Осмотрите прибор перед использованием. Убедитесь в отсутствии повреждений и наличии всех комплектующих изделий.

Используйте только рекомендованные сменные комплектующие изделия.

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.

Правила техники безопасности при обслуживании

Раздел «*Правила техники безопасности при обслуживании*» содержит дополнительную информацию о безопасном обслуживании изделия. Обслуживание прибора следует поручать только квалифицированным специалистам. Перед проведением работ по обслуживанию ознакомьтесь с настоящими «*Правилами техники безопасности при обслуживании*» и с «*Общими правилами техники безопасности*».

Не выполняйте работы по обслуживанию в одиночку. При выполнении работ по обслуживанию или настройке внутри прибора рядом должен находиться напарник, способный оказать первую помощь и выполнить реанимационные мероприятия.

Проверка безопасности изделия после ремонта. По завершении ремонта всегда проверяйте целостность цепи заземления и электрическую прочность изоляции.

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, наносимые на изделие



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 настоящем разделе перечислены природоохранные стандарты, которым соответствует данный прибор.

Запросы по приведённой ниже информации о соответствии прибора можно направлять по следующему адресу:

Tektronix, Inc. PO Box 500, MS 19-045
Beaverton, OR 97077, США
www.tek.com

Соответствие требованиям по защите окружающей среды

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

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).

Предисловие

В настоящем руководстве приводится описание установки, эксплуатации и технического обслуживания оптических пробников DPO70E1 с полосой пропускания 33 ГГц и DPO70E2 с полосой пропускания 59 ГГц при использовании с любыми моделями осциллографов DPO/MSO70000 C/DX/SX.

Структура руководства

Руководство состоит из следующих глав:

- В разделе *Начало работы* описана установка и настройка оптического модуля.
- В разделе *Основные операции*: приводится описание управления модулем с использованием передней панели и интерфейса пользователя прибора.
- В разделе *Справочные данные* приводятся сведения об оптической полосе пропускания, характеристики эталонного оптического приёмника (Optical Reference Receiver, ORR) и номинальные значения параметров.
- В *Приложении А* приводится описание команд программного интерфейса (PI).

Где найти дополнительные сведения

Пробники серии DPO70E используются в составе большей измерительной системы. Настройки измерений, калибровки и другие настройки устанавливаются при помощи элементов управления основного прибора.

Сведения о настройке, выполнении измерений, характеристиках прибора, программных командах и методах контроля эксплуатационных характеристик размещены в справочной системе (Help) и документации на осциллограф. Последние версии этих документов можно загрузить с веб-сайта Tektronix (www.tek.com/product-support).

Полезная информация	Документ	Местонахождение
В настоящем документе математически объясняется связь между оптической и электрической полосой пропускания, а также приводятся основные положения, необходимые для понимания и правильного расчёта оптических и электрических полос пропускания оптических каналов	<i>Требования к оптической полосе пропускания при тестировании сигналов NRZ и PAM4</i>	https://www.tek.com/search?keywords=PAM4&type%5B0%5D=type%3Adocument
Порядок подготовки к измерениям для подтверждения соответствия стандартам 100G	<i>Тестирование физического уровня систем передачи данных 100 Гбит/с</i>	
Приложение DPOJET помогает достичь новых уровней производительности, эффективности и надёжности измерений при тестировании сложных тактовых, цифровых сигналов, а также сигналов последовательных данных. В документе подробно описывается порядок использования приложения DPOJET	Руководство пользователя приложения DPOJET для анализа джиттера, шума и глазковых диаграмм	Файл в формате PDF на странице www.tek.com/manuals ; а также справочная система (Help) в приложении
При помощи программного обеспечения PAM4 Analysis, использующего приложение DPOJET и дополнительные ресурсы, можно измерять напряжение, временные характеристики, а также отображать и анализировать глазковые диаграммы выбранного сигнала. В документе подробно описывается порядок использования приложения PAM4	Руководство пользователя ПО для анализа сигналов PAM4	Файл в формате PDF на странице www.tek.com/manuals ; а также справочная система (Help) в приложении
Порядок установки и эксплуатации осциллографов серии MSO/DPO70000	Базовое руководство пользователя осциллографа серии MSO/DPO70000	Печатная версия документа входит в комплект поставки прибора, файл в формате PDF размещён на странице www.tek.com/manuals

Полезная информация	Документ	Местонахождение
Порядок установки и эксплуатации осциллографов серии MSO/DPO70000	Базовое руководство пользователя осциллографа серии DPO70000SX	Печатная версия документа входит в комплект поставки прибора; файл в формате PDF размещён на странице www.tek.com/manuals
Справочное руководство содержит все характеристики продукта. Описываются процедуры проверки эксплуатационных характеристик на соответствие гарантированным техническим характеристикам	Справочник по техническим характеристикам и проверке работоспособности пробника DPO70E	Документ в формате PDF на странице www.tek.com/manuals
В документе описываются запоминающие устройства, установленные в этот прибор, а также процедуры чистки и демонтажа	Руководство по рассекречиванию и безопасности данных пробника DPO70E	Документ в формате PDF на странице www.tek.com/manuals

Начало работы

В настоящем разделе приводится описание оптических пробников серии DPO70E и информация о возможностях использования, опциях, аксессуарах и рекомендованном ПО.

Описание прибора

В настоящее время предлагаются следующие оптические пробники серии DPO70E:

- DPO70E1 с полосой 33 ГГц
- DPO70E2 с полосой 59 ГГц

Пробник серии DPO70E – это широкополосный оптический пробник с низким уровнем шумов, который можно использовать в качестве эталонного оптического приёмника высокоскоростных последовательных сигналов данных (применяя для ORR выбираемые фильтры Бесселя-Томсона) или как обычный оптоэлектронный преобразователь для регистрации широкополосных оптических сигналов. Пробники серии DPO70E, подключаемые к осциллографам Tektronix моделей DPO/MSO70000 C/DX/SX оптическими соединителями FC/PC или FC/APC, обеспечивают возможность тестирования высокоскоростных оптических сигналов.

Пробники серии DPO70E предназначены для использования в качестве контрольно-измерительных инструментов при определении общих характеристик сверхбыстрых оптических сигналов и проведении испытаний для подтверждения соответствия параметров физического уровня оптических сигналов во временной области при исключительно высокой скорости передачи данных, например сигналов электросвязи или передачи данных со скоростью 100 Гбит/с (DPO70E1) и 400 Гбит/с (DPO70E2).

Пробники серии DPO70E можно использовать с каналами АТІ с полосой 50 ГГц и выше приборов DPO70000SX, имеющих достаточную ширину полосы пропускания для обеспечения гладкой АЧХ Бесселя-Томсона для сигналов со скоростями до 28 Гбод. Пробники DPO70E2, подключённые к каналам АТІ с полосой 70 ГГц осциллографа DPO70000SX, обеспечивают гладкую АЧХ Бесселя-Томсона для сигналов РАМ4 со скоростями до 53 Гбод.

Пробники серии DPO70E оснащены интерфейсом TekConnect, что позволяет подключать их к любой модели осциллографа DPO/MSO70000 C/DX/SX. При подключении к каналам TekConnect пробники серии DPO70E работают с полосой пропускания до 33 ГГц. При подключении к каналам АТІ пробники DPO70E1 имеют электрическую полосу пропускания до 42 ГГц, а пробники DPO70E2 – электрическую полосу пропускания до 59 ГГц.



Рис. 1: Оптический пробник серии DPO70E со съёмным модулем, присоединяемым к носителю



Рис. 2: Оптический пробник DPO70E со съёмным модулем, отсоединённым от носителя

Оптические сигналы можно также регистрировать на более широкополосном канале АТІ, отсоединив съёмный модуль DPO70E от носителя и подключив его радиочастотный выход к входному соединителю 1,85 мм канала АТІ осциллографа. При регистрации сигналов на широкополосных каналах АТІ фаза остаётся линейной во всей полосе пропускания канала. Это позволило использовать истинный эталонный оптический приёмник (ORR) с качественными фильтрами для сигналов со скоростью до 28 Гбод в пробнике DPO70E1, где требуется управляемая электрическая АЧХ до 42 ГГц, и для сигналов PAM4 со скоростью до 53 Гбит/с в пробнике DPO70E2.

Пробник серии DPO70E поддерживает конфигурацию оборудования, включающую несколько пробников, и совместим либо с одним каналом АТІ, либо с каналами с интерфейсами TekConnect. Такая универсальность обеспечивает совместимость указанных оптических пробников со всеми моделями осциллографов серий DPO7000SX, MSO/DPO7000DX и MSO/DPO7000C.



Рис. 3: Пробник серии DPO70E поддерживает несколько оптических входов и конфигурацию с несколькими пробниками

Основные функции

Конфигурация всех оптических пробников серии DPO70E выбирается по требованиям пользователя, широкополосные оптические модули регистрации сигналов могут быть использованы в самых разных контрольно-измерительных приборах и системах.

Основные функции пробников DPO70E1:

- Регистрация оптических сигналов в реальном времени в широкой полосе частот в диапазоне длин волн от 750 до 1650 нм
- Калиброванный масштаб по вертикали для излучения 850 нм, 1310 нм и 1550 нм
- Два возможных варианта подключения: к TekConnect или к АТТ
- Электрическая полоса пропускания до 33 ГГц с коррекцией с использованием цифровой обработки сигналов на каналах TekConnect
- Электрическая полоса пропускания до 42 ГГц с коррекцией с использованием цифровой обработки сигналов на каналах АТТ
- Совместимость входа с одномодовыми и многомодовыми (50 мкм) оптическими кабелями
- Варианты исполнения входных соединителей: FC/PC и FC/APC
- Измеренные уникальные для каждого пробника S-параметры для создания оптимального DSP-фильтра (с цифровой обработкой сигнала) для каждой пары преобразователь-канал
- Прецизионные фильтры эталонного оптического приёмника (ORR) сигналов со скоростями до 25 Гбод, 26 Гбод и 28 Гбод, соответствующих стандартам волоконно-оптической связи (100Gigabit Ethernet, OTU4(x4), 32GFibreChannel)
- До 4 оптических входов на одном осциллографе серий DPO70000C/DX/SX

Основные функции пробников DPO70E2:

- Регистрация оптических сигналов в реальном времени в широкой полосе частот в диапазоне длин волн от 1200 до 1650 нм
- Калиброванный масштаб по вертикали для излучения 1310 нм и 1550 нм
- Два возможных варианта подключения: к TekConnect или к АТТ
- Электрическая полоса пропускания до 33 ГГц с коррекцией с использованием цифровой обработки сигналов на каналах TekConnect
- Электрическая полоса пропускания до 59 ГГц с коррекцией с использованием цифровой обработки сигналов на каналах АТТ
- Совместимость входа с одномодовыми (9 мкм) оптическими кабелями
- Варианты исполнения входных соединителей: FC/PC и FC/APC
- Измеренные уникальные для каждого пробника S-параметры для создания оптимального DSP-фильтра (с цифровой обработкой сигнала) для каждой пары преобразователь-канал
- Прецизионные фильтры эталонного оптического приёмника (ORR) сигналов со скоростями до 25 Гбод, 26 Гбод, 28 Гбод и 53 Гбод,

соответствующих стандартам волоконно-оптической связи (100Gigabit Ethernet, OTU4(x4), 32GFibreChannel)

- До 4 оптических входов на одном осциллографе серий DPO70000C/DX/SX

Варианты исполнения и принадлежности

Опции приборов Для данных приборов предлагаются следующие опции:

ПРИМЕЧАНИЕ. Тип входного оптического соединителя можно выбрать из следующего списка обязательных взаимоисключающих типов. При заказе оптического пробника серии DPO700E необходимо указывать один из этих типов.

Опция	Описание
FC/APC ¹	Входной оптический соединитель FC/APC (обычно используется при проведении исследовательских работ)
FC/PC	Входной оптический соединитель FC/PC (обычно используется в оборудовании сетей и центров обработки данных)

Стандартные принадлежности

В стандартную поставку прибора входят следующие принадлежности:

Принадлежность	Номер по каталогу Tektronix
Жёсткий футляр (см. Рис. 4: Жёсткий футляр на странице 6)	024-0018-xx
Руководство по эксплуатации (англ.)	071-3558-xx
Комплект для чистки оптических соединителей	006-8217-xx
Поддерживающая скоба для входа AT1	407-6082-xx
Сертификат прослеживаемой калибровки	Н/П
Годовая гарантия	Н/П

¹ Опция FC/APC позволяет пробнику эффективно (с минимальными потерями) работать в следующем диапазоне длин волн: для DPO700E1 от 1260 до 1650 нм; для DPO700E2 от 1200 до 1650 нм.

Дополнительные принадлежности

Доступны следующие дополнительные принадлежности:

Принадлежность	Номер по каталогу Tektronix
Приспособление для чистки оптики	006-8327-xx



Рис. 4: Жёсткий футляр

Необходимое и рекомендуемое программное обеспечение осциллографа

Требуемая версия программного обеспечения осциллографа

Оптические пробники серии DPO70E совместимы со всеми моделями осциллографов серий DPO7000SX, MSO/DPO7000DX и MSO/DPO7000C. Для работы с пробником в осциллографе должно быть установлена микропрограмма одной из следующих версий:

- **для моделей осциллографов с полосой 70 ГГц:** версия 10.8.0 или более поздняя;
- **для всех остальных моделей осциллографов:** версия 10.8.1 или более поздняя.

