



Анализатор мощности Руководство по эксплуатации

PA4000

РА4000 Анализатор мощности Руководство по эксплуатации

Версия микропрограммного обеспечения 1.0.037

www.tektronix.com 077-0822-00



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

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

TEKTRONIX и TEK являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc.

Как связаться с корпорацией Tektronix

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

Сведения о продуктах, продажах, услугах и технической поддержке.

- В странах Северной Америки по телефону 1-800-833-9200.

 В других странах мира — см. сведения о контактах для соответствующих регионов на веб-узле www.tektronix.com.

Гарантия

Корпорация Tektronix гарантирует отсутствие в данном изделии дефектов в материалах и изготовлении в течение 3 (трех) лет со дня приобретения. Если в течение гарантийного срока в таком изделии будут обнаружены дефекты, корпорация 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 заменяемые изделия, используемые корпорацией Tektronix для работ, выполняемых по гарантии, могут быть как новые, так и восстановленные с такими же эксплуатационными характеристиками, как у новых. Все замененные части, модули и изделия становятся собственностью корпорации Tektronix.

Для реализации права на обслуживание в соответствии с данной гарантией необходимо до истечения гарантийного срока уведомить корпорацию Tektronix об обнаружении дефекта и выполнить необходимые для проведения гарантийного обслуживания действия. Ответственность за упаковку и доставку неисправного изделия в центр гарантийного обслуживания корпорации Tektronix, а также предоплата транспортных услуг возлагается на владельца. Корпорация Tektronix оплачивает обратную доставку исправного изделия заказчику только в пределах страны, в которой расположен центр гарантийного обслуживания. Доставка исправного изделия по любому другому адресу должна быть оплачена владельцем изделия, включая все расходы по транспортировке, пошлины, налоги и любые другие расходы.

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

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

[W4 - 15AUG04]

Оглавление

Общие правила техники безопасности	vi
Информация о соответствии	ix
Соответствие требованиям по электромагнитной совместимости	ix
Соответствие требованиям по технике безопасности	xi
Требования к защите окружающей среды х	cii
Предисловие	٢v
Характеристики и возможности	٢V
Состав комплекта	٢V
Принадлежности х	vi
Приступая к работе	1
Перед началом работы — техника безопасности	1
При включении питания	3
Концепция глобальных параметров, параметров группы и канала	4
Подключение тестируемого устройства	5
Стандартные измерения	7
Навигация в окне результатов	8
Навигация в системе меню	9
Контекстная справка 1	10
Работа с передней панелью	11
Устройство передней панели 1	11
Кнопки быстрого просмотра 1	11
Виртуальные кнопки на экране	22
Функциональные и буквенные кнопки	23
Кнопки чисел и уравнений	24
Регистрация данных на флэш-накопитель USB 2	25
Подсоединение источников сигнала	27
Обзор входных разъемов	27
Подсоединение простого трансформатора тока	29
Подсоединение внешнего омического шунта	30
Подсоединение преобразователя с выходным сигналом напряжения	32
Подключение трансформатора/преобразователя напряжения	33
Питание внешних преобразователей	34
Система меню	35
Навигация	35
Пункты меню	35
Главное меню	35
Измерения	35
Конфигурация измерений	39
Режимы	12

Входы	47
Графики и осциллограммы	53
Интерфейсы	55
Запись данных	56
Математические функции	56
Конфигурация системы	60
Пользовательская конфигурация	62
Дистанционное управление	64
Общие сведения	64
Взаимодействие с системами RS232	64
Взаимодействие с системами USB	64
Взаимодействие с системами Ethernet	64
Взаимодействие с системами GPIB (опция)	65
Сообщения о состоянии	65
Список команд	68
Стандартные команды и команды состояния IEEE 488.2	69
Команды для каналов и групп	71
Команды информации прибора	72
Команды выбора измерений и считывания	74
Команды конфигурации измерений	78
Команды настройки режима	83
Команды настройки входов	85
Команды графиков и осциллограмм	91
Команды интерфейсов	91
Команда записи данных	93
Команды математических операций	93
Команды конфигурации системы	94
Команды пользовательской конфигурации	98
Отправка и получение команд	98
Примеры обмена данными	100
Программное обеспечение	104
Загружаемое программное обеспечение РА4000	104
Технические характеристики	106
Измерительный канал	106
Вход питания	107
Условия эксплуатации и механические характеристики	107
Дополнительные детали	108
Порты обмена данными	108
Вспомогательные входы/выходы	111
Порт хоста/клиента	112
Измеряемые параметры	112

Формулы суммирования для подключения «одна фаза, три провода»	114
Формулы суммирования для подключения «три фазы, четыре провода»	114
Погрешность измерений	114
Предметный указатель	

Список рисунков

Список таблиц

Таблица 1: Фаза,	измерения	112
------------------	-----------	-----

Общие правила техники безопасности

Во избежание травм, а также повреждений данного изделия и подключаемого к нему оборудования необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности.

Используйте изделие в строгом соответствии с инструкциями, чтобы исключить фактор риска.

Процедуры по обслуживанию устройства могут выполняться только квалифицированным персоналом.

Во время работы с прибором может потребоваться доступ к другим компонентам системы. Прочтите разделы по технике безопасности в руководствах по работе с другими компонентами и ознакомьтесь с мерами предосторожности и предупреждениями, связанными с эксплуатацией системы.

Пожарная безопасность и предотвращение травм

Используйте соответствующий кабель питания. Подключение к электросети должно выполняться только кабелем, разрешенным к использованию с данным изделием и сертифицированным для страны, в которой будет производиться его эксплуатация.

Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения. Не подсоединяйте и не отсоединяйте пробники и провода, когда они подключены к источнику напряжения.

Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения. Перед подсоединением или отсоединением токового пробника необходимо обесточить проверяемую цепь.

Используйте защитное заземление. Прибор заземляется через провод защитного заземления шнура питания. Во избежание поражения электрическим током соответствующий контакт кабеля питания должен быть заземлен. Проверьте наличие защитного заземления, прежде чем выполнять подсоединение к выходам и входам прибора.

Соблюдайте ограничения на параметры разъемов. Во избежание воспламенения или поражения электрическим током проверьте все допустимые номиналы и маркировку на приборе. Перед подсоединением прибора просмотрите дополнительные сведения по номинальным ограничениям, содержащиеся в руководстве к прибору.

Не подавайте на разъемы, в том числе на разъем общего провода, напряжение, превышающее допустимое для данного прибора номинальное значение.

Отключение питания. Выключатель питания отсоединяет прибор от источника питания. Размещение выключателя см. в инструкции. Не

следует перекрывать подход к выключателю; он должен всегда оставаться доступным для пользователя.

Не используйте прибор с открытым корпусом. Использование прибора со снятым кожухом или защитными панелями не допускается.

Не пользуйтесь неисправным прибором. Если имеется подозрение, что прибор поврежден, передайте его для осмотра специалисту по техническому обслуживанию.

Избегайте прикосновений к оголенным участкам проводки. Не прикасайтесь к неизолированным соединениям и компонентам, находящимся под напряжением.

Используйте соответствующий предохранитель. К применению допускаются только предохранители, типы и номиналы которых соответствуют требованиям для данного прибора.

Не пользуйтесь прибором в условиях повышенной влажности.

Не пользуйтесь прибором во взрывоопасных средах.

Не допускайте попадания влаги и загрязнений на поверхность прибора.

Обеспечьте надлежащую вентиляцию. Дополнительные сведения по обеспечению надлежащей вентиляции при установке изделия содержатся в руководстве.

Условные обозначения в данном руководстве

Ниже приводится список условных обозначений, используемых 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.

Символы и условные обозначения в данном руководстве Ниже приводится список возможных обозначений 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 изделия и другого имущества.

Ниже приводится список символов на изделии.





Высокое напряжение

Ē





Питание включено





Информация о соответствии

В данном разделе содержатся сведения о соответствии прибора требованиям стандартов по электромагнитной совместимости, охране здоровья и защите окружающей среды.

Соответствие требованиям по электромагнитной совместимости

Заявление о соответствии стандартам ЕС. Электромагнитная совместимость (ЭМС) Соответствует требованиям Директивы Евросоюза по электромагнитной совместимости (2004/108/ЕС). Проверено на соответствие перечисленным ниже стандартам (как указано в издании «Official Journal of the European Communities»).

EN 61326-1 2006. Требования по электромагнитной совместимости для контрольно-измерительного и лабораторного электрооборудования.^{1 2 3}

- CISPR 11:2003. Обычные и наведенные излучения, группа 1, класс А
- IEC 61000-4-2:2001. Устойчивость к электростатическим разрядам.
- IEC 61000-4-3:2002. Устойчивость к воздействию радиочастотных электромагнитных полей.
- IEC 61000-4-4:2004. Устойчивость к быстрым переходным режимам (выбросам).
- IEC 61000-4-5:2001. Устойчивость к выбросам напряжения в линии питания.
- IEC 61000-4-6:2003. Защищенность от помех по цепи питания, наведенных радиочастотными полями.
- IEC 61000-4-11:2004. Устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания.
- EN 61000-3-2:2006. Выбросы синусоидального тока в линии питания.
- EN 61000-3-3:1995. Изменения, колебания и пульсация напряжения.

Контактная информация (Европа).

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

Заявление о соответствии стандартам ЕС. Электромагнитная совместимость (ЭМС)

Соответствует требованиям Директивы Евросоюза по электромагнитной совместимости (2004/108/ЕС). Проверено на соответствие перечисленным ниже стандартам (как указано в издании «Official Journal of the European Communities»).

EN 61326-1:2006, EN 61326-2-1:2006. Требования по электромагнитной совместимости для контрольно-измерительного и лабораторного электрооборудования. ^{1 2 3}

- CISPR 11:2003. Обычные и наведенные излучения, группа 1, класс А
- IEC 61000-4-2:2001. Устойчивость к электростатическим разрядам.
- IEC 61000-4-3:2002. Устойчивость к воздействию радиочастотных электромагнитных полей.
- IEC 61000-4-4:2004. Защищенность от перепадов и всплесков напряжения
- IEC 61000-4-5:2001. Устойчивость к выбросам напряжения в линии питания.
- IEC 61000-4-6:2003. Защищенность от помех по цепи питания, наведенных радиочастотными полями.
- IEC 61000-4-11:2004. Устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания.⁴

EN 61000-3-2:2006. Выбросы синусоидального тока в линии питания.

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

Контактная информация (Европа).

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

- Данное изделие не предназначено для применения в жилых зонах. Его использование в жилой зоне может привести к возникновению электромагнитных помех.
- 2 При подключении изделия к объекту испытания помехи могут превышать допустимые значения, указанные в данном стандарте.
- 3 Чтобы обеспечить соответствие требованиям перечисленных стандартов по электромагнитной совместимости, необходимо использовать высококачественные экранированные соединительные кабели.
- 4 Критерий эффективности С применялся для тестовых уровней понижения напряжения до 70 % (25 циклов) и прерывания напряжения до 0 % (250 циклов) (IEC 61000-4-11).

Соответствие требованиям по технике безопасности

Заявление о соответствии	Проверено на соответствие перечисленным ниже стандартам (как указано в издании «Official Journal of the European Communities»).
требованиям к	Директива по низковольтному оборудованию (2006/95/ЕС).
низковольтному оборудованию (Европейский союз)	EN 61010-1: 2001. Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования.
Перечень испытательной лаборатории, действительный в США	 UL 61010-1:2004, 2-я редакция. Стандарт на электрическое измерительное и испытательное оборудование.
Свидетельство, действительное в Канаде	■ CAN/CSA-C22.2 № 61010-1:2004. Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях. Часть 1.
Дополнительные стандарты	 IEC 61010-1: 2001. Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования.
Тип оборудования	Тестовое и измерительное оборудование.
Класс безопасности	Класс 1: заземленный прибор.
Описание степеней загрязнения	Характеристика загрязнений, которые могут присутствовать как внутри прибора, так и вне его. Обычно условия внутри и вне прибора считают идентичными. Приборы следует использовать лишь в предназначенных для этого условиях.
	Степень загрязнения 1. Загрязнения отсутствуют или являются сухими и непроводящими. Приборы данной категории, как правило, защищены герметичной оболочкой или предназначены для установки в чистых помещениях.
	Степень загрязнения 2. Обычно присутствует только непроводящее загрязнение. Однако, как правило, возникает временная проводимость, вызванная конденсацией. Такие условия типичны для жилых и рабочих помещений. Непродолжительная конденсация имеет место лишь при выключенном устройстве.
	Степень загрязнения 3. Токопроводящее загрязнение или сухое непроводящее загрязнение, которое может стать токопроводящим ввиду ожидаемой конденсации. Это характерно для закрытых помещений, в

	которых отсутствует регулирование температуры и влажности. Место защищено от прямых солнечных лучей, дождя и ветра.
	Степень загрязнения 4. Загрязнения, обладающие постоянной проводимостью (проводящая пыль, вода или снег). Типичное расположение – на улице.
Степень загрязнения	Степень загрязнения 2 (согласно IEC 61010-1). Примечание. Рассчитано на использование исключительно внутри помещений.
Описание категорий установки (категорий перенапряжения)	 На выводах этого изделия могут присутствовать различные обозначения категории установки (перенапряжения). Возможные категории установки: Измерительные приборы категории IV — для измерений, выполняемых на низковольтном оборудовании.
	 Измерительные приборы категории III — для измерений, выполняемых на оборудовании в зданиях.
	 Измерительные приборы категории II — для измерений, выполняемых в цепях, непосредственно подключенных к низковольтному оборудованию.
	 Измерительные приборы категории I — для измерений, выполняемых в цепях, не подключенных непосредственно к сети питания.
Категория перенапряжения	Категория перенапряжения II (в соответствии с определением в стандарте IEC 61010-1).

Требования к защите окружающей среды

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

Утилизация прибора по При утилизации прибора и его компонентов соблюдайте указанные ниже правила.

Утилизация оборудования. Изготовление данного оборудования связано с добычей и использованием природных ресурсов. Прибор может содержать вещества, которые способны нанести ущерб окружающей среде и здоровью людей в случае его неправильной утилизации. 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 свидетельствует о соответствии изделия применимым требованиям Директив Евросоюза об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE, 2002/96/EC) и об утилизации отработавших батарей и аккумуляторов (2006/66/EC). Более подробно сведения об утилизации изложены в разделе «Сервис и поддержка» веб-сайта компании Tektronix (www.tektronix.com).

Ограничение использования опасных веществ

Прибор относится к контрольно-измерительному оборудованию и не подпадает под действие Директивы 2002/95/ЕС RoHS.

Предисловие

Характеристики и возможности

Tektronix PA4000 представляет собой мощный и универсальный прецизионный анализатор мощности. Анализатор PA4000 предназначен для точных измерений электрической мощности всех электрических устройств и является простым в использовании настольным прибором с быстрым программируемым автоматическим интерфейсом для тестирования.

Основные характеристики

- Измерение мощности, напряжения, силы тока, полной мощности и коэффициента мощности. Неизменная точность даже при искаженном сигнале.
 - 100 гармоник напряжения, тока и мощности в стандартном исполнении.
 - От 1 до 4 каналов для многофазных измерений.
 - Быстрый доступ к результатам, графикам и меню.
 - Встроенный шунт 30 А и 1 А.
 - Диапазон измерений от милливатт до мегаватт.
 - Яркий цветной дисплей.
 - Обширный набор компьютерных интерфейсов, включая RS232, USB, GPIB (опция) и Ethernet.
 - Регистрация данных на флэш-накопитель USB.
 - Питание ±15 В для внешних преобразователей (опция).
 - Простая в пользовании система меню с контекстной справкой.
 - Встроенный экран расчетов, позволяющий обрабатывать и отображать результаты. Идеален для измерений КПД.

Состав комплекта

В комплект РА4000 входят перечисленные ниже компоненты.

Проверьте комплектность и в случае недостачи сообщите своему поставщику Tektronix как можно скорее.

- Шасси анализатора мощности РА4000 с аналоговыми платами и другими заказанными вами опциями.
- Сертификаты соответствия и калибровки каждой аналоговой платы.
- Компакт-диск с руководством по эксплуатации и данными калибровки.

- Кабель питания.
- 2 пары измерительных проводов для каждой аналоговой платы.
- 1 USB-кабель.



Принадлежности

Принадлежности см. на сайте www.tek.com. К ним относятся:

- Запасной комплект измерительных проводов
- Различные трансформаторы тока для расширения диапазона измерения от < 1 мА до 1200 А</p>
- Входные разъемы для внешнего шунта 2 мм
- Коммуникационные кабели (RS232 и т. п.)

Приступая к работе

Перед началом работы — техника безопасности

Перед включением анализатора мощности внимательно прочтите и соблюдайте представленные ниже предупреждения.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током или травмы, соблюдайте следующие правила.

- При присоединении анализатора мощности к активным цепям некоторые клеммы и детали внутри анализатора находятся под напряжением.
- По возможности размыкайте цепи перед подсоединением к анализатору мощности.

• Перед подсоединением цепей не допускайте превышения максимального измеряемого напряжения и максимального напряжение относительно земли (1000 В_{ср. кв.}, КАТ. II).

• *Не используйте провода и принадлежности, не отвечающие* соответствующим стандартам безопасности, поскольку это может привести к серьезной травме или смерти в результате поражения электрическим током.

• Шунты и проводники при использовании могут выделять тепло и стать причиной ожогов.

Квалифицированный К работе с изделием допускается только квалифицированный персонал. персонал Это понятие означает только лиц, знакомых с порядком установки, сборки, подключения, проверки соединений и эксплуатации анализатора и прошедших подготовку в следующих областях:

- включение и выключение, заземление и идентифицирование электрических цепей и служб/систем в соответствии с применимыми стандартами безопасности;
- техническое обслуживание и эксплуатация соответствующих предохранительных устройств в соответствии с применимыми стандартами безопасности;
- правила оказания первой помощи.

Убедитесь, что все лица, работающие с прибором прочли и полностью поняли положения руководства по эксплуатации и инструкций по технике безопасности.

- Установка Подключение к сети должно соответствовать следующим параметрам: 100—240 В, 50/60 Гц.
 - Эти приборы можно использовать только при определенных условиях окружающей среды. Убедитесь, что условия окружающей среды соответствуют параметрам, указанным в этом руководстве.
 - Установите прибор таким образом, чтобы кабель питания был доступен в любое время и легко отсоединялся.

Перед каждым Убедитесь, что кабели питания и соединительные кабели, а также принадлежности и подключенные к прибору устройства исправны и чисты.

Убедитесь, что используемые с прибором принадлежности других производителей соответствуют применимым стандартам IEC61010-031/IEC61010-2-032 и подходят к диапазону измеряемого напряжения.

Порядок подключения



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током или травмы, соблюдайте следующие правила.

Если измерительная цепь используется для измерения параметров питающей сети, напряжение относительно земли не должно превышать 1000 В_{ср. кв.} в условиях КАТ. II.

Из соображений безопасности при подключении цепи к анализатору мощности выполняйте следующие правила.

- 1. Вставьте вилку шнура питания анализатора мощности в заземленную надлежащим образом розетку. После этого анализатор мощности подключен к защитному заземлению.
- 2. Включите анализатор мощности.
- **3.** Подключите измерительную цепь в соответствии со всеми инструкциями, как показано на схемах подключения в данном руководстве.

Во время использования

- При подключении работайте группами не менее, чем по два человека.
- При обнаружении дефектов корпуса, органов управления, кабелей питания, соединительных проводов или подключенных устройств немедленно отсоедините прибор от источника питания.
- При возникновении сомнений относительно безопасности прибора немедленно выключите его и соответствующие принадлежности, примите меры для предотвращения непреднамеренного включения и поручите их обслуживание квалифицированному специалисту.

При включении питания

- 1. Убедитесь, что анализатор мощности исправен и не имеет признаков повреждения.
- **2.** Выполните подключение как описано в разделе «Перед началом работы техника безопасности». (См. стр. 1.)
- 3. После установки выключателя питания на передней панели в положение (I).
 - Запускается последовательность включения РА4000. Она занимает приблизительно 15 секунд.
 - Во время включения питания на экране отображается серийный номер и версия микропрограммного обеспечения PA4000.
- 4. После этого прибор готов к работе.

Концепция глобальных параметров, параметров группы и канала.