Рекомендуемое прикладное программное обеспечение осциллографа

Оптические пробники серии DPO70E позволяют выполнять углублённый анализ сигналов PAM4 и PAM2 (NRZ) при помощи устанавливаемого в осциллограф программного пакета DPOJET для анализа джиттера и глазковых диаграмм и модуля PAM4 Analysis для анализа сигналов PAM4.

Прикладное ПО	Описание
PAM4-O	Оптические измерения сигналов PAM4
DJA	Пакет DPOJET для анализа джиттера и глазковых диаграмм с измерениями сигналов PAM4
DJAN	Пакет DPOJET для анализа джиттера и глазковых диаграмм с выделением вертикального шума
SDLA	Анализ сигналов последовательных шин передачи данных

Установка

Электростатический разряд

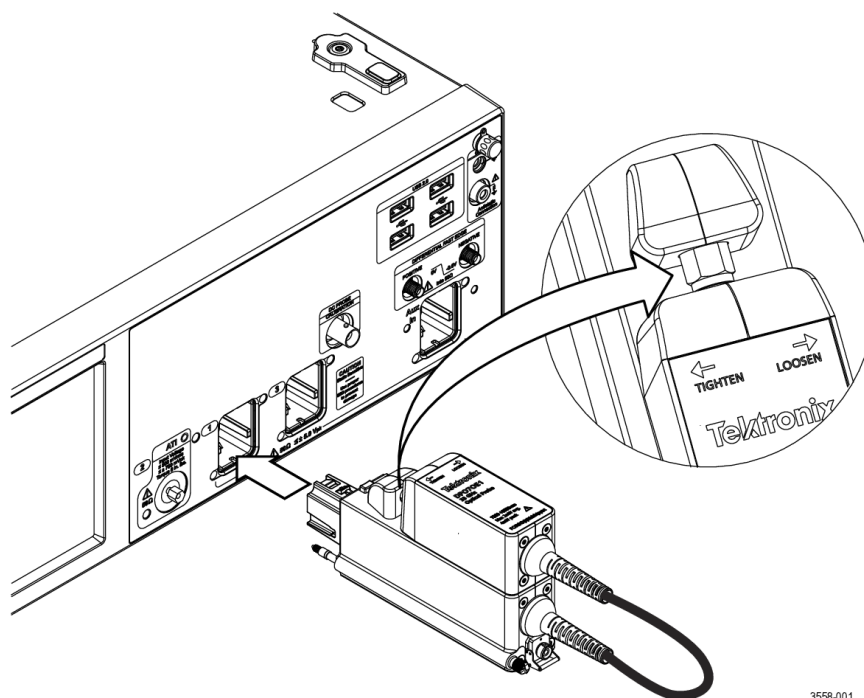
Во избежание повреждения основного прибора и оптических модулей электростатическим разрядом следует соблюдать меры предосторожности, описанные в настоящем руководстве по эксплуатации и в сопроводительных руководствах к прибору.



ОСТОРОЖНО. Электрические цепи оптического модуля весьма подвержены повреждению электростатическим разрядом или сигналами, вызывающими перегрузку. Убедитесь в том, что модуль используется в рабочей обстановке с надлежащими мерами безопасности и контроля статического электричества (заземлённая рабочая поверхность стола, используются антистатический браслет и резиновый коврик, а также работает ионизатор воздуха). Перед присоединением кабелей к радиочастотному выходу пробника серии DPO70E следует обеспечить сток возможно накопленного в электрических кабелях электростатического заряда на землю.

Установка пробника TekConnect

Следующая процедура описывает порядок подсоединения пробника серии DPO70E к осциллографу.



3558-001

Рис. 5: Подключение пробника серии DPO70E к осциллографу

1. Извлеките пробник из жёсткого футляра.
2. При необходимости установки съёмного модуля на носитель пробника:
 - a. Поместите съёмный модуль в прорезь на верхней части носителя пробника и сдвиньте съёмный модуль вперёд.
 - b. В соответствии с указаниями на корпусе затяните гайку съёмного модуля в направлении против движения часовой стрелки с помощью динамометрического ключа с заданным моментом 0,9 н·м.



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждения пробника не превышайте момент затягивания электрического соединителя съёмного модуля.

3. Вставьте пробник в осциллограф.
4. Затяните винт-барашек на задней стороне пробника для фиксации пробника к осциллографу.

Как только пробник будет подключён к осциллографу, система обнаружит пробник автоматически.

Установка на канал АТІ

В следующей процедуре описан порядок подсоединения съёмного модуля пробника серии DPO70E к каналу АТІ осциллографа.

Перед подсоединением съёмного модуля пробника к каналу АТІ осциллографа подключите пробник к каналу 1 TekConnect. См. [Установка пробника TekConnect](#) на странице 8.

1. Перед отсоединением съёмного модуля от носителя пробника установите поддерживающую скобу на соединитель канала АТІ осциллографа.

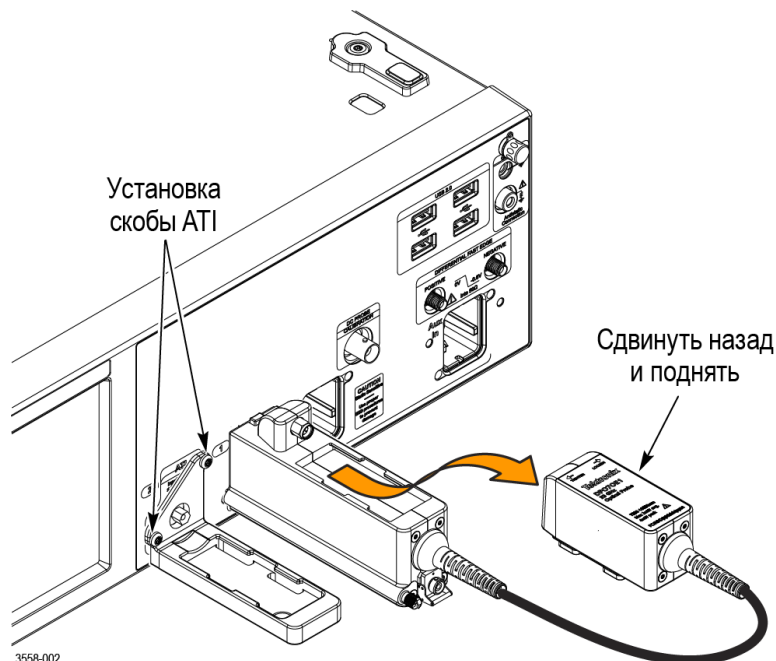


Рис. 6: Присоединение поддерживающей скобы АТІ и отделение съёмного модуля от носителя пробника

2. Используйте динамометрический ключ с установленным моментом 0,9 н·м для откручивания по часовой стрелке гайки съёмного модуля на пробнике (вправо). Указания по откручиванию и затягиванию гайки приведены на маркировке пробника.



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждения пробника или входного соединителя АТІ осциллографа не затягивайте чрезмерно электрический соединитель съёмного модуля.

3. Для отсоединения съёмного модуля гайку следует вращать в направлении движения часовой стрелки (вправо).
4. Снимите съёмный модуль, слегка сдвигая его назад по направлению к себе, после чего поднимите его вверх.

5. Поместите съёмный модуль в направляющую на верхней части скобы АТІ и сдвиньте его вперёд.

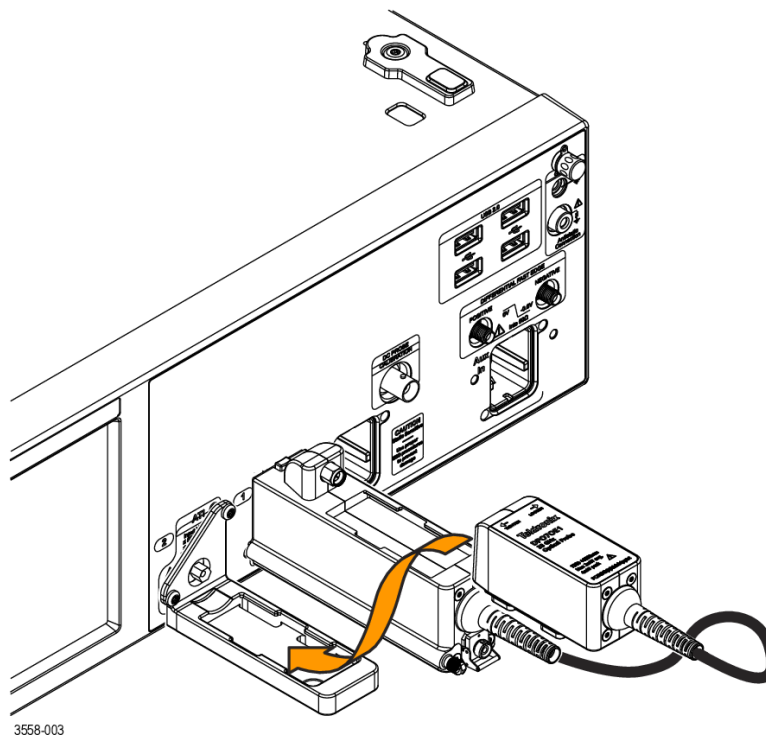


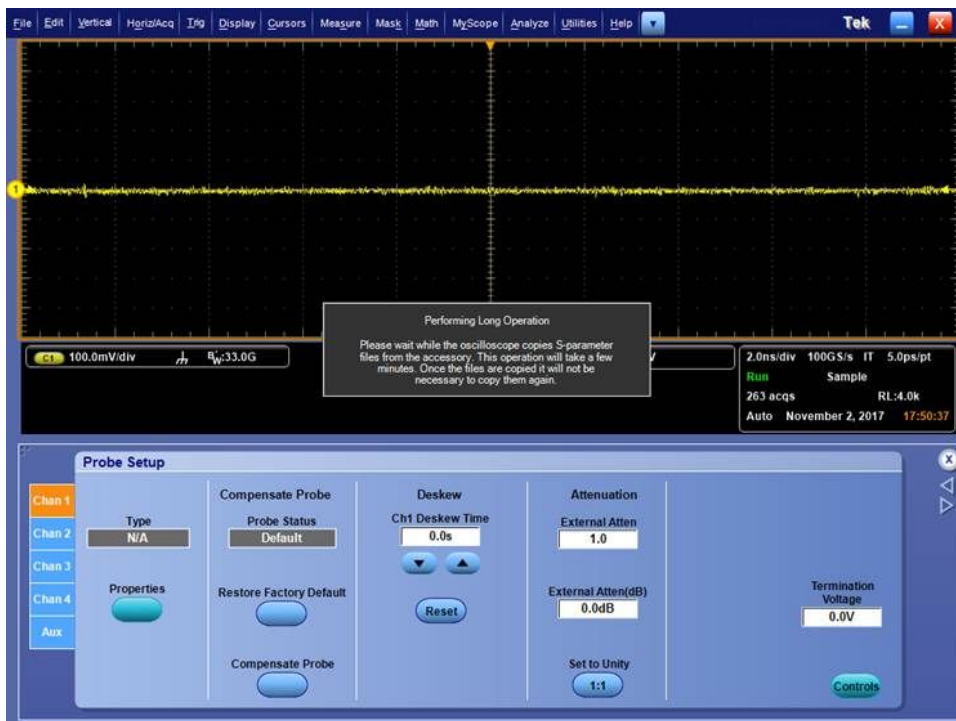
Рис. 7: Присоединение съёмного модуля к поддерживающей скобе АТІ

6. Затяните гайку съёмного модуля в направлении против движения часовой стрелки (влево) с помощью динамометрического ключа с установленным моментом 0,9 н·м для фиксации съёмного модуля на поддерживающей скобе АТІ.

Как только съёмный модуль будет подключён к осциллографу, система обнаружит пробник автоматически.

Проверка работоспособности при первоначальном включении

1. При первом подключении пробника серии DPO70E к осциллографу серии 70000 измеренные S-параметры копируются из внутренней памяти пробника для создания задаваемых пользователем корректирующих фильтров. При выполнении этого процесса на экран выводится сообщение, указанное на следующем рисунке. Выполнение этой операции может занять более минуты.



2. По завершении процесса сообщение исчезает с экрана.

Следует убедиться в появлении указанного сообщения при первом подключении пробника к прибору.

3. Номер модели и заводской номер пробника можно проверить в окне Probe Properties (Свойства пробника), доступном из меню Probe Setup (Настройки пробника).



4. Подключите пробник к прибору.
5. Выберите опции **Vertical > Probe Cal** (По вертикали > Калибровка пробника), чтобы открыть экран Probe Setup (Настройки пробника). Выберите вкладку канала, к которому присоединён пробник.
6. Нажмите кнопку **Properties** (Свойства).
Отобразится окно Probe Properties (Свойства пробника).
7. Проверьте номер модели и заводской номер пробника.

Основные операции

В настоящем разделе представлены основные сведения, необходимые для подключения и эксплуатации оптических пробников серии DPO70E.

Безопасность при эксплуатации и работа с пробником

Для получения дополнительной информации по безопасности обратитесь к разделу *Важная информация по безопасности* в начале настоящего руководства.



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждения оптического пробника следует применять меры предосторожности:

Не роняйте пробник, это может вызвать повреждение и смещение оптической фотодиодной сборки. В перерывах между использованием пробника храните пробник в безопасном месте, например, в прочном футляре, в котором поставляется пробник.

Во избежание повреждения радиочастотных соединителей зафиксируйте съемный модуль на носителе перед помещением пробника на хранение.

В перерывах между использованием пробника навинчивайте защитный колпачок на входной соединитель.

Не допускайте раздавливания, скручивания или изгиба под острым углом волоконно-оптического кабеля.

Не тяните и не допускайте рывков волоконно-оптического кабеля.

Во избежание потерь мощности оптического излучения или повреждения оптических соединителей постоянно содержите соединители в чистоте. Убедитесь в чистоте всех соединителей и защитных колпачков перед присоединением к пробнику. См. [Чистка оптических соединителей](#) на странице 19.

Подача оптических сигналов на пробник

В настоящей процедуре описан метод присоединения волоконно-оптического кабеля к пробнику серии DPO70E.

К оптоэлектронному преобразователю пробника можно подключиться через оптический вход с соединителем типа FC волоконно-оптическим кабелем с диаметром сердцевины до 50 мкм для пробника DPO70E1 или с диаметром сердцевины до 9 мкм для пробника DPO70E2.

Перед подключением выполните чистку всех оптических соединителей. Загрязнение торцов оптических соединителей является основной причиной неполадок в оптических системах. Из-за загрязнения могут возникнуть вносимые потери и отражения, ухудшающие передачу оптических сигналов. Поскольку загрязнения могут привести к появлению проблем до, во время и после сертификационных испытаний оптоволоконна, а также переноситься с одного торца оптического соединителя на другой при подсоединении, перед каждым подключением необходимо обязательно очищать и инспектировать торцы всех соединителей. Кроме того, подсоединение загрязнённых оптических соединителей может стать причиной необратимого повреждения из-за раздавливания микроскопических частиц загрязнений между торцами при физическом контакте. Для проверки торцов на отсутствие загрязнений перед подключением кабелей рекомендуется пользоваться волоконно-оптическим видеоскопом. См. *Чистка оптических соединителей* на странице 19.



ОСТОРОЖНО. Для поддержания оптимальных значений параметров (низкого уровня потерь на отражение) подключите вход оптоэлектронного преобразователя и тестируемое устройство через адаптер и соединительный кабель. При подключении к другим устройствам оставляйте адаптер и кабель в прежнем положении во избежание преждевременного износа оптического соединителя оптоэлектронного преобразователя.

Соединители FC/PC не взаимозаменяемы с соединителями FC/APC. В случае замены это может привести к повреждению оптического входа пробника.

При подключении оптического волокна с диаметром, превышающим предельное значение для используемой модели пробника, оптоэлектронный преобразователь может принимать оптическое излучение, но работать с меньшим коэффициентом преобразования из-за несоответствия диаметра сердцевины.

Пробник следует подключать к осциллографу до присоединения волоконно-оптического кабеля к пробнику. См. [Установка пробника TekConnect](#) на странице 8. См. [Установка на канал АТІ](#) на странице 10.

1. Открутите металлический колпачок, закрывающий гнездо оптического входа пробника.
2. Расположите ключ оптического соединителя или адаптера соосно с входным гнездом пробника, а затем аккуратно вставьте соединитель кабеля или адаптер в соединительную центрирующую втулку до отказа.

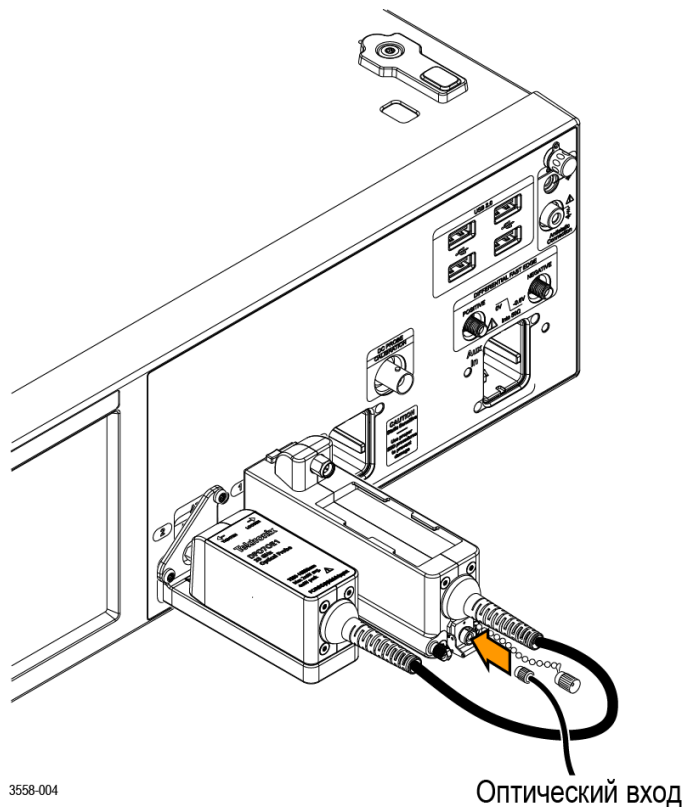


Рис. 8: Подключение входного оптического кабеля к пробнику

3. Усилий пальца надёжно зафиксируйте соединитель кабеля или корпус адаптера.

После подключения оптического кабеля к пробнику осциллограф готов для выполнения измерений параметров сигнала в кабеле.

Ослабление оптических сигналов

Для поддержания оптической мощности входного сигнала в допустимых пределах может потребоваться ослабление оптического сигнала.



ОСТОРОЖНО. Следите за тем, чтобы максимальные уровни мощности сигналов не превышали пиковых значений, указанных в следующей таблице. Во избежание повреждения оптического входа модуля следует ослабить входной оптический сигнал до значения ниже паспортного *Absolute Maximum Nondestructive Optical Input* (Абсолютная максимальная безопасная мощность входного оптического сигнала). Для поддержания значений в рабочем интервале и избежания ограничения необходимо, руководствуясь следующей таблицей, установить максимальные уровни оптических входных сигналов:

Таблица 1: Абсолютная максимальная безопасная мощность входного оптического сигнала

Модель	Средний	Пиковый
DPO70E1	4 мВт	8 мВт
DPO70E2	2 мВт	5 мВт

ПРИМЕЧАНИЕ. Сигналы могут выходить за пределы динамического диапазона пробника без отображения такого выхода на экране, поскольку превышенный выходной сигнал фотодетектора может оставаться в пределах динамического диапазона электрического канала осциллографа.

Взаимодействие систем

Оптический пробник является частью обширной приборной системы. Большинство функций оптического пробника управляются автоматически из основного прибора. В их число входят такие функции, как регулирование чувствительности по вертикали и выбор частоты дискретизации по горизонтали. Непосредственное управление этими параметрами не требуется; они изменяются в зависимости от конкретных задач, решаемых при помощи основного прибора.

Дополнительная функция оптического модуля, которой управляют с помощью основного прибора, — ослабление во внешнем канале. Поле External Attenuation (Внешнее ослабление) позволяет ввести число, характеризующее любое внешнее ослабление сигнала в канале.

Чистка оптических соединителей

Для поддержания пробника DPO70E в нормальном рабочем состоянии необходимо соблюдать правила чистки и работы с прибором. Небольшие частицы пыли и масел могут легко загрязнить оптические соединители, что приведет к ослаблению или блокировке оптического сигнала. Следует поддерживать чистоту и сохранность соединителей, содержать их в чистоте.



ОСТОРОЖНО. Для предотвращения снижения мощности оптического излучения или во избежание повреждения волоконно-оптических соединителей следует постоянно содержать соединители в чистоте.

Чистку соединителей с помощью ватного тампона следует выполнять плавными круговыми движениями. Применяйте только высококачественные или рекомендуемые чистящие небразивные материалы, не оставляющие следов.

Для уменьшения потребности в чистке надевайте защитные колпачки на оптические соединители непосредственно после использования.

**Необходимые
расходные материалы**

Используйте следующие расходные материалы для чистки оптических соединителей:

- Сухой очищенный от пыли сжатый воздух (такой, как в продуктах Tektronix, номер по каталогу 118-1068-xx)
- Кассета с материалом для чистки (например, FI-6270) и/или дозатор чистящей ленты компании FIS (например, FI-7111)
- Ёрш для чистки трубок

Процедура чистки

Для удаления загрязнений и очистки волоконно-оптических соединителей выполняют следующую процедуру:



ОСТОРОЖНО. Очистить оболочку и оконечную торцевую поверхность сухим ленточным материалом (из кассеты или устройства дозирования ленты).

1. Извлечь соединитель JAE из пробника:
 - a. Открутить металлический пылезащитный колпачок с оптического соединителя.



Рис. 9: Снятие металлического пылезащитного колпачка с оптического соединителя

- b. Поднять фиксатор соединителя JAE и вытянуть соединитель наружу из пробника. Это обнажит торцевую поверхность волоконной вилки позади соединителя JAE.

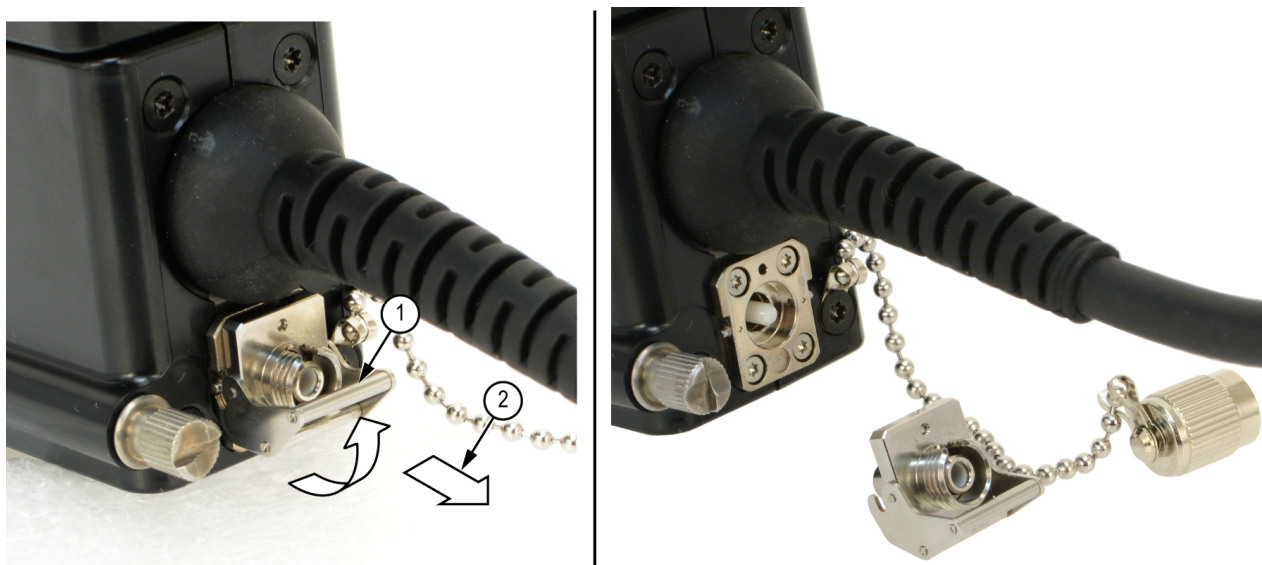


Рис. 10: Извлечение соединителя JAE из пробника

- 2. Очистить загрязнения внутренней стенки полости в направляющей трубке оболочки внутри соединителя:
 - a. Используйте баллон со сжатым воздухом для очистки входной розетки соединителя JAE по всей длине.
 - b. Используйте ёрш для чистки трубок для очистки внутренних поверхностей соединителя JAE.



Рис. 11: Чистка соединителя JAE



ОСТОРОЖНО. Не вдуйте сжатый воздух во входное отверстие розетки соединителя JAE, когда он установлен на модуле.

3. Продвиньте чистящий материал в кассете или дозаторе ленты до появления чистой неиспользованной части сухой чистящей поверхности без волокон.
4. Легким движением проведите небольшим отрезком (сантиметр или два) чистого сухого чистящего материала по торцевой поверхности вилки волоконного входа.
5. Установите соединитель JAE на очищенную заднюю торцевую поверхность волокна. При корректной установке соединителя защёлка фиксируется в надлежащем положении.
6. Когда волоконно-оптический кабель не подключён ко входу (входам) модуля, на гнездо оптического входа следует надевать металлический пылезащитный колпачок во избежание попадания в гнездо присутствующих в воздухе загрязнений.
7. Торцевые поверхности волоконно-оптического кабеля или другого устройства перед подключением ко входному соединителю JAE необходимо очищать при помощи чистящего материала.

ПРИМЕЧАНИЕ. *Очистку торцов подключаемых на входы волоконно-оптических кабелей или устройств выполняют аналогичным способом.*

Чистка внешних поверхностей пробника

Корпус модуля не пропускает пыль внутрь, модуль не следует открывать. Перед выполнением очистки внешней поверхности пробника отключите пробник от осциллографа.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. *Во избежание получения травм перед выполнением любой очистки отключите питание осциллографа и отсоедините его от сети электроснабжения.*

Очистка внешних поверхностей носителя и съемного модуля выполняется сухой не оставляющей волокон тканью или щеткой из мягкой щетины. Удалить оставшееся загрязнение можно влажной тканью или щеткой, смоченной в 75 % растворе изопропилового спирта. Для очистки узких мест вокруг соединителей используйте щётку. Не допускайте попадания влаги внутрь пробника. Не используйте абразивные составы для очистки корпуса пробника, этим можно повредить корпус.



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждения пробника не используйте химических чистящих средств, они могут нанести вред пластмассовым частям пробника. При использовании для очистки 75 % раствора изопропилового спирта остатки раствора следует удалять деионизированной водой. Перед использованием чистящих средств других типов проконсультируйтесь с представителем или центром обслуживания Tektronix.

Не открывайте корпус пробника. В пробнике отсутствуют обслуживаемые потребителем компоненты, и выполнение очистки внутри корпуса не требуется.