Определение группы	При работе с многофазными анализаторами мощности часто требуется объединить измерительные каналы. Это называется группировкой. В рамках группы один канал действует в качестве источника частоты и опорного сигнала для всех остальных каналов в группе. Группировка обычно используется, например, при измерениях параметров трехфазных двигателей. Каналы 1 и 2 можно сгруппировать для измерения входной мощности, а каналы 3 и 4 — для измерения выходной мощности. Более подробные сведения о группировке каналов см в разделе <i>Подключение</i> главы <i>Система меню</i> . (См. стр. 47, <i>Проводка</i> .)
Глобальные настройки, настройки группы и канала	Анализатор РА4000 имеет множество различных настроек, которые влияют как на отображение результатов, так и на фактические результаты. Для упрощения работы с прибором настройки могут влиять на один или несколько параметров. В зависимости от параметра влияние и использование может быть на глобальном уровне, на уровне групп или на уровне канала. Ниже представлено распределение параметров по влиянию на измерения и результаты.
Глобальные настройки	Глобальные настройки влияют на все измерения. Следующие настройки являются глобальными:
	гашение (См. стр. 60, <i>Гашение</i> .);
	усреднение (См. стр. 61, Усреднение.);
	частота обновления (См. стр. 60, Частота обновления.);
	автоматическая установка нуля (См. стр. 61, Автоматическая установка нуля.).
	Глобальные настройки устанавливаются в меню конфигурации системы.
Настройки групп	Настройки группы влияют на все каналы в группе. К этим настройкам относятся:
	измерения (См. стр. 35, Измерения.);
	 конфигурация измерений (настройка числа гармоник, THD, DF и TIF) (См. стр. 39, Конфигурация измерений.);
	режим (См. стр. 42, <i>Режимы.</i>);
	 подключение (См. стр. 47, Проводка.);
	 диапазоны (См. стр. 49, Диапазоны.);
	выбор шунта (См. стр. 50, Шунты.);

- источник частоты;
- полоса пропускания (См. стр. 52, Полоса пропускания.).

Настройки канала Настройки каналов полностью независимы от группировки. Следующие настройки являются настройками каналов:

коэффициент масштабирования (См. стр. 52, Масштабирование.).

При настройке параметров группы или канала, группа или канал отображаются в верхней части меню. Для смены группы или канала используются кнопки со стрелками влево и вправо.

Подключение тестируемого устройства

Анализатор РА4000 позволяет непосредственно измерять до 1000 В^{ср. кв.}, КАТ. II и 30 А_{ср. кв.} или 1 А_{ср. кв.} с помощью клемм 4 мм в задней части каждой аналоговой платы. Для измерений за пределами этого диапазона (более высокая или низкая мощность) см. информацию об использовании преобразователей тока и напряжения. (См. стр. 27, *Подсоединение источников сигнала*.)

Для измерения мощности подключите измерительные клеммы PA4000 параллельно напряжению питания и последовательно с током нагрузки, как показано ниже.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание травм всегда используйте безопасные кабели хорошего качества и проверяйте их на отсутствие повреждений перед использованием.





- Подключите фазу источника питания переменного тока к клемме Vhi (1)
- Подключите нейтраль источника питания переменного тока к клемме Vlo (2)
- Подключите нейтраль нагрузки к клемме «30 А» Ahi (4) или «1 А» A1a (6)
- Подключите нейтраль источника питания к клемме Alo (5)

Для подключаемых с помощью вилки однофазных устройств самым простым и безопасным способом подключения является использование распределительной коробки Tektronix. В ней имеется линейное гнездо для подключения изделия и гнезда 4 х 4 мм для прямого подключения к клеммам РА4000, как описано выше.

Стандартные измерения

Включите подачу питания на нагрузку. Анализатор РА4000 готов к выполнению измерений. При подключении нагрузки нет необходимости включать или выключать анализатор РА4000.

GROUP A Ch1	GROUP B Ch2			GROUP C Ch3			GROUP D Ch4			
Vrms 109.71 v	Vrms 0.0000	v	Vrms	0.0000	v	Vrms	0.0000	v		
Arms 262.42 mA	Arms 0.0000	A	Arms	0.0000	A	Arms	0.0000	A		
watt 16.166 w	Watt 0.0000	w	Watt	0.0000	w	Watt	0.0000	w		-
Freq 59.995 Hz	Freq 0.0000	Hz	Freq	0.0000	Hz	Freq	0.0000	Hz		
PF 0.5615	PF 0.0000		PF	0.0000		PF	0.0000	_		
vim 109.91 v		-						_		
V3m 3.4909 V								_		
V5m 769.26 mV								-		
V7m 200.02 mV										
									05:05P 10/13	

По умолчанию отображается до 4 столбцов результатов (по одному на каждый канал). Экран может подразделяться на столбцы и строки. Каждый столбец отмечен одним из четырех цветов. Цвет означает группу результатов, к которой относится столбец. К одной группе могут относиться различные столбцы. Для однофазных устройств в одной группе может быть только один столбец результатов. При добавлении столбцов минимального и максимального времени фиксации количество столбцов увеличивается до трех.

В одной группе название результата имеет цвет группы и находится слева от группы. Все результаты одной группы всегда отображаются в одном и том же порядке. Результаты отображаются в отдельных строках.

В стандартном режиме каждый столбец соответствует одному каналу прибора, и все каналы находятся в разных группах. Каждая группа конфигурируется как настройка подключения, например: 1 фаза, 2 провода. В каждой строке представлен тип измерения (Вср.кв.), измеренное значение (248,4) и единицы измерения (В). Для представления единиц измерения используется стандартное техническое обозначение, например, мВ = милливольт (10-3), а МВ = мегавольт (10+6).

Навигация в окне результатов

Для просмотра строк измерений используйте две верхние виртуальные кнопки на экране для прокрутки и листания вверх, а две нижние виртуальные кнопки на экране — для прокрутки и листания вниз.



Для просмотра результатов в более крупном размере можно использовать кнопку [ZOOM] (Масштаб) слева от дисплея. С ее помощью можно активировать три различных уровня масштабирования:

- 4 столбца по 12 результатов в столбце;
- 2 столбца по 6 результатов в столбце;
- 1 столбец с 3 результатами.

Если все столбцы не могут разместиться на экране одновременно (например, 6 столбцов с результатами в 4-столбцовом режиме), для просмотра можно использовать кнопки со стрелками слева от дисплея.



Анализатор РА4000 имеет опции фиксированного и автоматического выбора диапазона. По умолчанию установлен автоматический выбор диапазона. Если выбран фиксированный диапазон, или если пик входного сигнала превышает диапазон, возникает состояние выхода за пределы диапазона. В этом случае в окне результатов будут мигать все результаты для находящегося вне диапазона канала. Кроме того, будет мигать надпись Vrms (Вср.кв.) и/или Arms (Аср.кв.), указывая на выход за пределы диапазона в канале тока, напряжения или в обоих каналах.

Навигация в системе меню

Система меню обеспечивает полный доступ ко всем настройкам анализатора РА4000. Для доступа к системе меню нажмите желтую кнопку [MENU] (Меню).

Для возврата в окно измерений повторно нажмите кнопку [MENU] (Меню) или кнопку Result (Результаты).

Если система меню активна, для навигации и выбора опций можно использовать пять виртуальных кнопок на экране справа от дисплея. Список кнопок меню содержится в разделе «Виртуальные кнопки на экране» настоящего руководства. (См. стр. 22, *Виртуальные кнопки на экране.*)

Если открытое меню отображает название группы или канала, это означает, что настройки распространяются только на указанную группу или канал. Для перехода к другой группе или каналу используйте кнопки со стрелками вправо и влево.



Пример. Выбор измерений для отображения.

Одной из первых настроек, которые может выполнить пользователь, является изменение списка отображаемых измерений.

Для выбора измерений для отображения:

- 1. Нажмите кнопку [MENU] (Меню) (чтобы открыть меню).
- 2. Нажмите № для просмотра списка измерений. Измерения будут показаны с символом 🖋 в указанном порядке.
- **3.** С помощью кнопок 🔼 и 🔽 выберите измерение для отображения и нажмите 🖌.

- **4.** Для изменения порядка отображения измерений выберите измерение, которое необходимо переместить и нажмите **₩**. Полоса выделения станет красной.
- 5. С помощью кнопок 🖾 и 🔽 переместите измерение и нажмите 🚥 для подтверждения нового положения.

Для удаления измерения выберите его и нажмите 🖌.

Совет.

Для восстановления списка по умолчанию см. раздел «Меню пользовательской конфигурации». (См. стр. 62, Пользовательская конфигурация.)

ПРИМЕЧАНИЕ. В зависимости от выбранного режима некоторые измерения выбрать нельзя. (См. стр. 42, Режимы.) О выборе измерений имеется более подробная информация. (См. стр. 35, Измерения.)

Контекстная справка

Во всей системе меню доступна контекстная справка, содержащая краткую информацию по каждому объекту. Например, нажмите кнопку [MENU] (Меню), затем кнопку [HELP] (Справка). Откроется справка по главному меню. Нажмите кнопку [HELP] (Справка) еще раз, чтобы закрыть справку и вернуться в предыдущее окно.

При навигации по меню, если пользователю требуется помощь по определенному окну, достаточно нажать кнопку [HELP] (Справка) для получения краткой информации. Справка имеется не для всех окон и уровней меню. Поэтому, если при нажатии кнопки [HELP] (Справка) информация не отображается, это означает, что для этого уровня справка отсутствует.

Работа с передней панелью

Устройство передней панели

Tektronix	3	(4)	PA4000 Power Analyze	r
	Control Control <t< th=""><th></th><th>5 Constant of the second secon</th><th>x - + 6 7 0 / 4 5 4 5 6 50 - - 1 2 3 1 2 3 0 - - 1 2 3 0 - - 1 - - 0 - - 1 - - 0 - - 1 - - 0 - - 1 - - 0 - - 1 - - 0 - - 1 - - 0 - - 1 - - 0 - - 1 - - 2 - - 1 - - 0 - - 0 - - 0 - - 0 - - 0 - - 0 - - 0 - 0<!--</th--></th></t<>		5 Constant of the second secon	x - + 6 7 0 / 4 5 4 5 6 50 - - 1 2 3 1 2 3 0 - - 1 2 3 0 - - 1 - - 0 - - 1 - - 0 - - 1 - - 0 - - 1 - - 0 - - 1 - - 0 - - 1 - - 0 - - 1 - - 0 - - 1 - - 2 - - 1 - - 0 - - 0 - - 0 - - 0 - - 0 - - 0 - - 0 - 0 </th

- 1. Кнопки быстрого просмотра.
- **2.** Легкодоступный разъем USB для запоминающих устройств (требуется дополнительная карта Ethernet/USB).
- **3.** ТFT-дисплей, 640 х 480.
- 4. 5 виртуальных кнопок на экране.
- 5. Функциональные и буквенные кнопки.
- 6. Кнопки чисел и уравнений.
- 7. Выключатель на передней панели.

Кнопки быстрого просмотра

Слева от дисплея находятся кнопки быстрого просмотра. Это кнопки предназначены для быстрого доступа к различны окнам.

Первые 7 кнопок служат для вызова различной информации:

- [Results] (Результаты) открывает стандартное окно результатов;
- [Wave] (Сигнал) отображает формы сигналов;
- [Bar] (Гистограмма) отображает гистограмму гармоник;
- [Integ.] (Интегратор) отображает интегральную форму сигнала;
- [Vector] (Вектор) отображает векторную диаграмму;
- [Math] (Математические функции) отображает результаты математических расчетов, сконфигурированных в главном меню;
- [Setup] (Настройка) открывает окно текущей конфигурации прибора.

При нажатии одной из этих кнопок на дисплее открывается соответствующее окно. При повторном нажатии не выполняются никакие действия.

В нижней части находится кнопка [ZOOM] (Масштаб) и кнопки со стрелками вправо и влево.

Кнопка масштабирования изменяет количество отображаемых на экране результатов. При ее нажатии выполняется переход от четырех до двух, а затем до одного столбца. При повторном нажатии снова отображаются четыре столбца.

С помощью кнопок со стрелками вправо и влево можно перемещать результаты для просмотра (до 15 столбцов). Кнопки со стрелками влево и вправо используются также в других окнах, например, в окне меню для смены групп, или в окне осциллограмм для перемещения курсоров.

Окно результатов Окно результатов по умолчанию открывается при включении питания анализатора PA4000.

GROUP A Ch1	GROUP B Ch2	GR	OUP C Ch3	GROUP Ch4)		
Vrms 109.71 v	Vrms 0.0000	v vrms O.	0000 v	vrms 0.000	0 v		
Arms 262.42 mA	Arms 0.0000	A Arms O.	0000 🔺	Arms 0.000	0 🗚		
watt 16.166 w	watt 0.0000	Watt O.	0000 🛚	Watt 0.000	0 w		
Freq 59.995 Hz	Freq 0.0000 H	z Freq O.	0000 Hz	Freq 0.000	0 Hz		
PF 0.5615	PF 0.0000	pf O.	0000	PF 0.000	0		
vim 109.91 v	/						
vam 3.4909 v	/				_		
V5m 769.26 mV	/						
v7m 260.02 mv	·	-			_		
						05:05P	
						10/13	

В окне результатов отображаются все запрошенные результаты.

Размер и количество результатов на экране можно изменять с помощью кнопки [ZOOM] (Масштаб).

Отображаемые результаты, а также порядок их отображения можно настроить в меню [MEASUREMENTS] (Измерения). (См. стр. 35, Измерения.) Количество отображаемых гармоник, отображение столбцов минимального и максимального времени фиксации и столбца SUM (Сумма) можно также настроить в меню [MEASUREMENT] CONFIGURATION (Конфигурация измерений).(См. стр. 35, *Главное меню*.)

Окно осциллограмм При нажатии кнопки [Waveform] (Осциллограмма) осциллограмма измеренных данных отображается в непрерывном режиме.



Окно осциллограмм состоит из двух частей. В верхней части окна отображается напряжение, сила тока и мощность для каждого канала группы. Метка канала имеет тот же цвет, что и осциллограмма. (См. стр. 53, Графики и осциллограммы.) Измерение отображается, даже если осциллограмма отсутствует.

Под этими измерениями находится текущая осциллограмма, отображаемая по осям х и у.

Формы сигналов можно просматривать, нажав кнопку [Wave] (Сигнал) слева от дисплея. Можно также выбрать осциллограммы для просмотра, нажав кнопку [MENU] (Меню) и выбрав [Graphing and Waveforms] (Графики и осциллограммы), а затем [Waveforms] (Осциллограммы) и напряжение, силу тока или мощность для представления в виде осциллограмм.

Выбор осциллограмм осуществляется по группам. Это означает, что на одной осциллограмме могут отображаться только сигналы указанной группы.

Сменить группу можно с помощью кнопок со стрелками влево и вправо в нижней левой части дисплея. При этом сменяется и группа для выбора осциллограммы и отображаемая осциллограмма.

При построении осциллограммы сигнал опорной фазы группы начинается на пересечении осей Х и Ү. Отображение или скрытие опорной осциллограммы не влияет на положение остальных осциллограмм. Например, если напряжение по каналу 1 является сигналом опорной фазы, а сила тока по каналу 1 имеет отставание по фазе 90 градусов, но напряжение по каналу 1 не отображается, сила тока по каналу 1 будет отображаться с отставанием по фазе 90 градусов.

Для оси X (время) диапазон будет вдвое превышать период наиболее низкого отображаемого сигнала частоты, округленного до времени, начинающегося с 1, 2 или 5. Например, если наиболее низкая частота составляет 50 Гц, удвоенный период составляет 40 мс, то масштаб времени составит 50 мс. Если ни на одной из отображаемых осциллограмм нет измеренной частоты (т. е. на всех пост. ток), тогда в качестве масштаба времени принимается 500 мс.

По оси У рассматривается диапазон для всех отображаемых каналов одной величины (напряжение, сила тока или мощность). Используется максимальный диапазон.

Окно гистограммы Гистограмма отображает гармоническую информацию напряжения, силы тока или мощности в виде столбчатой диаграммы.


Используемые для отображения данные зависят от параметров гармоник группы, в которой находится канал. Все функции виртуальных кнопок на экране распространяются на группу. Кнопки со стрелками влево и вправо используются для смены канала (===).

Для отображения гармоник на гистограмме не обязательно отображать их в виде результатов. Если гармоники никогда не отображались и не были с конфигурированы, гистограмма будет генерироваться по настройкам гармоник по умолчанию.

В верхней части каждого графика имеется 2 вида показаний. Первое — это полное значение основной гармоники и фазовый угол. Второй результат — это выделенная гармоника в тех же единицах, которые отображаются в окне результатов (в процентном или абсолютном выражении в зависимости от пользовательских настроек для данной группы) и фазовый угол. Фазовый угол отображается независимо от того, отображается ли он в окне результатов.

Рядом с двумя результатами находится текст с названием группы и канала, которые отображены на гистограмме.

Отельные гармоники можно выбрать с помощью кнопок со стрелками влево и вправо. Выбранные гармоники будут желтыми, остальные — зелеными. Кнопки со стрелками влево и вправо изменяют выбор гармоник только в активной группе. Если на дисплее отображается только одна гистограмма, использование функции выбора просто. При переходе на другой канал с помощью кнопок со стрелками влево и вправо, выбранная гармоника строится исходя из возможных изменений при просмотре предыдущего канала.

По оси X можно отобразить максимум 50 гармоник, несмотря на то, что их число может фактически достигать 400. Отображаемые значения гармоник определяются последовательностью гармоник и диапазоном соответствующей группы. Например, если прибор сконфигурирован для отображения нечетных и четных гармоник до 50-й, будет отображаться 50 гармоник. При выборе только четных гармоник до 19-й будет отображаться 10 гармоник.

Если число отображаемых гармоник меньше 50, они будут распределяться по допустимой ширине графика. Если пользователь выбрал отображение более 50 гармоник, для перехода между гармониками используются виртуальные кнопки на экране со стрелками влево и вправо, а метки осей изменятся после достижения результата 50-й гармоники.

Описание виртуальных кнопок на экране приведено ниже.



Окно интегратора Окно интегратора позволяет отображать интегрированные результаты в виде графика. (См. стр. 44, *Режим интегратора*.) Одновременно можно отображать следующие результаты:

- 1. Вт-ч
- 2. ВА-ч

- 3. ВАр-ч
- 4. А-ч
- 5. Средняя мощность (Вт)
- 6. Средний коэффициент мощности
- 7. Напряжение (В)
- **8.** Сила тока (А)
- 9. Мощность (Вт)
- 10. Полная энергия основной гармоники (ВА-ч) (VAHf)
- 11. Реактивная энергия основной гармоники (BAp-ч) (VArHf)
- 12. Компенсационная реактивная мощность (BAp) (VArs)

Так же как и сам интегратор, результаты отображаются по группам. Это означает, что максимальное число линий на графике — 4, как в системе (3 фазы, 4 провода) с результатами функции SUM (Сумма). Имеется опция добавления или удаления линий графика с экрана в рамках ограничений группы. Например, можно отображать результаты для канала 1 и результаты функции SUM (Сумма). Для этого имеется две причины. Во-первых, в сбалансированной трехфазной системе интегрированные показания для каждого канала будут подобными, поэтому линии на графике будут накладываться друг на друга. Это может привести к путанице. Во-вторых, в сбалансированной трехфазной системе при отображении результатов канала и суммирования на одном графике, график канала не превысит 1/3 высоты оси Y. При удалении результатов суммирования и перемасштабировании оси Y повышается разрешение графика для канала.

В верхней части экрана отображаются показания для каждого канала группы (включая канал суммирования). Эти показания отображают результат, который был выбран для отображения в окне настройки осциллограммы интегратора, т. е. если отображается график для Вт-ч, то и показание отображается в Вт-ч.

График всегда отображается тем же цветом, что и обозначение канала.

Во время отображения интегрированного графика нажатие на кнопки со стрелками влево или вправо приведет переходу к результатам группы. Если в режиме интегратора только одна группа, график не изменится.

Масштабирование по осям X и Y выполняется автоматически. Для оси Y время изменяется автоматически при увеличении времени интегрирования. Это максимально увеличивает наглядность графика.

При интегрировании можно в любое время изменить график с помощью виртуальной кнопки на экране INT. Нажатие на эту кнопку открывает меню настройки осциллограммы интегратора для выбранной группы.

Окно векторной диаграммы

Векторная диаграмма отображает гармоники напряжения, силы тока или напряжения и силы тока в векторной форме.



Векторы отображаются по группам. Кнопки со стрелками влево и вправо слева от дисплея используются для смены отображаемой группы. Активная группа отображается в верхнем левом углу цветом соответствующей группы.