Настройка пробника

Для пробника предлагаются две опции, которые устанавливаются только в заводских условиях и определяют оптический интерфейс и диапазон оптических длин волн прибора:

DPO70E1:

- **Опция FC/PC:** используется соединитель FC/PC, в который заводится жила многомодового оптического волокна с диаметром 50 мкм. Это волокно соединено сваркой с жилой диаметром 50 мкм многомодового оптического волокна, сочлененного с фотодиодом оптоэлектронного преобразователя. В этом исполнении рабочий диапазон длин волн пробника DPO70E1 составляет от 750 до 1650 нм.
- **Опция FC/APC:** используется соединитель FC/APC, создающий интерфейс с угловым физическим контактом для уменьшения оптических возвратных потерь на отражение от сочленения в соединителе. Этот тип интерфейса доступен только с одномодовыми волоконными полувилками, что ограничивает используемый диапазон длин волн DPO70E1 интервалом от 1260 до 1650 нм.

DPO70E2:

- **Опция FC/PC:** используется соединитель FC/PC, в который заводится жила многомодового оптического волокна с диаметром 9 мкм. Это волокно соединено сваркой с жилой диаметром 9 мкм многомодового оптического волокна, сочлененного с фотодиодом оптоэлектронного

преобразователя. В этом исполнении рабочий диапазон длин волн пробника DPO7OE2 составляет от 1200 до 1650 нм.

- **Опция FC/APC:** используется соединитель FC/APC, создающий интерфейс с угловым физическим контактом для уменьшения оптических возвратных потерь на отражение от сочленения в соединителе. Этот тип интерфейса доступен только с одномодовыми волоконными полувилками, что ограничивает используемый диапазон длин волн DPO7OE2 интервалом от 1200 до 1650 нм.

Следующие процедуры описывают процесс настройки оптического пробника с использованием интерфейса TekConnect. Процедура настройки с интерфейсом AT1 аналогична за исключением номера канала и другой ширины доступной полосы пропускания.

**Краткое описание
процедуры настройки**

Перед выполнением измерений при помощи пробника, следует выполнить следующие действия:

1. Установите пробник в осциллограф.
2. Выберите опции **Vertical > Vertical Setup** (По вертикали > Настройки по вертикали), чтобы открыть экран Vertical Setup (Настройки по вертикали). См. *Настройки по вертикали* на странице 26.
3. На осциллографе выберите канал, к которому подключен пробник.
4. Нажмите элемент **Probe Cal** (Калибровка пробника) для отображения экрана Probe Setup (Настройки пробника). См. *Настройки пробника Probe Setup* на странице 34.
5. Выберите длину волны измеряемого сигнала. При необходимости, введите дополнительное значение длины волны.
6. Выполните компенсацию сигнального тракта (SPC), чтобы обеспечить максимальную точность измерений. См. *Компенсация искажений сигнального тракта* на странице 38.
7. Выполните калибровку уровня тёмного (Dark Cal) для компенсации любой ошибки смещения по постоянному току, вызванной током утечки фотодиода; этот ток обычно называют темновым током. См. *Компенсация уровня тёмного* на странице 38.
8. Присоедините оптический входной сигнальный кабель к пробнику DPO70E.
9. Выберите требуемую настройку Frequency Response (АЧХ).
10. На экране Vertical Setup (Настройки по вертикали) проверьте, правильно ли установлены настройки Termination (Согласованная нагрузка), Coupling (Тип входа) и Bandwidth (Полоса пропускания).
11. Воспользуйтесь настройками Position (Положение), Scale (Масштаб), Offset (Смещение), Invert (Инверсия) и Vertical Zoom (Масштаб по вертикали) для получения требуемого вида осциллограммы.
12. При помощи кнопок Deskew (Компенсация задержки) и Attenuation (Ослабление) выполняется компенсация задержки распространения сигнала в кабелях разной длины и при разных сочетаниях пробников, а также для установка коэффициентов ослабления или усиления для различных сигналов и входных каналов.

Настройки по вертикали

В настоящем разделе описываются настройки на экране Vertical Setup (Настройки по вертикали). Для отображения экрана Vertical Setup (Настройки по вертикали) для пробника выберите опции **Vertical > Vertical Setup** (По вертикали > Настройки по вертикали), а затем канал осциллографа, к которому подключён пробник.

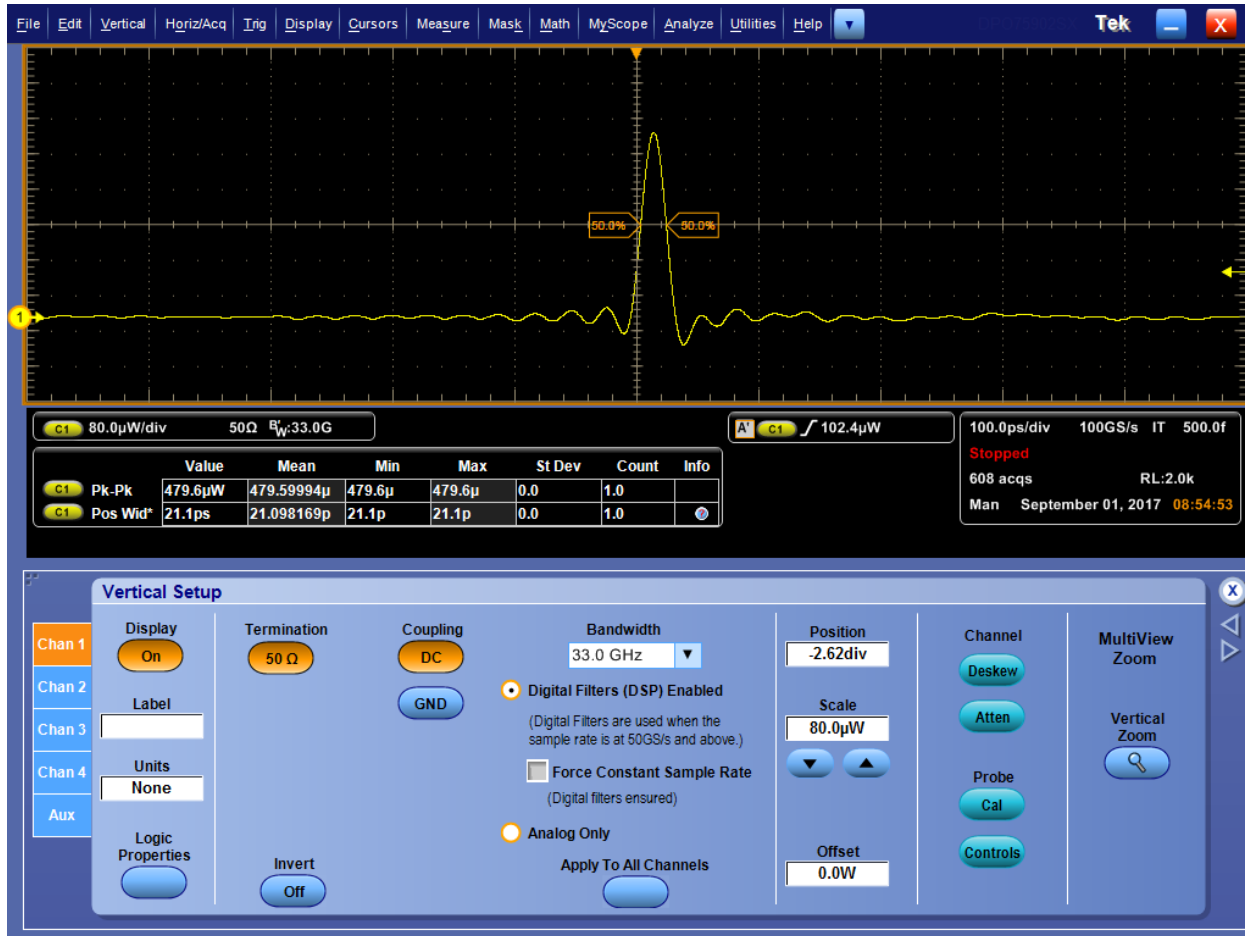


Рис. 12: Экран Vertical Setup (Настройки по вертикали)

- **Display** (Дисплей). Нажмите на кнопку Display (Дисплей) для включения или отключения отображения осциллограммы сигнала на канале.
- **Label** (Метка). В поле Label (Метка) сигналу можно присвоить метку, выполнив следующие шаги:
 1. Нажмите на поле Label (Метка), а затем при помощи всплывающей клавиатуры введите значение метки для выбранного сигнала.
 2. Нажмите последовательно на поля X Position (Положение по горизонтали) и Y Position (Положение по вертикали) для их активирования.
 3. С помощью многофункциональных ручек (Multipurpose knobs) настройте положение метки на координатной сетке. Метку можно разместить в любом месте экрана, нажав на неё и перетаскив в требуемое положение.

- **Units** (Единицы измерения). Нажмите на поле Units (Единицы измерения) и выберите пользовательские единицы измерения по вертикали для отображаемого сигнала.
- **Logic Properties** (Логические свойства). Если необходимо установить пороговое значение (значения) напряжения для каналов K1–K4 (электрические сигналы) и каналов M1–M4 (математические сигналы) для последующего использования их в качестве цифровых и объединения в шину, нажмите на кнопку Logic Properties (Логические свойства).
- **Termination** (Согласованная нагрузка). В кнопке Termination (Согласованная нагрузка) отображается значение согласованного сопротивления входа, автоматически устанавливаемого осциллографом.
- **Invert** (Инверсия). Нажатие кнопки Invert (Инверсия) включает или отключает режим инвертирования сигнала.
- **Coupling** (Тип входа). При помощи кнопки Coupling (Тип входа) можно выбрать требуемый тип входа:
 - При выборе параметра **DC** на осциллограмме отображаются переменная и постоянная составляющие сигнала.
 - При выборе параметра **GND** (Земля) отображается осциллограмма постоянного нулевого напряжения. Эту опцию выбирают для установки нулевого опорного уровня осциллограммы.

- **Bandwidth** (Полоса пропускания). При использовании опции Bandwidth (Полоса пропускания) в выпадающем списке выбирают значение ширины полосы пропускания для входного сигнала. Ширина полосы пропускания определяет диапазон частот, в котором прибор способен регистрировать и точно отображать сигналы с ослаблением не более 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для получения точных результатов измерений частота входного сигнала должна быть существенно меньше номинальной полосы пропускания прибора. Хорошим правилом является выбор прибора с полосой пропускания, от трёх до пяти раз превосходящей частоту измеряемого сигнала.

Для того чтобы включить или отключить функцию Bandwidth Enhancement (Оптимизация полосы пропускания) канала осциллографа:

ПРИМЕЧАНИЕ. Опции Bandwidth Enhancement (Оптимизация полосы пропускания) позволяют использовать цифровую обработку сигнала (DSP) для более точного измерения времени нарастания фронта, а также расширить полосу пропускания и сгладить частотную характеристику во всём диапазоне значений частоты дискретизации. Опция Enhanced Bandwidth (Расширенная полоса пропускания) также позволяет согласовать АЧХ включённых каналов для сравнения каналов и выполнения дифференциальных измерений.

- Нажмите на кнопку **Digital Filters (DSP) Enabled** (Цифровые фильтры включены), чтобы активировать фильтры Bandwidth Enhancement (Оптимизация полосы пропускания).

ПРИМЕЧАНИЕ. Когда съёмный модуль пробника подключён ко входу канала АТТ (с асинхронным временным уплотнением) осциллографа, отключить цифровую обработку сигнала DSP нельзя, поскольку для регистрации сигналов на всех каналах АТТ необходима цифровая обработка сигнала.

- Кнопка **Apply to All Channels** (Применить для всех каналов) предназначена для одновременного включения функции Bandwidth Enhancement (Оптимизация полосы пропускания) для всех каналов.
- Для принудительной установки постоянной частоты дискретизации с введённым в окне настроек Horizontal (По горизонтали) значением, подходящим для использования функции цифровой обработки сигнала, установите метку в поле **Force Constant Sample Rate** (Принудительно установить постоянную частоту дискретизации). Эта операция включает цифровую обработку сигналов (DSP) и устанавливает соответствующую ширину полосы пропускания.
- При нажатии кнопки **Analog Only** (Только аналоговый) прибор отключает функцию Bandwidth Enhancement (Оптимизация полосы

пропускания) и возвращается в режим работы Analog (Аналоговый). В выпадающий список Bandwidth (Полоса пропускания) добавляется опция HW (Аппаратный), позволяющая выбрать аппаратный/только аналоговый фильтр.

- **Position** (Положение) и **Scale** (Масштаб). При помощи этих опций настраивается положение и чувствительность по вертикали:

ПРИМЕЧАНИЕ. Для управления положением и масштабом отображения выбранного сигнала можно также использовать соответствующие ручки вспомогательной передней панели (*Auxiliary Front Panel*).

- Нажмите на поле Position (Положение) и с помощью многофункциональных ручек отрегулируйте положение сигнала на экране.
- Нажмите на поле Scale (Масштаб) и с помощью многофункциональной ручки отрегулируйте чувствительность прибора по вертикали.
- **Offset** (Смещение). Нажмите на поле Offset (Смещение) и с помощью многофункциональной ручки установите величину смещения.

ПРИМЕЧАНИЕ. Управление смещением (*Offset*) используют для ввода значения смещения по вертикали в выбранном канале (*Channel*). При этом окно регистрации сдвигается по вертикали для охвата данных сигнала, подлежащего регистрации.

При помощи управления смещением (*Offset*) исключают отсечение сигнала. Управление смещением сдвигает окно регистрации в вертикальном направлении за счет вычитания постоянной составляющей сигнала. При этом по вертикали сдвигается центральный уровень окна регистрации выбранного канала. Визуально сдвиг отображается как прокрутка по вертикали окна регистрации вверх при увеличении смещения для больших сигналов и как прокрутка вниз при уменьшении смещения.

Управление смещением влияет на отображение осциллограммы, приводя индикатор опорного уровня канала в соответствие со смещением, а не с уровнем потенциала земли. Управление смещением влияет только на осциллограммы каналов, тогда как управление положением влияет на все осциллограммы, включая заданные математически и опорные.

- **Deskew** (Компенсация задержки) и **Attenuation** (Ослабление). Кнопки Deskew (Компенсация задержки) и Attenuation (Ослабление) используются для компенсации задержки распространения сигналов в кабелях разной длины и при различных сочетаниях пробников, а также для установки коэффициентов ослабления или усиления для разных сигналов и входных каналов. См. [Компенсация задержки оптических каналов](#) на странице 32.

ПРИМЕЧАНИЕ. При помощи кнопок *Deskew/Attenuation/Invert* (Компенсация задержки/Ослабление/Инверсия) можно изменять настройки после их ввода в окне *Vertical Setup* (Настройки по вертикали).

- **Probe Cal** (Калибровка пробника). При нажатии кнопки Probe Cal (Калибровка пробника) открывается окно Probe Setup (Настройки пробника), в котором можно выполнить компенсацию пробника. См. [Настройки пробника Probe Setup](#) на странице 34.

- **Probe Controls** (Органы управления пробником). При нажатии кнопки Probe Controls (Органы управления пробником) открывается экран Probe Controls (Управление пробником), который изображён ниже.

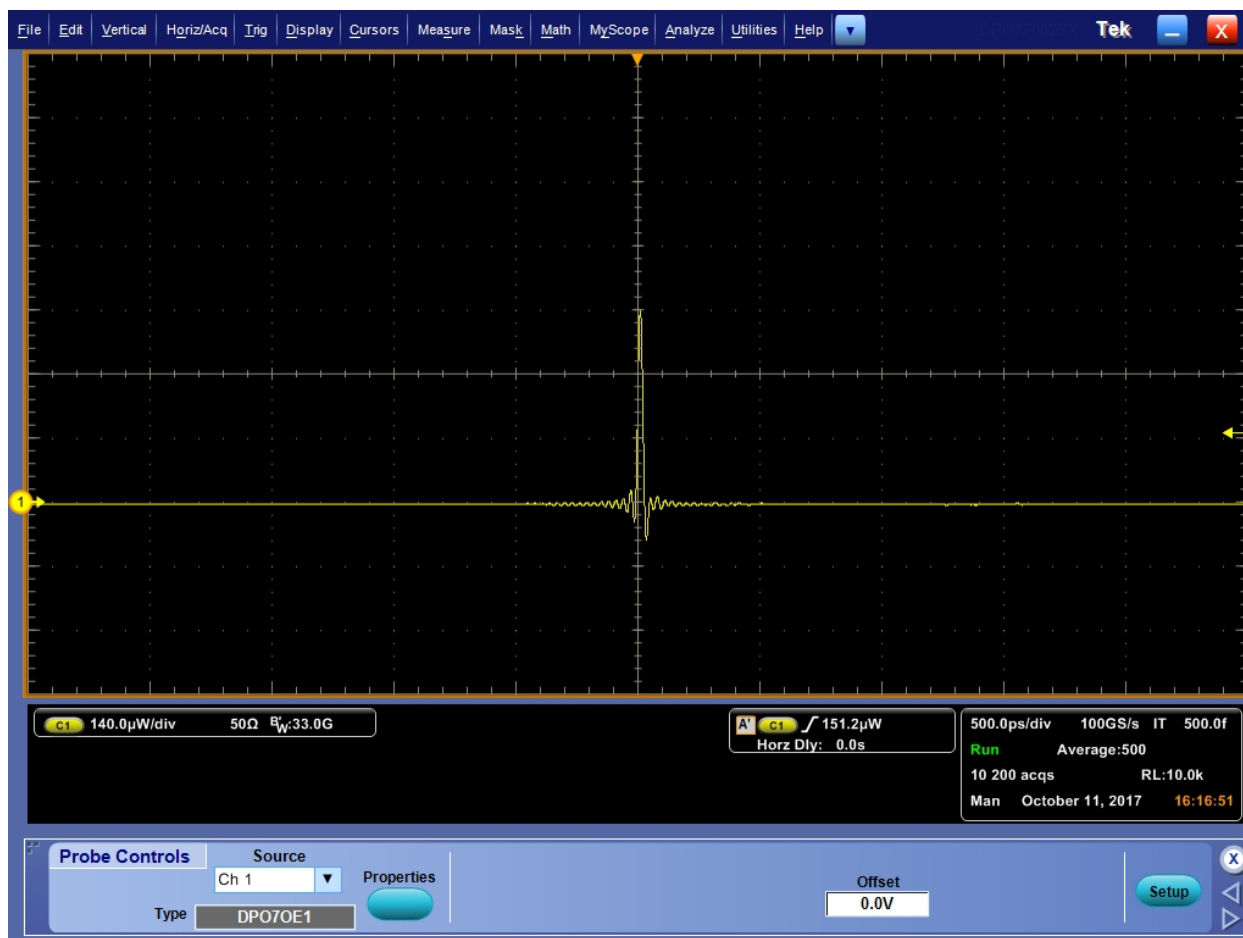


Рис. 13: Изображение экрана Probe Controls (Управление пробником)

- **Vertical Zoom** (Масштабирование по вертикали). При нажатии на кнопку Vertical Zoom (Масштабирование по вертикали) включается режим MultiView Zoom (Многооконное масштабирование), позволяющий использовать многофункциональные ручки для масштабирования сигнала.

Компенсация задержки оптических каналов. Выполните следующие действия для компенсации сдвига между TekConnect и каналами АТІ:

1. Установите режим запуска по фронту и отрегулируйте уровень запуска по опорному каналу до получения устойчивой синхронизации.
2. Откройте окно Deskew Tool (Инструмент компенсации задержки) в меню Analyze Menu (Меню анализа).
3. Выберите каналы для компенсации временного сдвига. Убедитесь в том, что на каждый канал поступает реальный сигнал, и его фронт был в пределах 0,5 единичного интервала фронта сигнала запуска.
4. Выберите направление изменения и уровень для каждого канала.
5. Подождите, пока накопится достаточное количество данных (пока индикатор возле кнопки To Mean [По среднему] не станет зелёным).

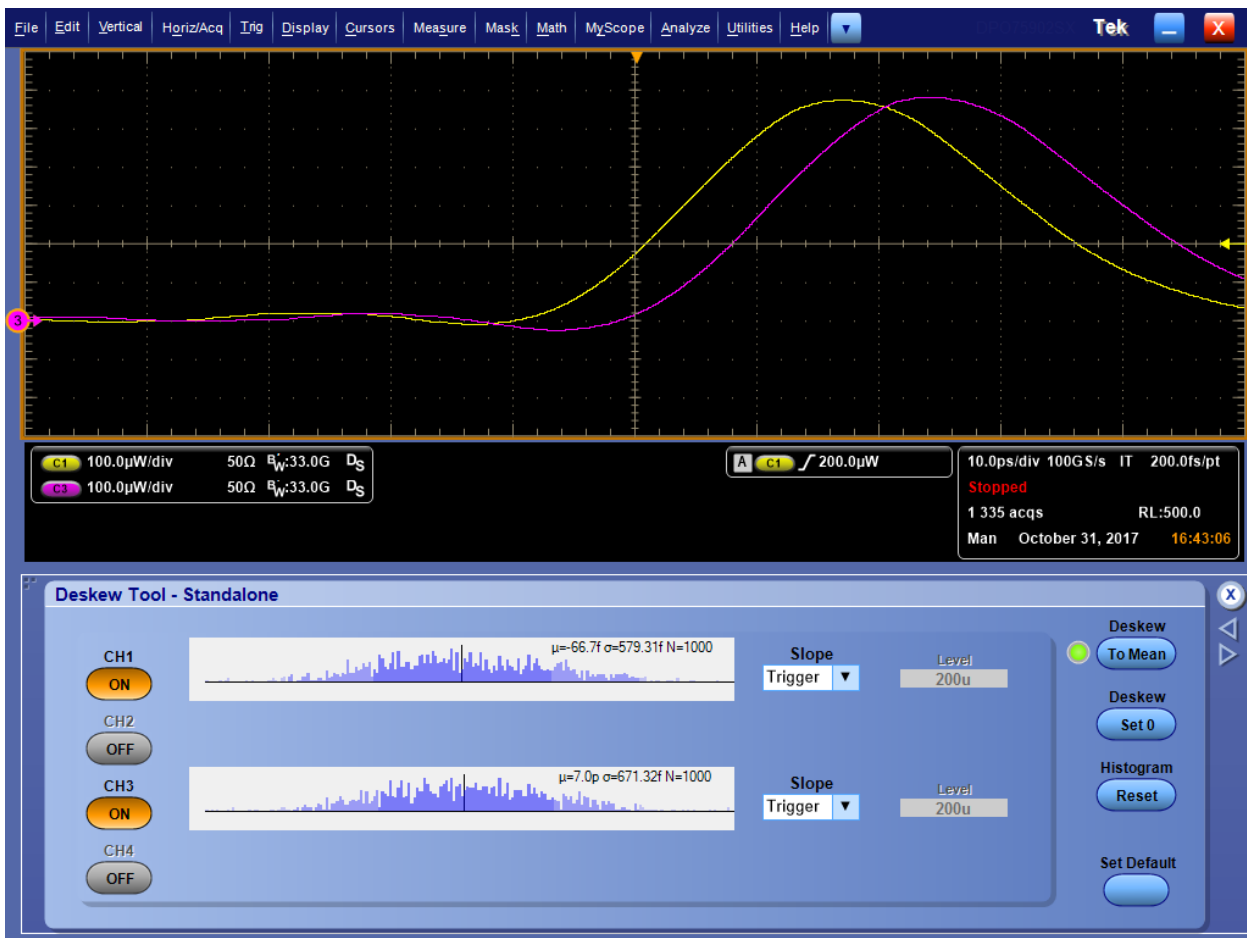


Рис. 14: Пример первоначального расположения осциллограмм

6. Нажмите кнопку **To Mean** (По среднему).

7. Повторите действия в пп. 4-6 несколько раз. Поскольку различие в разрешении между пикосекундами (ps) и фемтосекундами (fs) велико, первая попытка компенсации задержки Deskew приближает к вычислению компенсации, а вторая попытка оказывается в диапазоне фемтосекунд (fs).

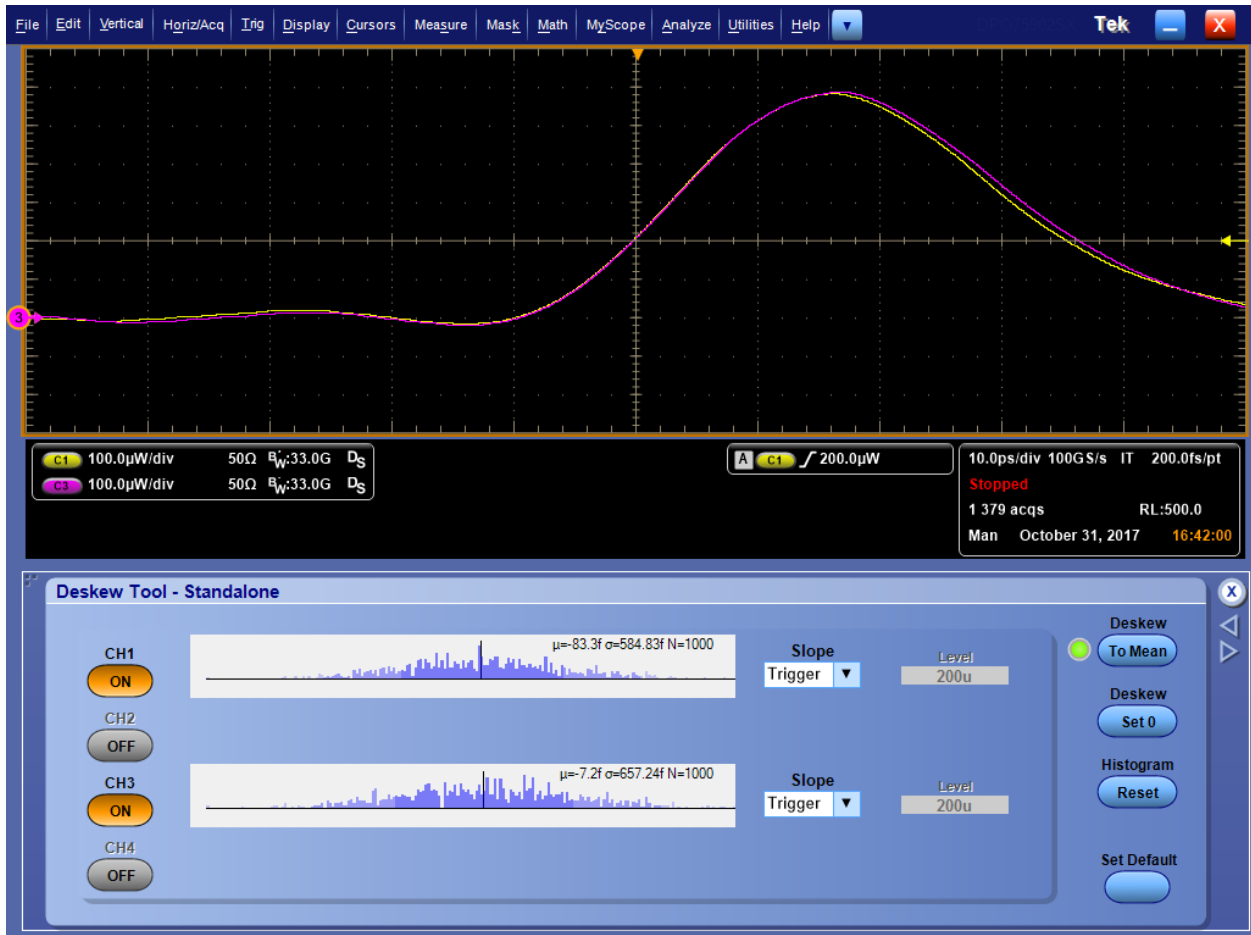


Рис. 15: Пример полной достижения компенсации задержки сигнала

Настройки пробника Probe Setup

В настоящем разделе описаны настройки на экране Probe Setup (Настройки пробника). На экране Vertical Setup (Настройки по вертикали) нажмите на кнопку **Probe Cal** (Калибровка пробника) для отображения экрана Probe Setup (Настройки пробника), вид которого показан на следующем рисунке.