Виртуальные кнопки на экране со стрелками влево и вправо служат для изменения номера отображаемой гармоники. Доступные для отображения гармоники — те же, что и гармоники, отображаемые в окне результатов. Имеется два различия. Первое состоит в том, что, если окно результатов настроено на отображение величин в процентах от значения основной гармоники, тем не менее будет использоваться абсолютная величина. Это позволит выполнить верное сравнение величин выбранной гармоники для каждого канала в группе. Второе различие состоит в том, что, если пользователь не включил отображение гармоник, тем не менее будет использоваться настройка гармоник. Это позволяет быстро просмотреть данные гармоник без их отображения.

Виртуальная кнопка на экране [V/A] (B/A) в верхней части позволяет переключаться между отображением только векторов напряжения, только векторов силы тока и векторов силы тока и напряжения вместе.

Все векторы отображаются различным цветом. На графике могут одновременно отображаться до 6 векторов. Это происходит в случае конфигурации «3 фазы, 4 провода» при отображении напряжения и силы тока.

Помимо отображения векторной линии справа от векторной диаграммы отображаются величина и фазовый угол вектора. Данные напряжения и силы тока отображаются даже если вектор не показан.

Величина рассчитывается по максимальному диапазону для отображаемой группы (в режиме автоматического выбора диапазона каналы могут иметь различный диапазон). Диапазон не изменяется при изменении номера гармоники, что позволяет визуально сравнивать гармоники с разными номерами.

Описание виртуальных кнопок на экране приведено ниже.

V/A	Переключает отображение только векторов напряжения, только векторов силы тока и векторов силы тока и напряжения вместе. Действие распространяется на группу.
	Переход к вектору справа от отображаемого (по возрастанию). Действие распространяется на группу.
	Переход к вектору слева от отображаемого (по убыванию). Действие распространяется на группу.
	Никаких действий.
HARM	Переход в меню настройки гармоник. Переход к соответствующей группе.

Окно математических расчетов

Окно математических расчетов служит для отображения сконфигурированных значений. Это могут быть просто значения, выбранные для отображения в легко читаемой форме, или математически преобразованные основные значения.

Math					
CHIVRMS	120.71 v	FN2	0.0000		
FN3	0.0000	FN4	0.0000		
FN5	0.0000	FN6	0.0000		
FN7	0.0000	FN8	0.0000		
		ar Galles			
Otre a					

Можно определить до 30 математических функций с метками FN1—FN30. Для каждой функции можно указать следующие параметры:

- Название понятное для пользователя название длиной до 10 символов. (По умолчанию название совпадает с меткой, например FN1).
 В меню метка функции всегда отображается вместе с присвоенным пользователем названием.
- Единицы измерения понятные пользователю единицы измерения, например Вт для ватт. (По умолчанию единицы не указаны). К единицам измерения добавляются соответствующие приставки для кратных единиц и, m, k, M (мк, м, к, M). Длина единиц измерения — до 4 символов.
- Уравнение математическая формула длиной до 100 символов.

Дополнительные сведения см. в разделе «Математические функции».(См. стр. 56, *Математические функции*.)

Окно настройки Доступ в окна настройки осуществляется с помощью кнопки [Setup] (Настройка). Имеется два окна. В первом окне отображается текущая конфигурации каналов и групп, а также такие параметры как гашение и настройки связи.

A	nalyzer	Config	uration	
	Channel 1	Channel 2	Channel 3	Channel 4
V Scaling	1.000	1.000	1.000	1.000
I Scaling	1.000	1.000	1.000	1.000
Ext.Shunt Scal.	1.000	1.000	1.000	1.000
V Ext.Phase Comp	. 0.000	0.000	0.000	0.000
I Ext.Phase Comp.	0.000	0.000	0.000	0.000
V Range	2007	2007	2007	200V
I Range	1A	1A	1A	1A
Wiring	GROUP A	GROUP B	GROUP C	GROUP D
Mode	Normal	Normal	Normal	Normal
V Range	2007	2007	200V	2007
I Range	1A	14	1A	1A
Shunt	Internal(30A)	Internal(30A)	Internal(30A)	Internal(30A)
Freq. Source	Volts	Volts	Volts	Volts
Phase Ref.	Volts	Volts	Volts	Volts
Freq. Range	10Hz - 50kHz	10Hz - 50kHz	10Hz - 50kHz	10Hz - 50kHz
Bandwidth	High	High	High	High
		Press	-> for instrumen	ts information

Во втором окне отображается конфигурация прибора включая информацию о дате последней поверки и настройки, серийный номер прибора, версию микропрограммного обеспечения, а также данные установленных аналоговых плат.

Analyzer Configuration							
Serial Num Firmware v Language	ber Version	10001 1.000 Englis	0200012 .036 sh				
Main Card Channel 1 Channel 2 Channel 3 Channel 4	Serial N 090018 090018 090018 090018 090018	umber 500027 100077 100093 100085 100070	Hardware Rev. 7 6 6 6 6 6	Last Verified 03-30-2012 03-30-2012 03-30-2012 03-30-2012	Last Adjusted 05-03-2012 05-03-2012 05-03-2012 05-03-2012		
				Press <- for	user information		

Виртуальные кнопки на экране

Виртуальные кнопки на экране используются для контекстно-зависимых функций. Во многих окнах используются одинаковые символы виртуальных кнопок на экране для одинаковых функций. Описание общих виртуальных кнопок на экране представлено ниже. Если символ кнопки отображается серым цветом, это означает, что достигнут предел для этой кнопки. Например, если вы находитесь вверху списка результатов, стрелка вверх будет серой. Подробные сведения о специальных виртуальных кнопок на экране содержатся в соответствующих разделах руководства.

	Страница вверх
	Перемещение вверх на один результат, строку меню, строку текста справки
	Функция не присвоена
	Перемещение вниз на один результат, строку меню, строку текста справки
	Страница вниз
	Переход вверх в предыдущее меню
	Переход вниз в выбранное меню
↓ ↑	Перемещение выбранного измерения вверх или вниз в списке
	Перемещение выбранного измерения вверх на одну строку
	Перемещение выбранного измерения вниз на одну строку

\checkmark	Выбор выделенного пункта
×	Отмена
О.К.	Сохранение результата
DEL	Удаление символа слева от курсора.
CLR	Очистка введенного текста

Функциональные и буквенные кнопки

Справа от виртуальных кнопок на экране расположены функциональные кнопки, которые служат также для ввода алфавитных символов.

- [MENU] (Меню) включает и выключает экранные меню. Меню всегда появляется на верхнем уровне.
- [HELP] (Справка) включает контекстную справку для текущего окна. При нажатии на любую другую кнопку, кроме настроенных виртуальных кнопок на экране, никакие действия не выполняются. Повторное нажатие на кнопку [HELP] (Справка) закрывает окно справки.
- [Menu 1]/[ABC] (Меню 1/ABC), [Menu 2]/[DEF] (Меню 2/DEF) кнопки быстрого доступа к заданному меню. Нажав и удерживая любую из этих кнопок в течение 2 секунд, можно назначить меню для нажатой кнопки. Например, если нажать и удерживать кнопку [Menu 1] (Меню 1) при открытом меню диапазона напряжения, то в дальнейшем нажатие на кнопку [Menu 1] (Меню 1) из любого другого окна вызовет меню диапазона напряжения.
- [Print]/[GHI] (Печать/GHI) передача отображаемых результатов на USB- или RS232-принтер или запоминающее устройство. НЕ РЕАЛИЗОВАНО.
- [DATA OUT (DATA DUMP)]/[JKL] (Вывод данных/JKL) нажатие на эту кнопку запускает или останавливает регистрацию данных. Если данные регистрируются, светодиод под этой кнопкой мигает.

- [Reset/Clear]/[MNO] (Сброс/очистка/MNO) функция этой кнопки зависит от конфигурации прибора. Она очищает минимальное и максимальное время удержания и сбрасывает интегратор.
- [Integ. Run]/[PQRS] (Запуск интегратора/PQRS) нажатие на эту кнопку запускает или останавливает интегратор. Если интегратор работает, светодиод под этой кнопкой мигает.
- [HOLD]/[TUV] (ФИКСАЦИЯ/TUV) при нажатии на эту кнопку прекращается обновление результатов на экране. При повторном нажатии результаты начинают изменяться. Если дисплей зафиксирован, горит светодиод под кнопкой [HOLD] (Фиксация). Если интегратор работает, сбор данных продолжается.
- [LOCAL]/[WXYZ] (Локальный/WXYZ) если прибор получает данные через USB, GPIB, Ethernet или RS232, передняя панель заблокирована. Нажатием на кнопку [LOCAL] (Локальный) можно вернуть функции управления на переднюю панель. Если передняя панель заблокирована, горит желтый светодиод под кнопкой [LOCAL] (Локальный).

Каждая из описанных кнопок выполняет альтернативную функцию, которая выделена синим. Для доступа к этим функциям необходимо нажать кнопку [SHIFT]. В основном они используются для ввода букв в текстовые поля в меню. При каждом повторном нажатии на кнопку вводимая буква изменяется в порядке, показанном над кнопки. Если ни одна кнопка не нажата в течение 1 секунды, или нажата другая кнопка, курсор переместится в следующее положение.

Кнопки чисел и уравнений

Основное назначение цифровой части клавиатуры — ввод чисел и уравнений. Назначение кнопок:

- [7]/[х] цифра «семь» или (совместно с кнопкой [SHIFT]) знак умножения.
- [8]/[-] цифра «восемь» или (совместно с кнопкой [SHIFT]) знак вычитания.
- [9]/[+] цифра «девять» или (совместно с кнопкой [SHIFT]) знак сложения.
- [4]/[/] цифра «четыре» или (совместно с кнопкой [SHIFT]) знак деления.
- [5]/[(] цифра «пять» или (совместно с кнопкой [SHIFT]) левая скобка.
- [6]/[(] цифра «шесть» или (совместно с кнопкой [SHIFT]) правая скобка.

- [6]/[SIN()] цифра «один» или (совместно с кнопкой [SHIFT]) функция синуса.
- [2]/[COS()] цифра «два» или (совместно с кнопкой [SHIFT]) функция косинуса.
- [3]/[TAN()] цифра «три» или (совместно с кнопкой [SHIFT]) функция тангенса.
- [0]/[:] цифра «ноль» или (совместно с кнопкой [SHIFT]) двоеточие.
- [.]/[ПРОБЕЛ] десятичная точка или (совместно с кнопкой [SHIFT]) пробел.
- [=]/[ху] знак «равно» или (совместно с кнопкой [SHIFT]) Х в степени Y.
- [+/-]/[x2] плюс/минус или (совместно с кнопкой [SHIFT]) Х в квадрате.
- [SHIFT] включение выделенным синим опций числовых и общих кнопок.
- [ENTER]/[√] ввод или (совместно с кнопкой [SHIFT]) квадратный корень.