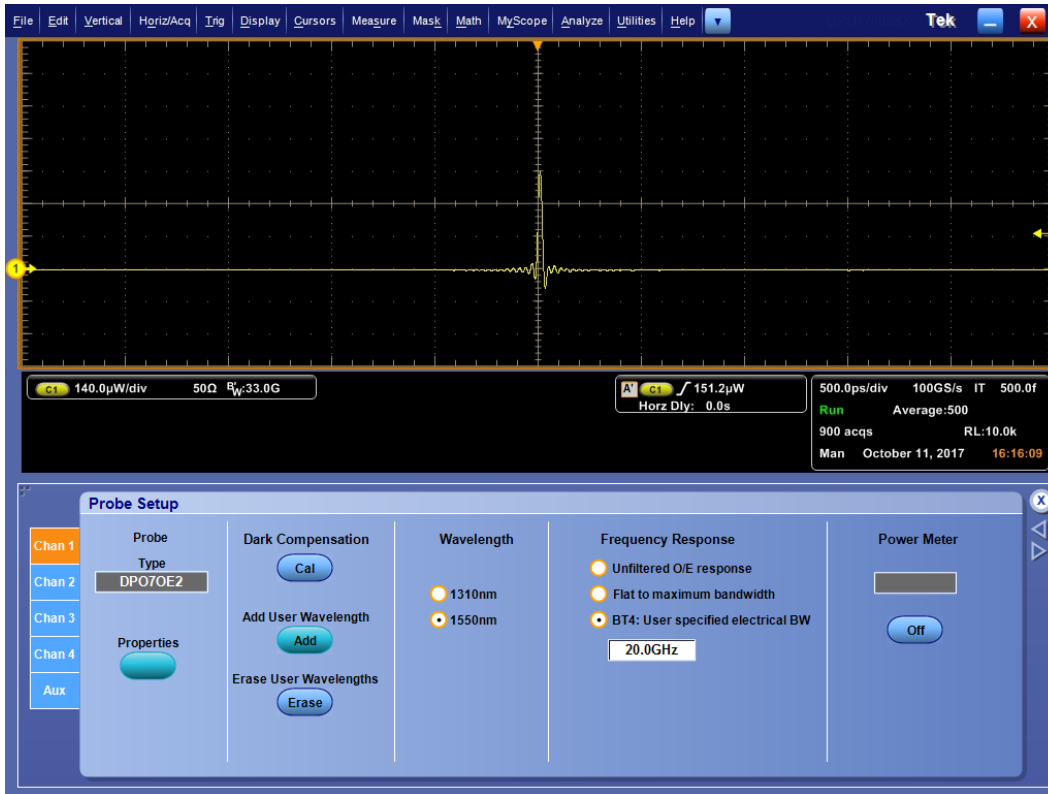


Рис. 16: Вид экрана Probe Setup (Настройки пробника)

- **Properties (Свойства)**. Нажмите на кнопку Properties (Свойства) для отображения экрана Probe Properties (Свойства пробника), где выводятся номер выбранного канала, тип, заводской номер и состояние пробника.

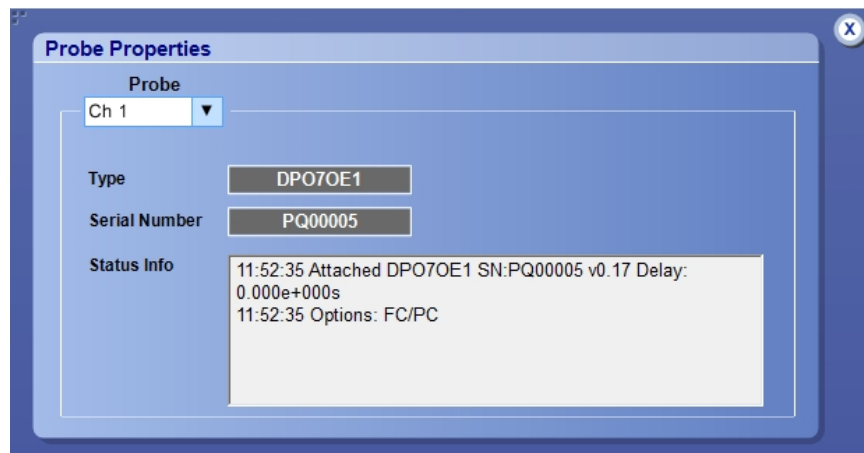


Рис. 17: Экран Probe Properties (Свойства пробника)

- **Calibration Dark Cal (Калибровка уровня тёмного)**. При нажатии кнопки Calibration Dark Cal (Калибровка уровня тёмного) выполняется

компенсация величины уровня тёмного пробника. См. [Компенсация уровня тёмного](#) на странице 38.

- **Add User Wavelength** (Добавить длину волны пользователя). Кнопка Add User Wavelength (Добавить длину волны пользователя) предназначена для ввода пользовательского значения, добавляемого к стандартным значениям в список для выбора длин волн: 850 нм (только для DPO70E1), 1310 нм и 1550 нм. См. [Добавление длин волн пользователя](#) на странице 36.
- **Erase User Wavelengths** (Удалить значения длин волн пользователя). Нажмите на кнопку Erase User Wavelengths (Удалить значения длин волн пользователя) для удаления всех введённых пользователем значений длин волн из списка длин волн.
- **Wavelength** (Длина волны). Переключатель с зависимыми кнопками Wavelength (Длина волны) используют для выбора длины волны входного сигнала: 850 нм (только для DPO70E1), 1310 нм или 1550 нм. Значение 850 нм не отображается для пробников с дополнительно поставляемым соединителем FC/APC. После добавления значения длины волны отображается дополнительный набор зависимых кнопок User Cal'd (Калибровано пользователем), сопровождаемый выпадающим списком добавленных значений.
- **Frequency Response** (Амплитудно-частотная характеристика). Зависимые кнопки Frequency Response (Амплитудно-частотная характеристика, АЧХ) используют для выбора требуемого варианта компенсации искажений оптоэлектронного преобразователя. При выборе кнопки **BT4: User specified electrical BW** (BT4: пользовательская электр. полоса пропускания) отображается поле для ввода, показанное на рисунке выше, куда вводится пользовательское значение частоты. См. [Настройки полосы пропускания для фильтров Flat](#) на странице 48. См. [Полоса пропускания в настройках фильтра ORR](#) на странице 48.

Добавление длин волн пользователя. Для добавления длины волны пользователя выполните следующие действия:

1. В окне Probe Setup (Настройка пробника) нажмите на кнопку **Add User Wavelength** (Добавить длину волны пользователя). При этом открывается окно User Wavelength Gain Compensation (Компенсация коэффициента преобразования на длине волны пользователя), вид которого показан ниже.



ОСТОРОЖНО. Во избежание получения некорректных результатов измерений следует всегда выполнять калибровку *Dark Cal* (Калибровка уровня тёмного) перед добавлением значения длины волны. См. [Компенсация уровня тёмного](#) на странице 38.

2. Нажмите на поле для ввода **Wavelength** (Длина волны) и введите значение длины волны входного сигнала в нанометрах. Вводить следует только число.
3. Нажмите на поле **Reference Power** (Эталонная мощность) и введите значение мощности в ваттах. Введите значение и префикс единиц измерения. Значение эталонной мощности должно быть в интервале между 200 мкВт и 4 мВт. Если значение мощности не принадлежит этому интервалу, выводится сообщение об ошибке.
4. После ввода значений длины волны и эталонной мощности нажмите на кнопку **Compensate Go** (Выполнить компенсацию). Во время вычисления осциллографом требуемого коэффициента выводится соответствующее сообщение.
5. Нажмите **OK**, чтобы сохранить вычисленные значения коэффициента преобразования и длины волны.

6. В окне Probe Setup (Настройки пробника) теперь появляется дополнительная кнопка **User Cal'd** (Калибровано пользователем) с выпадающим списком всех введённых пользователем длин волн.



Калибровка

Оптические пробники серии DPO70E калибруются в заводских условиях. Можно выбрать одну из трёх поддерживаемых прибором длин волн, используемых при заводской калибровке:

Длина волны (нм)	DPO70E1	DPO70E2
850	X (только с опцией FC/PC)	
1310	X	X
1550	X	X

Компенсация уровня тёмного

Перед выполнением точных оптических измерений необходимо выполнить компенсацию уровня тёмного. При выполнении компенсации уровня тёмного производится измерение среднего напряжения постоянного тока на выходе пробника DPO70E при отсутствии сигнала на оптическом входе. Измеренная величина впоследствии вычитается из всех результатов измерений.

Для калибровки уровня тёмного выполните следующую процедуру перед измерениями коэффициента поглощения (экстинкции):

1. Отсоедините все кабели и используйте защитный колпачок на входном соединителе оптоэлектронного преобразователя, чтобы обеспечить отсутствие источника света, который попадает на вход пробника.
2. Откройте экран Probe Setup (Настройки пробника).
3. Выберите канал с пробником.
4. Нажмите кнопку **Dark Compensation Cal** (Калибровка уровня тёмного).

Сразу после нажатия кнопки система выполнит компенсацию в фоновом режиме. Операция может занять до 30 минут. Во время выполнения коррекции прибор может приостановить регистрацию.

Компенсация искажений сигнального тракта

Регулярно выполняйте процедуру компенсации искажений сигнального тракта (SPC) для достижения максимальной точности измерений. Tektronix рекомендует выполнять процедуру компенсации искажений сигнального тракта (SPC) при использовании прибора для измерения сигналов с максимальной чувствительностью (10 мВ/дел и менее) вне зависимости от изменений температуры или от времени последнего выполнения этой процедуры. Невыполнение компенсации искажений сигнального тракта (SPC) может привести к тому, что значения эксплуатационных параметров прибора не будут соответствовать гарантированным.

Функция SPC позволяет компенсировать ошибку по постоянному току, вызванную изменением температуры или вследствие дрейфа в течение продолжительного времени. SPC позволяет оптимизировать систему сбора данных, компенсировать смещение по постоянному току и периодичность калибровки. Процедура SPC подвержена воздействию входных сигналов с составляющими переменного тока, поэтому критически важно исключить попадание сигналов на входы осциллографа перед выполнением процедуры.

Эту процедуру следует применять для оптимизации системы сбора данных:

- При изменении температуры на величину более 5 °C (9 °F) после последнего выполнения компенсации искажений сигнального тракта (SPC), или по прошествии более 30 дней после последнего выполнения процедуры SPC;
- При использовании прибора в режимах с высокой чувствительностью (10 мВ/дел и менее) для измерения параметров сигналов следует выполнять процедуру SPC не одного раза в неделю;
- Когда значок состояния SPC на передней панели прибора отображается отличным от зеленого;

ПРИМЕЧАНИЕ. Для вывода значка состояния SPC следует установить флажок рядом с выбором калибровки прибора и сообщением в интерфейсе пользователя: «Always show SPC status icon (even when passing)» (Всегда показывать значок состояния SPC (даже при успешном выполнении)).

- При замене или подключении накопителя
 - При изменении конфигурации системы с несколькими приборами, например, изменении назначения ведущего или дополнительного прибора;
 - При изменении источника опорного тактового сигнала с внутреннего на внешний, или наоборот.
1. Предварительные условия:
- Прибор должен быть включен в течение определенного времени до изменения получения значения Ready (Готов) параметра Temperature Status (Состояние температуры) в меню Utility (Служебные) > Instrument Calibration (Калибровка прибора). Обычно

это занимает от 20 минут до часа в зависимости от модели осциллографа.

- Входные сигналы всех каналов должны отсутствовать.
- В режиме с внешним опорным сигналом внешний опорный сигнал следует оставить подключенным.

2. Выберите **Instrument Calibration** (Калибровка прибора).

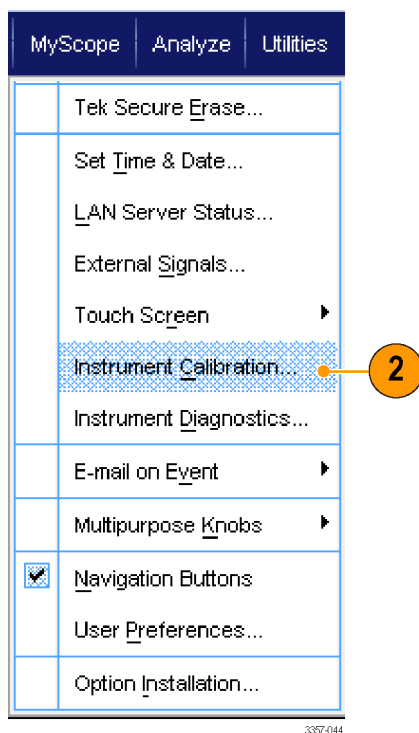


Рис. 18: Меню Utility (Служебные) осциллографов DPO70000

3. Когда значение параметра Temperature Status (Состояние температуры) изменится на Ready (Готов), нажмите кнопку **Run SPC** (Выполнить SPC), чтобы начать выполнение калибровки. Процесс калибровки может занимать от 10 до 15 минут.

ПРИМЕЧАНИЕ. Перед началом калибровки SPC отключите входные сигналы всех каналов.

При использовании накопителя, с которым процедура компенсации искажений сигнального тракта для этого прибора еще не выполнялась, отобразится предупреждение об отсутствии предшествующих исполнений процедуры SPC. При отображении такого предупреждения следует выполнить процедуру SPC.

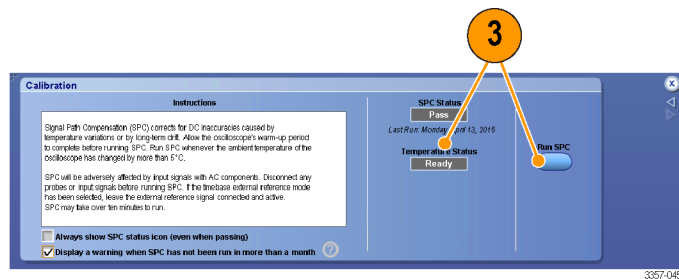
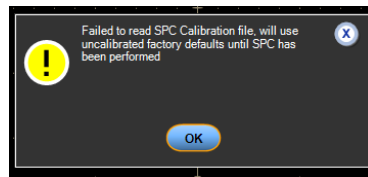


Рис. 19: Меню Calibration (Калибровка) осциллографов DPO70000

4. При неуспешном завершении самопроверки прибора следует повторно выполнить калибровку или обслуживание прибора силами квалифицированного специалиста по техническому обслуживанию.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для постоянного отображения значка состояния или сообщения о том, что процедура SPC не выполнялась более месяца, следует установить соответствующий флажок.

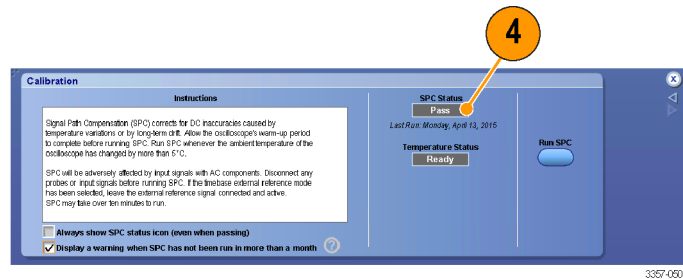
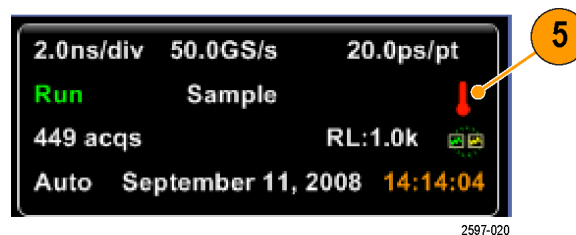


Рис. 20: Меню Calibration (Калибровка) осциллографов DPO70000

5. При отображении красного значка необходимости выполнения SPC следует выполнить процедуру компенсации искажений сигнального тракта. Проверьте цвет значка SPC Status (Состояние SPC):
 - Зеленый цвет означает, что процедура SPC выполнена успешно, а температура постоянна.
 - Желтый цвет указывает на то, что прибор прогрет, или что процедура компенсации искажений сигнального тракта SPC проводилась более 30 дней назад.
 - Красный цвет указывает на необходимость выполнения процедуры SPC (температура изменялась более чем на 5 °С, процедура SPC завершилась с ошибкой или не выполнялась).



Состояние компенсации искажений тракта сигнала. В следующей таблице перечислены возможные сообщения о состоянии компенсации искажений тракта сигнала и рекомендуемые действия.

Состояние	Значение и рекомендуемые действия
Compensated (Компенсирован)	Прибор прогрет, ошибки выполнения процедуры компенсации искажений тракта сигнала отсутствуют, и рабочая температура находится в пределах 5 °С относительно температуры, при которой в последний раз выполнялась процедура компенсации искажений сигнального тракта.
Fail (Неуспех)	Не менее одной ошибки обнаружено при выполнении процедуры компенсации искажений сигнального тракта. Свяжитесь с представителем по техническому обслуживанию местного отделения корпорации Tektronix для уточнения дальнейших действий.
Temp (Температура)	Рабочая температура не находится в пределах 5 °С от относительно температуры, при которой в последний раз выполнялась процедура компенсации искажений сигнального тракта.
Warming up (Прогрев)	Прибор не прогрет. Следует дождаться завершения периода прогрева прибора перед выполнением процедуры компенсации искажений сигнального тракта.

Оптический фильтр и настройка полосы пропускания

Все настройки полосы пропускания выполняются при помощи DSP-фильтров, создаваемых программным обеспечением осциллографа. Для каждого конкретного преобразователя в его внутренней памяти хранятся измеренные S-параметры, используемые осциллографом для создания соответствующего фильтра. Аппаратные фильтры для фильтрации сигнала не используются. В следующих таблицах перечислены все доступные для настройки параметры.

DPO70E1

Название фильтра	Оптическая полоса пропускания при 3 дБ	АЧХ Бесселя-Томсона 4-го порядка	Соответствие ORR
АЧХ оптоэлектронного преобразователя без фильтра	21 ГГц	Нет	Нет
Фильтр Flat для расширения полосы пропускания	33 ГГц ¹	Нет	Нет
BT4: устанавливаемая пользователем электрическая полоса пропускания	От 2 ГГц до 21 ГГц ²	Да	Да ³

DPO70E2

¹ Максимальная полоса пропускания расширяется до 43 ГГц на каналах АТ1 для поддержки фильтров BT4 с полосой до 21 ГГц.

² Электрическая полоса пропускания при -3 дБ фильтра Бесселя-Томсона 4-го порядка указывается для совместимости как с сигналами NRZ, так и с PAM4.

³ Соответствие ORR зависит от типа модуляции. Соответствие возможно на каналах АТ1 при регистрации сигналов NRZ со скоростью до 28,05 Гбод и сигналов PAM4 со скоростью до 42 Гбод.

Название фильтра	Оптическая полоса пропускания при 3 дБ	АЧХ Бесселя-Томсона 4-го порядка	Соответствие ORR
АЧХ оптоэлектронного преобразователя без фильтра	48 ГГц	Нет	Нет
Фильтр Flat для расширения полосы пропускания	59 ГГц ⁴	Нет	Нет
ВТ4: устанавливаемая пользователем электрическая полоса пропускания	От 2 ГГц до 59 ГГц ²	Да	Да ⁵

Выходной электрический сигнал

При установке пробника на поддерживающую скобу канала АТІ выходной электрический сигнал оптоэлектронного преобразователя ограничивается диапазоном безопасного напряжения для входа канала АТІ.



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждения пробника всегда используйте поддерживающую скобу входа АТІ при подключении съёмного модуля к каналу АТІ.

Индикатор перегрузки

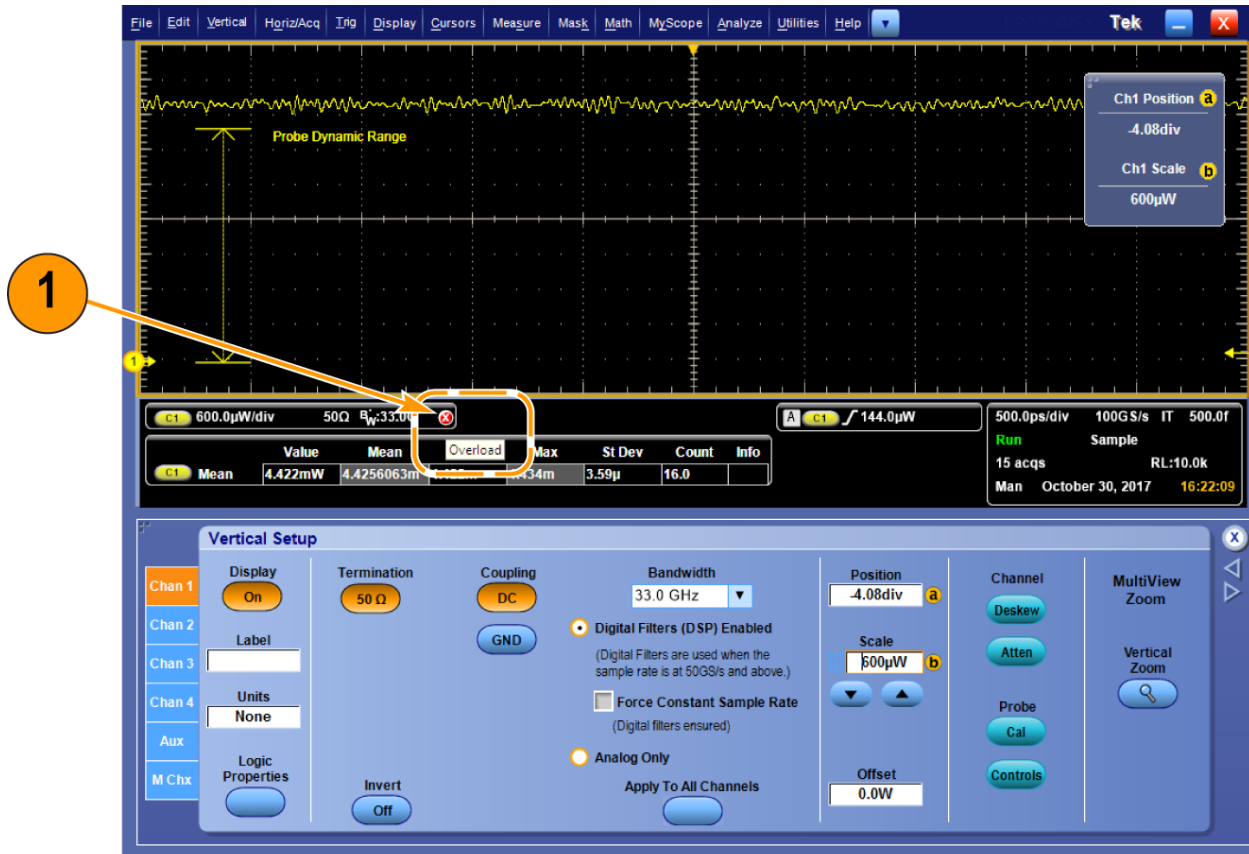
Красный сигнал индикатора Overload (Перегрузка) отображается на экране осциллографа, когда напряжение входного сигнала выходит за пределы динамического диапазона канала, к которому подключён съёмный модуль пробника DPO70E. При наведении курсора на индикатор появляется сообщение Overload (Перегрузка), как показано на следующем рисунке.

⁴ Максимальная полоса пропускания на каналах TekConnect ограничивается полосой, максимально допустимой для канала осциллографа

⁵ Соответствие ORR зависит от типа модуляции. Соответствие возможно на каналах АТІ при регистрации сигналов NRZ со скоростью до 39 Гбод и сигналов PAM4 со скоростью до 59 Гбод.

Указатель динамического диапазона пробника

При изменении настроек Vertical Setup (Настройки по вертикали) указатель Probe Dynamic Range (Динамический диапазон пробника) отображается слева от осциллограммы. На следующем рисунке показан сигнал, выходящий за пределы динамического диапазона канала, и включённый индикатор перегрузки.



3558-005

Рис. 21: Индикатор перегрузки

Корректировка коэффициента преобразования

Коэффициент преобразования оптоэлектронного преобразователя калибруется в заводских условиях для следующих стандартных длин волн: 850 нм (только для DPO70E1), 1310 нм и 1550 нм. Сначала для пользовательских длин волн необходимо выполнить компенсацию (нажатием кнопки Compensate Go [Выполнить компенсацию] в окне Add User Wavelength [Добавить длину волны пользователя]). Коэффициент преобразования измеряют в В/Вт. Сигнал в канале корректируется путём деления дискретизированного выходного напряжения оптоэлектронного преобразователя на коэффициент преобразования для выбранной в меню Probe Setup (Настройки пробника) длины волны.

Справочные данные

В этом разделе приводится справочная информация, например, особенности оптической полосы пропускания и технические характеристики изделия.

Оптическая и электрическая полоса пропускания

Ширина оптической полосы пропускания определяется как частота, при которой проходящая через устройство оптическая мощность равна половине постоянной составляющей оптической мощности. Для оптических сигналов сигнал постоянной составляющей соответствует немодулированному оптическому сигналу (CW signal), который преобразуется в фотодетекторе в постоянный ток. Для оптических систем это частота f_c , при которой удовлетворяется следующее равенство:

$$-3 \text{ дБо} = 10 \log\left(\frac{P_{fc}}{P_{DC}}\right)$$

Примечание. Поскольку регулируемые резистивные диоды (PIN) детектируют свет по квадратичному закону, они преобразуют значение в ваттах в значение в амперах, зависимость напряжения в выборках от мощности линейная, а не функция квадратного корня от значения мощности. Это приводит к использованию другого определения ширины полосы пропускания для оптических систем, известного как электрическая полоса пропускания (BWe). Для оптических систем — это частота f_c , при которой удовлетворяется следующее равенство:

$$-3 \text{ дВе} = 20 \log\left(\frac{P_{fc}}{P_{DC}}\right)$$

Настройки полосы пропускания для фильтров Flat

В следующем разделе приводится описание настроек фильтров Flat (с плоской характеристикой) на панели Frequency Response (АЧХ) экрана Probe Setup (Настройки пробника). См. [Настройки пробника Probe Setup](#) на странице 34.