Регистрация данных на флэш-накопитель USB.

Анализатор РА4000 позволяет сохранять данные на флэш-накопителе USB. Прибор записывает все выбранные измерения в файл в формате CSV (значения, разделенные запятыми) и сохраняет его на подключенный флэш-накопитель USB. Запись результатов выполняется каждую секунду.

Прежде чем включить регистрацию данных, подключите флэш-накопитель USB к хост-порту USB на передней панели анализатора РА4000. Задний порт нельзя использовать для запоминающих устройств.



ОСТОРОЖНО. Если флэш-накопитель USB извлечен в то время, как регистрация данных включена, произойдет повреждение данных.

Регистрация данных

Для запуска регистрации нажмите кнопку [DATA OUT (DATA DUMP)] (Вывод данных). Светодиод под кнопкой мигает каждую секунду, сигнализируя о регистрации данных. Для остановки регистрации нажмите кнопку [DATA OUT (DATA DUMP)] (Вывод данных). После того, как светодиод погаснет, накопитель можно извлечь.

Сохранение и формат данных Данные регистрируются в каталоге, создаваемом анализатором РА4000 на флэш-накопителе USB. Имя созданного каталога будет состоять из пяти последних цифр серийного номера РА4000 и даты начала регистрации данных. Имя файла состоит из времени начала регистрации данных в

24-часовом формате и имеет расширение .CSV.

Например, если анализатор с серийным номером 100010200001 начал регистрацию данных 31 декабря 2011 г. в 14:18:56, путь к файлу будет выглядеть следующим образом:

<Корневой каталог>\PA4000\00001\11-12-31\14-18-56.csv

В первой части файла содержится заголовок, содержащий серийный номер прибора и время начала регистрации данных.

Вторая часть содержит информацию о конфигурации группы РА4000. В нее входит индекс группы, название группы, количество каналов в группе и количество результатов для группы.

В третьей части файла содержатся заголовки столбцов для каждого выбранного измерения. Последующие столбцы содержат индексированный набор выбранных измерений в порядке, отображаемом на экране РА4000. Пример зарегистрированных данных представлен ниже.

	А	В	С	D	E	F	G	Н	I
1									
2	Serial Nur	100008200001							
3	Firmware	1.000.028							
4	Start Date	10/16/2011							
5	Start Time	10:43:03							
6									
7	Group	Name	# of Ch.	# of Res.					
8	1	GROUP A	1	6					
9									
10									
11	Index	Time	Vrms	Arms	Watt	Var	Freq	PF	CH1VRMS(V)
12	1	10:43:04	1.10E+02	1.96E-01	1.19E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.57E-01	1.10E+02
13	2	10:43:05	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
14	3	10:43:06	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
15	4	10:43:07	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
16	5	10:43:08	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
17	6	10:43:09	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
18	7	10:43:10	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.57E-01	1.10E+02
19	8	10:43:11	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.57E-01	1.10E+02
20									

Результаты математических операций также сохраняются при регистрации данных. Они располагаются после результатов для каналов. Регистрируются результаты только выбранных математических операций. Название столбца состоит из названия функции и единиц измерения, заданных пользователем.

Дополнительные сведения см. в разделе хост-порт USB (См. стр. 109, USB-хост.)

Подсоединение источников сигнала

Обзор входных разъемов



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током или травмы, соблюдайте следующие правила.

· Не прикасайтесь к соединениям, внутренним цепям или измерительным устройствам, подключенным к заземлению.

· Всегда соблюдайте указания относительно последовательности подключения(См. стр. 2, Порядок подключения.)

Источники сигнала подключаются на задней панели анализатора РА4000. Для каждой аналоговой платы имеется несколько входных разъемов, см. ниже.



- 1. Подключение высокого напряжения.
- 2. Подключение низкого напряжения.

	3.	Т1АН, предохранитель 250 В для защиты шунта 1 А.
	4.	Подключение сильного тока 30 А.
	5.	Подключение слабого тока (общее для шунта 30 А и 1 А).
	6.	Подключение сильного тока 1 А.
	7.	Вход сильного тока внешнего шунта.
	8.	Вход слабого тока внешнего шунта.
	9.	Питание ±15 В для внешних преобразователей (опция).
Напряжение	Ис не па	точники сигнала напряжения до 1000 В _{ер. кв.} можно подключать посредственно к черному и желтому гнездам 4 мм VHI и VLO на задней нели анализатора РА4000.
Ток	Ан пол неп и А шу неп час	ализатор РА4000 имеет два встроенных шунта тока. Первый шунт зволяет подключать источники тока до 30 A _{ср. кв.} с пиком 200 А посредственно к безопасным черному и желтому гнездам 4 мм АНІ ALO в задней части каждого измерительного канала РА4000. Второй чт позволяет подключать источники сигнала 1 A _{ср. кв.} с пиком 5 А посредственно к синему гнезду 1 А и синему безопасному гнезду в задней сти каждого измерительного канала.
Входные разъемы внешнего токового входа	Входные разъемы внешнего токового входа принимают сигнал нап пика до ±3 В, пропорциональный измеряемому току. Этот вход по присоединять различные внешние преобразователи тока от миллиз шунтов тока до мегаамперных трансформаторов тока. Для каждог преобразователя анализатор РА4000 можно масштабировать для сч правильных показаний тока. (См. стр. 47. Входы.)	
	Вь	бор преобразователя тока зависит от следующих факторов:
		измеряемый ток, включая пики и переходные процессы;
		требуемая точность;
	•	требуемая полоса пропускания: за исключением случаев чисто синусоидальных осциллограмм требуется полоса пропускания, превосходящая основную частоту;
		наличие постоянного тока;
	•	удобство присоединения, т. е. использование трансформатора тока с открывающимися зажимами для быстрого соединения жгута фиксированной разводки;
		влияние преобразователя на цепь.

Подсоединение простого трансформатора тока

Для использования традиционного трансформатора тока, например серии CL Tektronix (или любого другого преобразователя с токовым выходом) соедините нормальные входы AHI и ALO анализатора PA4000 и выходы трансформатора тока. Следуйте указаниям производителя по безопасному использованию и установке преобразователя. В зависимости от выходного уровня трансформатора тока необходимо выбрать вход 30 A AHI или 1 A AHI. Выбор зависит от ожидаемого динамического диапазона выходного сигнала трансформатора тока.

Как правило, положительный выход (или HI) отмечен стрелкой или знаком «+». Присоедините эту клемму к соответствующему входу АНІ анализатора РА4000.



Масштабирование тока

Выходной ток трансформатора тока пропорционален измеряемому току нагрузки. Например, Tektronix CL200 производит выходной ток, равный 1/100 измеряемого тока.

Для правильного измерения с помощью РА4000 используйте функцию масштабирования анализатора для масштабирования или умножения выходного тока трансформатора.

Например, CL200 является трансформатором тока 100:1. При измерении 100 А выходной ток составляет 1 А. Для масштабирования РА4000 следует ввести масштабный коэффициент 100:

Нажмите [MENU] (Меню)

Выберите 🔼 🔽 «Inputs» (Входные сигналы) и нажмите 💟

Выберите 🔼 🔽 «Scaling» (Масштабирование) и нажмите 💟

Выберите 🔼 🔽 «Amps» (Ампер) и нажмите 💟

Для удаления введенных значений используйте кнопку 💷.

Введите новый масштабный коэффициент (100)

Нажмите ••

Нажмите [MENU] (Меню) для возврата в окно измерений.

Анализатор РА4000 готов к выполнению измерений с помощью трансформатора тока.

Подсоединение внешнего омического шунта

Использование омического шунта — это простой способ расширить диапазон измерений анализатора РА4000. Шунтирующий резистор подсоединяется последовательно с нагрузкой, а напряжение на шунте прямо пропорционально току.

Источники сигнала напряжения можно подсоединить непосредственно к внешним токовым входам РА4000.

Например, используется шунт сопротивлением 1 мОм для измерения 200 А ср. кв.

1. Убедитесь, что генерируемое напряжение соответствует РА4000

 $V = I \ge R$ (Закон Ома)

Vshunt = I x Rshunt (Vшунта = I x Rшунта)

Vshunt = 200 x 0.001 Ohms (Vшунта = 200 x 0,001 Ом)

Vshunt = 0.2 V (Vшунта = 0,2 B)

Это в пределах диапазона 3 Впик для внешних токовых входах анализатора РА4000.

2. Подключите шунт последовательно с нагрузкой к входам ЕХТ-НІ и ЕХТ-LO, как показано на рисунке.



Отключите все соединения от нормального разъема ALO!



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Соединения с нормальными разъемами тока могут иметь высокое напряжение.

Во избежание ошибок и риска поражения электрическим током отключите все соединения от ALO. EXT-LO и ALO подключены внутри PA4000, поэтому соединения с AHi, ALo и A1A могут иметь тот же потенциал, что и EXT-LO.

Для наилучшей защиты от шума EXT-LO следует подключать непосредственно к ALO.

3. Настройте анализатор РА4000 для измерения тока на разъемах ЕХТ-НІ и ЕХТ-LO. Нажмите [MENU] (Меню)

Нажмите [MENU] (Меню)

Выберите 🔼 🔽 «Inputs» (Входные сигналы) и нажмите 💟

Выберите 🔼 🔽 Shunts (Шунты) и нажмите 💟

Выберите 🔼 🔽 External (Внешний) и нажмите 🎸

Нажмите [MENU] (Меню) для возврата в окно измерений.

4. Масштабируйте показания, отображаемые на экране осциллографа.

По умолчанию применяется масштаб 1 B = 1 A.

В этом примере R = 0,001 Ом. Масштабный коэффициент задается в Амперах на Вольт, поэтому в этом случае масштабный коэффициент составляет 1000.

Для ввода масштабного коэффициента:

Нажмите [MENU] (Меню)

Выберите 🔼 💟 «Inputs» (Входные сигналы) и нажмите

Выберите 🔼 🔽 «Scaling» (Масштабирование) и нажмите D

Выберите 🔼 💟 «External Shunt» (Внешний шунт) и нажмите 💟

Для удаления введенных значений используйте кнопку 💷.