Для опций фильтров Flat используется электрическая полоса пропускания при ослаблении -3 дБэ. Для цифровой (DSP) коррекции характеристики оптоэлектронного преобразователя, его АЧХ измеряется в процессе калибровки и результаты измерений сохраняются во флэш-памяти пробника.

Сохранённые данные об АЧХ в форме S-параметров для 2 портов используются программным обеспечением осциллографа для создания фильтра с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтра), обеспечивающего создание плоской АЧХ оптоэлектронного преобразователя во всей полосе пропускания фильтра. АЧХ для коротких длин волн (<1260 нм) отлична от АЧХ для больших длин волн (>1260 нм), а измеренная непосредственно на выходе оптоэлектронного преобразователя АЧХ отличается от измеренной на выходе TekConnect.

Полоса пропускания в настройках фильтра ORR

Ниже приводится описание настроек фильтра ORR на панели Frequency Response (АЧХ) экрана Probe Setup (Настройки пробника). См. [Настройки пробника Probe Setup](#) на странице 34.

Полоса пропускания для опций фильтров ORR определяется как частота f_c , при которой измеренная амплитуда сигнала A_{fc} на частоте f_c и амплитуда сигнала напряжения постоянного тока A_{DC} соотносятся как

$$-3 \text{ дБэ} = 20 \log\left(\frac{P_{fc}}{P_{DC}}\right)$$

при значении f_c , равном 0,75 от символьной скорости сигналов NRZ и 0,5 от символьной скорости сигналов PAM4.

Форма АЧХ соответствует графику функции Бесселя-Томсона 4^{-го} порядка (BT4), описываемой уравнением

$$H(y) = \frac{105}{105 + 105y + 45y^2 + 10y^3 + y^4}$$

,

где

$$y = 2.114p; p = \frac{j\omega}{\omega_c}; \omega_c = 2\pi f_c$$

Идеальные фильтры Бесселя 4-го порядка ВТ4 строятся для каждого значения полосы пропускания фильтра и накладываются на усечённую АЧХ оптоэлектронного преобразователя. Таким образом, если отсекающий фильтр с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтр) работает корректно, то все настройки фильтра для данной длины волны также заданы корректно.

Характеристики эталонного оптического приёмника

Чтобы получить АЧХ эталонного оптического приёмника (ORR) требуется достаточная ширина полосы пропускания прибора и плавный спад АЧХ на частотах выше частоты данных. При разработке оборудования для центров обработки данных обычно используют ORR с характеристиками Бесселя-Томсона 4-го порядка (ВТ4). Для сигналов NRZ (PAM2) ширина электрической полосы пропускания эталонного приёмника при ослаблении -3 дБ устанавливается как 75% значения частоты символьной скорости оптического сигнала, а предел защитной полосы определяется величиной 150% значения символьной скорости оптического сигнала. Если применить эти отношения к оптическому сигналу со скоростью 28 Гбод, получим следующие требования к АЧХ:

Ослабление в эталонном оптическом приёмнике	Частота
-3 дБ	$0,75 * 28 \text{ Гбод} = 21 \text{ ГГц}$
Номинальное: $-13,4$ дБ Диапазон: от $-9,4$ до $-17,4$ дБ	$1,50 * 28 \text{ Гбод} = 42 \text{ ГГц}$

Для сигналов с модуляцией PAM4 фильтр ВТ4 настраивается на более низкие частоты. Ширина электрической полосы пропускания устанавливается равной 50% значения символьной скорости. В пробниках серии DPO70E также применяются фильтры Бесселя 4-го порядка ORR (ORRVТ4) для сигналов PAM4 с наиболее часто используемой символьной скоростью, такой как $53,152$ Гбод и $26,5625$ Гбод.

При регистрации сигналов на широкополосных каналах АТІ фаза остаётся линейной во всей полосе пропускания канала. Это позволило использовать истинный эталонный оптический приёмник (ORR) с качественными фильтрами для сигналов со скоростью до 28 Гбод в пробнике DPO70E1, где требуется управляемая электрическая АЧХ до 42 ГГц, и для сигналов PAM4 со скоростью до 53 Гбит/с в пробнике DPO70E2. На представленном ниже графике показана типовая АЧХ пробника DPO70E1 при работе с осциллографом реального времени DPO77002SX.

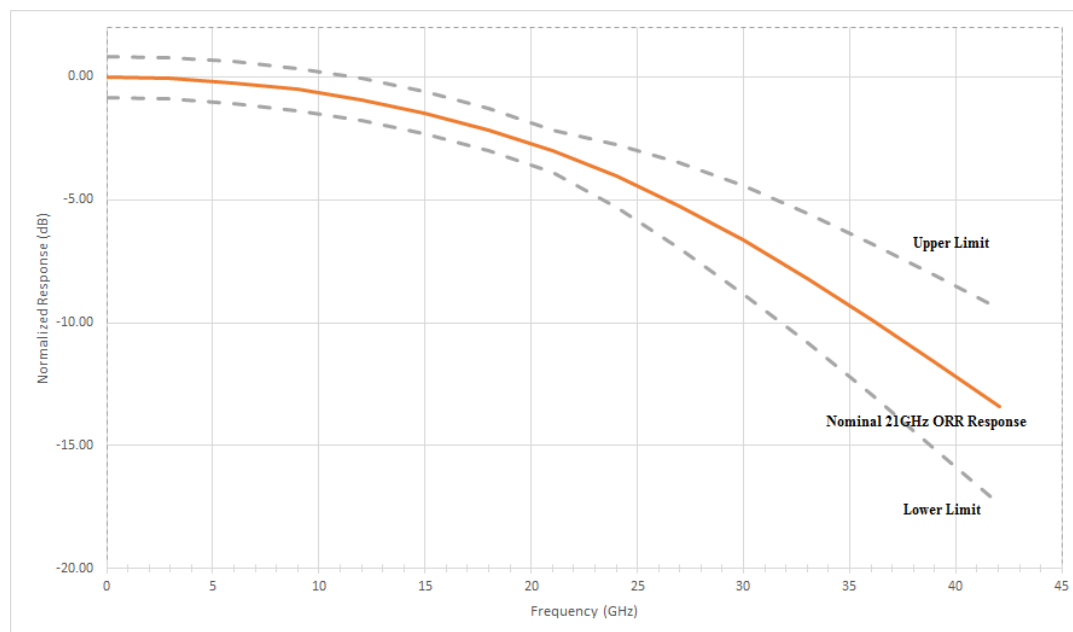


Рис. 22: АЧХ Бесселя-Томсона четвертого порядка канала АТ1 осциллографа DPO70000SX с оптическим пробником DPO70E1

Гладкая управляемая АЧХ системы из пробника серии DPO70E и осциллографа DPO70000SX получается путём расчёта программным обеспечением осциллографа фильтров ВТ4 с использованием S-параметров, уникальных для оптического пробника и канала осциллографа. Сегодня большинство осциллографов реального времени имеют весьма острый спад на границах номинальной полосы пропускания каналов (так называемая кирпичная стена). Такая АЧХ ограничивает возможность точного воспроизведения истинной АЧХ ВТ4, имеющей более плавный спад АЧХ в области верхних частот. Без точного воспроизведения истинной АЧХ ВТ4 раскрытие «глазка» сигнала будет снижено, что неблагоприятно скажется на точности измерений.

Приложение А. Описание команд программного интерфейса (PI)

В настоящем разделе описаны команды программного интерфейса (PI), которые используют для запросов или управления пробником. Для получения дополнительных сведений о поддерживаемых осциллографом командах программного интерфейса (PI) обратитесь к руководству *MSO/DPO5000/B, DPO7000/C, DPO70000/B/C/D/DX/SX, DSA70000/B/C/D, and MSO70000/C/DX Series Programmer Manual* (Приборы серий MSO/DPO5000/B, DPO7000/C, DPO70000/B/C/D/DX/SX, DSA70000/B/C/D и MSO70000/C/DX. Руководство программиста. — Номера по каталогу Tektronix 077-0010-24 и выше).

CH<x>:OPTI:POWER? (только запрос)

Эта команда запрашивает показания измерителя мощности пробника серии DPO70E, подключённого к выбранному каналу.

Группа По вертикали

Синтаксис CH<x> : OPTI : POWER?

Возвращаемые значения Осциллограф получает показания измерителя мощности пробника серии DPO70E, подключённого к выбранному каналу.

CH<x>:OPTical:AOPstream

Эта команда устанавливает или запрашивает передачу значения Average Output Power (Средняя выходная мощность).

Группа По вертикали

Синтаксис CH<x>:OPTical:AOPstream {OFF | ON}
CH<x>:OPTical:AOPstream?

Аргументы При выборе OFF передача значений Average Output Power (Средняя выходная мощность) выключается.
При выборе ON передача значений Average Output Power (Средняя выходная мощность) включается.

Возвращаемые значения OFF означает, что передача значений Average Output Power (Средняя выходная мощность) выключена.
ON означает, что передача значений Average Output Power (Средняя выходная мощность) включена.

Примеры Команда CH1:OPTI:AOPstream ON включает передачу значений Average Output Power (Средняя выходная мощность).
Возвращаемым значением команды CH1:OPTI:AOPstream? может быть OFF, что означает выключение передачи значений Average Output Power (Средняя выходная мощность).

CH<x>:OPTIcal:RCVR

Эта команда устанавливает или запрашивает DSP-фильтр эталонного оптического приёмника (ORR), используемый для компенсации поступающего оптического сигнала. Для использования значения параметра USER (ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ) требуется второй необязательный числовой аргумент.

Группа	По вертикали
Синтаксис	CH<x>:OPTIcal:RCVR { OFF FLAT33 FLAT USER } [, <NR1>]
Аргументы	<p>OFF, FLAT и FLAT33 – это DSP-фильтры эталонного оптического приёмника (ORR), используемые для компенсации поступающего оптического сигнала.</p> <p><NR1> – скорость передачи. Единицей измерения является бод.</p>
Примеры	<p>CH1:OPTIcal:RCVR FLAT33 устанавливает DSP-фильтр на FLAT33.</p> <p>CH1:OPTI:RCVR USER, 28.6E9 устанавливает DSP-фильтр на пользовательский фильтр при скорости передачи до 28,6 Гбод.</p> <p>CH1:OPTIcal:RCVR? может быть получено FLAT, что означает, что DSP-фильтр установлен на FLAT.</p>

CH<x>:OPTical:RCVR:USERVALue? (только запрос)

С помощью этой команды запрашивают значение скорости передачи данных (Baud rate) для указанного пользователем фильтра эталонного оптического приемника (ORR).

Группа Vertical (По вертикали)

Синтаксис CH<x>:OPTical:RCVR:USERVALue?

Возвращаемые значения Возвращается значение скорости передачи данных (Baud rate) для выбранного пользователем фильтра эталонного оптического приемника (ORR).

CH<x>:OPTical:WLENgth

Получает или устанавливает значение длины оптической волны (в нанометрах), которое используется в пробнике и в осциллографе для компенсации поступающего оптического сигнала. Необязательный второй аргумент используют для указания необходимости использования величины, полученной при заводской калибровке, или заданного пользователем значения.

ПРИМЕЧАНИЕ. Запятая необходима, если используется необязательный второй аргумент.

Группа По вертикали

Синтаксис CH<x>:OPTICAL:WLENGTH <NR1> [, USER | FACTORY]
CH<x>:OPTICAL:WLENGTH?

Аргументы <NR1> – длина оптической волны (в нанометрах).
USER – программируемые пользователем калибровочные значения, загружаемые в пробник из окна интерфейса User Wavelength Gain Compensation (Компенсация коэффициента преобразования на длине волны пользователя). При помощи указанной команды можно вызывать загруженные значения.
FACTORY означает использование значений, полученных при заводской калибровке. Если второй аргумент не указан, он по умолчанию устанавливается на FACTORY.

CH<x>:OPTICAL:WLENGTH:LIST? (только запрос)

По запросу возвращается разделенный запятыми список длин волн с калибровочным откликом пробника. Значения возвращаемых величин выражены в нанометрах.

Группа Vertical (По вертикали)

Синтаксис CH<x>:OPTICAL:WLENGTH:LIST?

CH<x>:PROBE:GAIN? (только запрос)

По этой команде-запросу возвращается значение коэффициента передачи пробника, присоединенного к указанному каналу. Номер канала обозначен как x. x может принимать значения в диапазоне от 1 до 4. Усиление пробника — это коэффициент передачи, отношение величины выходного сигнала к величине входного. Например, обычный пробник 10x имеет коэффициент передачи 0,1.

Группа Vertical (По вертикали)

Синтаксис CH<x>:PROBE:GAIN?

Примеры CH2:PROBE:GAIN? может возвращать :CH2:PROBE:GAIN 0.1000E+00, это указывает на то, что подключенный пробник 10X выдает 0,1 В в канал 2 BNC на каждый 1,0 В приложенного ко входу пробника напряжения.