Введите новый масштабный коэффициент (100)

Нажмите ок

Нажмите [MENU] (Меню) для возврата в окно измерений.

Анализатор РА4000 готов к выполнению измерений с помощью внешнего шунта.

Подсоединение преобразователя с выходным сигналом напряжения

Эти преобразователи имеют активные цепи, позволяющие улучшить производительность при широкой полосе пропускания. Это может быть устройство на основе эффекта Холла или пояса Роговского.

Процедура подобна установке внешнего шунта, описанной выше.

- 1. Следуйте указаниям производителя по безопасному использованию и установке преобразователя.
- **2.** Подключите выход напряжения к разъемам EXT-HI и EXT-LO канала РА4000 как описано выше.
- **3.** Выберите «Inputs» Shunts External (Входные сигналы шунты внешние) как описано выше.

Нажмите [MENU] (Меню)

Выберите 🔼 💟 «Inputs» (Входные сигналы) и нажмите 💟

Выберите 🔼 💟 Shunts (Шунты) и нажмите 💟

Выберите 🔼 🖾 External (Внешний) и нажмите 🗸

Нажмите [MENU] (Меню) для возврата в окно измерений.

4. Выберите и введите масштабный коэффициент. Эти типы преобразователей часто имеют номинал в мВ/А. Например, преобразователь с выходным сигналом 100 мВ/А эквивалентен внешнему шунтирующему резистору на 100 мОм. Для преобразования шкалы В/А в А/В инвертируйте значение. В приведенном выше примере 100 мВ/А эквивалентно 10 А/В.

Нажмите [MENU] (Меню)

Выберите 🔼 🔽 «Inputs» (Входные сигналы) и нажмите 💟

Выберите 🔼 💟 «Scaling» (Масштабирование) и нажмите 💟

Выберите 🔼 🔽 «External Shunt» (Внешний шунт) и нажмите 💟

Для удаления введенных значений используйте кнопку 💷.

Введите новый масштабный коэффициент (например, 0,1)

Нажмите ••

5. Нажмите [MENU] (Меню) для возврата в окно измерений.

Анализатор РА4000 готов к выполнению измерений с помощью трансформатора тока с выходным сигналом напряжения.



Подключение трансформатора/преобразователя напряжения

Анализатор РА4000 можно использовать с трансформатором напряжения или другим преобразователем для расширения диапазона измерений. Следуйте указаниям производителя по безопасному использованию и установке преобразователя.

Вывод преобразователя присоединяется к нормальным разъемам VHI и VLO. Как правило, положительный выход (или HI) отмечен стрелкой или знаком «+». Присоедините эту клемму к входу AHI анализатора PA4000.

Масштабирование Трансформатор напряжения генерирует выходной сигнал напряжения, пропорциональный измеряемому напряжению.

Для правильного измерения напряжения с помощью РА4000 используйте функцию масштабирования анализатора для масштабирования или умножения выходного тока трансформатора напряжения.

Например, при измерении с помощью трансформатора напряжения 1000:1 необходимо использовать масштабный коэффициент 1000.

Нажмите [MENU] (Меню)

Выберите 🔼 🔽 «Inputs» (Входные сигналы) и нажмите 💟

Выберите 🔼 🔽 «Scaling» (Масштабирование) и нажмите 🚺

Выберите 🔼 🔽 «Volts» (Вольт) и нажмите 💟

Для удаления введенных значений используйте кнопку **ССК**.

Введите новый масштабный коэффициент (1000)

Нажмите ок

Нажмите [MENU] (Меню) для возврата в окно измерений.

Анализатор РА4000 готов к выполнению измерений с помощью трансформатора напряжения.



Питание внешних преобразователей

Анализатор РА4000 может оснащаться опциональной функцией питания ±15 В для внешних преобразователей. Эта функция питания может подавать ток 250 мА на цепь каждой аналоговой платы (250 мА на +15 В и 250 мА на -15 В). Разъем удобно расположен рядом с входами каждой аналоговой платы.

Если опция питания ±15 В приобретена, для соединения будут поставлены 4 сопрягающихся разъема (номер по каталогу Tektronix 56-598) для подключения. Это разъемы Wago 231-303/026-000.

Система меню

Навигация	
	Меню РА4000 представляет собой мощную, но простую в использовании систему управления анализатором. Сведения о доступе и использовании системы меню см. в разделе <i>Начало работы</i> этого руководства. (См. стр. 9, <i>Навигация в системе меню</i> .)
	Для получения справки во время работы с анализатором РА4000 нажмите кнопку [HELP] (Справка).
Пункты меню	
	Для включения и выключения отображения системы меню нажмите кнопку [MENU] (Меню).
Главное меню	
	Для выбора меню нажмите кнопку [MENU] (Меню).
Измерения	
	По умолчанию: V _{rms} , A _{rms} , Watt, VA, PF и Freq. (В _{ср. кв.} , А _{ср. кв.} , Вт, ВА, коэффициент мощности и частота.)
	Пользователь может задать порядок отображения измерений на экране. Действие распространяется на группу. Измерения для групп можно отображать в любом порядке, в том числе гармоники. Однако гармоники всегда отображаются блоками, т. е. все гармоники напряжения отображаются непрерывным блоком в зависимости от заданных параметров.
	Стандартный экран измерений представлен ниже.

Measurements	Group: A	
Vrms		
Arms	\checkmark	
Watt	\sim	
PF		
Freq	\checkmark	▼ T
VA		
VAr		
Vpk+		
Vpk-		

В окне измерений можно выбрать измерение для отображения результата и изменить порядок отображения результатов. При входе в окно измерений появляются следующие виртуальные кнопки на экране:





Для перехода к требуемому результату используйте виртуальные кнопки на экране со стрелками вверх и вниз. Выбранное измерение будет отображаться на синем фоне.

Если результат выбран, он будет отмечен зеленой «галочкой» у правого края списка. Если результат не выбран, «галочка» отсутствует.

В окне результатов отображаются все результаты в том же порядке, что и в списке измерений. Этот список распространяется только на выбранную группу.

ПРИМЕЧАНИЕ. Интегрированные измерения можно выбрать, только если группа находится в режиме интегратора. К ним относятся:

Hours (Часы) Watt-Hours (Вт-ч) VA-Hours (ВА-ч) VAr-Hours (ВАр-ч) Amp-Hours (А-ч) Average Watts (Средняя мощность (Вт)) Average PF (Средний коэффициент мощности) Corrected VAr (Мощность основной гармоники (ВАр) с компенсацией) Fundamental VA-Hours (VAHf) (Полная энергия основной гармоники (ВА-ч)) Fundamental VAr-Hours (VAHf) (Реактивная энергия основной гармоники (ВАр-ч))

Для изменения последовательности результатов перейдите к требуемому результату и нажмите виртуальную кнопку на экране Move Measurement (Переместить измерение). При нажатии кнопки перемещения измерений, фон выбранной строки изменится с синего на красный.

Виртуальные кнопки на экране изменятся как показано ниже.

	Переход на один уровень вверх. Перемещение отменяется и выполняется возврат в окно главного меню.
	Перемещение выбранного измерения вверх (серая, если уже достигнут верх списка).
×	Отмена перемещения и возврат измерения на прежнюю позицию.
	Перемещение выбранного измерения вниз (серая, если уже достигнут низ списка).
О.К.	Помещение измерения в выбранную позицию. Виртуальные кнопки на экране снова примут вид кнопок стандартного окна измерений.

Пример перемещения измерения см. ниже.

Measurements	Group: A	
Vrms		
Arms	\checkmark	
Watt	\checkmark	
Vpk+		×
PF		_
Freq	\checkmark	$\overline{\mathbf{v}}$
VA		
VAr		O.K .
Vpk-		

Конфигурация измерений

	Меню конфигурации измерений содержит меню настройки гармоник напряжения и тока, а также показаний THD, DF и TIF напряжения и тока. Эти измерения можно выбрать в меню измерений. Кроме того, меню конфигурации измерений позволяет выбирать столбец канала суммирования и столбцы минимального и максимального времени фиксации.				
	Меню верхнего уровня состоит из следующих частей:				
	 настройка гармоник; 				
	настройка искажения;				
	• столбец минимального времени фиксации;				
	 столбец максимального времени фиксации; 				
	 столбец SUM (Суммирование). 				
Настройка гармоник	В меню гармоник имеются отдельные меню напряжения, силы тока и мощности, позволяющие выполнять следующие настройки:				
	 последовательность гармоник — нечетные и четные или только нечетные гармоники (по умолчанию нечетные и четные); 				
	диапазон — от 1 до 100 (по умолчанию 7);				
	 формат — абсолютное или в процентах от основной гармоники (по умолчанию абсолютное); 				
	 отображение фазового угла — вкл. или выкл. (по умолчанию вкл.) (только напряжение и сила тока). 				
	Выбор результатов гармоник для отображения не влияет на данные гармоник, используемые для расчета искажений.				
	Сведения о скорости обновления см. в разделе «Конфигурация пользователя» этого руководства. (См. стр. 62, <i>Пользовательская конфигурация</i> .) Прибор не может рассчитывать и отображать 100 гармоник для напряжения, силы тока и мощности каждые 100 мс.				
Настройка искажения	В меню настройки искажений имеются отдельные меню для Vdf (коэффициент искажений), Vthd (полный коэффициент гармонических искажений), Vtif (коэффициент помех проводной связи), Adf, Athd и Atif.				
	Коэффициент искажений. Формула коэффициента искажений (прежнее название — разностная формула) учитывает влияние высокой частоты и шума. Это уравнение дает действительный результат, только если ср. кв. значение не меньше основной гармоники. Если значение основной гармоники больше среднеквадратического, на дисплее отображается «—-».				

Эти уравнения представлены ниже.

$$Vdf = \frac{1}{V_{ref}}\sqrt{Vrms^2 - Vh_{01}^2} \times 100\%$$
и
Adf = $\frac{1}{A_{ref}}\sqrt{Arms^2 - Ah_{01}^2} \times 100\%$

Опорное значение может быть значением основной гармоникой или среднеквадратическим. По умолчанию опорным является значение основной гармоники.

Полный коэффициент гармонических искажений (THD). Полный коэффициент гармонических искажений (THD) — это мера искажения осциллограммы.

В меню измерений полного коэффициента гармонических искажений напряжения и тока (THD) можно задать следующие параметры:

- опорная гармоника значение основной гармоники или среднеквадратическое (по умолчанию основное);
- последовательность гармоник нечетные и четные или только нечетные гармоники (по умолчанию нечетные и четные);
- диапазон от 2 до 100 (по умолчанию 7); Это последняя гармоника, используемая в расчете. Если выбраны только нечетные гармоники, а диапазон задан четным числом, последней будет предыдущая гармоника.
- нулевая гармоника включить или исключить (по умолчанию исключить).

Для настройки искажений и гармоник значения сохраняются независимо от того, включено ли отображение значений или нет. Например, если число отображаемых гармоник изменено с 7 на 13, включение и выключение отображения гармоник напряжения не влияет на эту настройку.

Формулы полного коэффициента гармонических искажений напряжения и тока:

$$Vthd = \frac{1}{V_{ref}} \sqrt{\sum_{min \ harm}^{max \ harm} (Vh_n)^2} \times 100\%$$

И

$$Athd = \frac{1}{A_{ref}} \sqrt{\sum_{\min harm}^{\max harm} (Ah_n)^2} \times 100\%$$

Формула полного коэффициента гармонических искажений (THD) (прежнее название — сериальная спектральная формула) дает более точные результаты гармонического шума, если THD менее 5 %. При выборе формулы THD для получения действительных результатов важно для параметра MAX HARMONICS (Макс. число гармоник) задать достаточно большое значение. Чем выше число гармоник, тем точнее расчет. Коэффициент помех проводной связи (TIF). ТІГ означает коэффициент помех проводной связи и является измерением полного коэффициента гармонических искажений (THD) при частотах в пределах полосы пропускания стандартной проводной связи. Это мера влияния искажений напряжения или тока электрических цепей на смежные цепи проводной связи. Измерения TIF является требованием стандартов, например, ANSI C50.13 «Машины электрические вращающиеся — синхронные генераторы с цилиндрическим ротором» и наиболее часто применяются для резервных электрогенераторов и ИБП. В измерения TIF включаются нечетные и четные гармоники от 1 до 73.

Формулы коэффициентов помех проводной связи напряжения и тока:

Опорное значение по умолчанию — основной гармоники

$$Vtif = \frac{1}{V_{ref}} \sqrt{\sum_{\min harm}^{\max harm} (k_n \times Ah_n)^2}$$

И

$$Atif = \frac{1}{A_{ref}} \sqrt{\sum_{\min harm}^{\max harm} (k_n \times Ah_n)^2}$$

Весовые коэффициенты (К):

Гарм.	k ⁿ	Гарм.	k ⁿ	Гарм.	k n	
1	0,5	21	6050	41	10340	
3	30	23	6370	43	10600	
5	225	24	6650	47	10210	
6	400	25	6680	49	9820	
7	650	27	6970	50	9670	
9	1320	29	7320	53	8740	
11	2260	30	7570	55	8090	
12	2760	31	7820	59	6730	
13	3360	33	8830	61	6130	
15	4350	35	8830	65	4400	
17	5100	36	9080	67	3700	
18	5400	37	9330	71	2750	
19	5630	39	9840	73	2190	

Столбцы минимального и максимального времени фиксации

Для меню максимального и минимального времени фиксации столбцы можно по отдельности включать и выключать. Для сброса значений в столбцах нажмите кнопку [RESET] (Сброс). Кроме того, при каждом включении столбца минимального или максимального времени фиксации значения в обоих столбцах сбрасываются.

Столбец результатов суммирования (SUM)

Результаты суммирования появляются после последнего канала группы (и при необходимости после мин. и макс. результатов этого канала). Макс. сумма появляется справа от результатов суммирования, а мин. сумма — слева.

Результаты суммирования доступны для всех конфигураций подключения за исключением однофазной двухпроводной (1 фаза, 2 провода). (См. стр. 47, *Проводка*.)

Режимы

По умолчанию: обычный

Режимы используются для специальной настройки прибора для определенных типов измерений. Эти специальные режимы обеспечивают необходимую фильтрацию и уникальные параметры конфигурации для измерения специальных сигналов некоторых видов оборудования.

Режимы применяются для групп. Например, для балластов ламп группа А может быть в обычном режиме для измерения входной мощности, а группа В — в режиме балласта для измерения выходной мощности.

В настоящее время имеется три режима, а именно:

- нормальный этот режим используется для большинства измерений мощности, если сигналы однородны и специальные методы измерения не требуются;
- балласт этот режим предназначен для конфигурирования групп для измерения сложных модулированных осциллограмм выходного сигнала балласта;
- резервная мощность этот режим интегрирует измерения мощности, тока, полной мощности и коэффициента мощности. Это требование многих стандартов резервной мощности.

Часто требуется принудительно перевести прибор на определенный вид работы при выборе одного из режимов. Например, принудительное применение широкой полосы пропускания при выборе режима балласта. В этих случаях происходит два явления:

- **а.** при возврате в обычный режим подвергавшиеся изменениям значения восстанавливаются;
- **b.** при принудительной установке значения оператор не может его изменить, если анализатор РА4000 работает не в обычном режиме.

Обычный режим В обычном режиме специальные методы измерения не используются. Обычный режим подходит для большинства измерений мощности и является режимом по умолчанию.

Режим балласта	В современных электронных балластах ламп часто сложно выполнить точные измерения из-за того, что выходные сигналы имеют высокую частоту и сильно модулированы частотой питания. Режим балласта предоставляет способ блокировки периода измерения по частоте питания.		
	При выборе режима балласта необходимо задать основную частоту, при которой будет передаваться электроэнергия. Как правило она составляет 50, 60 или 400 Гц. Окно настроек находится в меню «Modes» (Режимы) — > «Setup Modes» (Настройка режимов) —> «Ballast Setup» (Настройка балласта). Анализатор будет использовать эти настройки для подстройки окна измерений по указанной частоте.		
	Поэтому частота, возвращаемая прибором, является не основной, а частотой переключения балласта. Эта частота используется также для расчета гармоник.		
	При выборе режима балласта для диапазона частоты устанавливается значение «>10 Гц», а для полосы пропускания группы — значение High (Широкая). Эти настройки блокируются в режиме балласта, а при возврате в обычный режим восстанавливаются.		
Режим резервной мощности	И-за потребительского спроса и требований законодательства по рациональному использованию энергии постоянно растет потребность в измерениях потребляемой мощности оборудования в режиме ожидания (резервной мощности). Одним из наиболее распространенных стандартов измерения является IEC 62301. Часть этого стандарта требует измерения мощности в течение длительного периода времени, не упуская кратковременных событий. Режим резервной мощности анализатора РА4000 обеспечивает непрерывную выборку напряжения и тока для точного измерения мощности на протяжении заданного периода.		
	В режиме резервной мощности необходимо задать интервал интегрирования в секундах. В течение заданного периода будут интегрироваться мощность, ток, коэффициент мощности и полная мощность. Все остальные результаты будут обновляться с указанной пользователем частотой.		
	Период интегрирования зависит от сочетания указанного интервала и частоты обновления единиц. (См. стр. 60, <i>Частота обновления</i> .) Причина в том, что результаты интегрируются на протяжении периода, точно кратного частоте обновления. Например, если частота обновления составляет 0,5 с (по умолчанию), период интегрирования всегда соответствует указанному. Однако если указана частота обновления 0,4 с, период интегрирования будет переключаться между 1,2 и 0,8 с.		
	Для наиболее точных измерений рекомендуется задавать фиксированные диапазоны на период измерения. (См. стр. 50, Фиксированный и автоматический выбор диапазона.)		

Режим интегратора Режим интегратора используется для измерений с целью определения потребления энергии. Кроме того, для некоторых параметров рассчитываются также средние значения.

Эти измерения можно выбрать в меню *Measurements* (Измерения). (См. стр. 35, *Измерения*.) Измерения в режиме интегратора:

- Часы
- 🔳 Вт-ч
- ВА-ч
- ВАр-ч
- А-ч
- Вт (средн.)
- Коэффициент мощности (ср.)
- ВАр с компенсацией
- Полная энергия основной гармоники (BA-ч) (VAHf)
- Реактивная энергия основной гармоники (BAp-ч) (VArHf)

Эти измерения выполняются для групп. Эти измерения можно выбрать и отобразить, только если группа находится в режиме интегратора. Если выбраны измерения в режиме интегратора, а затем режим изменен, измерения будут отображаться как не выбранные. При переходе группы снова в режим интегратора предыдущие выбранные значения будут восстановлены.

Настройка режима интегратора. После выбора режима интегратора и измерений для отображения, появляется ряд опций для запуска и остановки интегратора. Они настраиваются в меню «Modes» (Режимы) —> «Setup Modes» (Настройка режима) —> «Integrator Setup» (Настройка интегратора).

Метод запуска. По умолчанию: ручной

<u>Ручной запуск:</u> ручной запуск интегратора осуществляется с помощью кнопки [Integ Run] (Запуск интегратора) на передней панели. При нажатии этой кнопки интегратор запускается для всех групп, настроенных на режим интегратора с ручным запуском, которые еще не запущены. Загорается светодиод под этой кнопкой.

Запуск по таймеру: в режиме запуска по таймеру можно задать время и дату запуска интегратора для группы. Время и дата вводятся в заданном пользователем формате (см. «Конфигурация системы —> меню таймера). (См. стр. 61, *Часы*.) При наступлении заданного времени интегратор запустится.

Если задан запуск по таймеру и дата запуска предшествует текущей, интегратор не запустится. Интегратор запустится, только если до времени запуска произошло хотя бы одно обновление окна.

Запуск по уровню: При этом методе запуска можно настроить запуск интегратора в случае, если определенный параметр находится выше или ниже заданного пользователем уровня. Можно настроить следующие параметры:

- Выберите один из каналов 1—4.
- Выберите параметр сигнала этого канала. Можно выбрать любой параметр за исключением интегрированных и гармонических значений (включая основные).
- Выберите уровень порогового значения для мониторинга. Это должно быть фактическое значение параметра, выраженное в десятичных числах. Например для 80 мА введите 0,08, для 80 В введите 80.
- Укажите, должен сигнал быть больше, равен или меньше указанного уровня.
- В каждой группе необходимо выбрать канал (1—4), который будет использоваться для запуска интегрирования. Запускающее измерение не обязательно должно быть в интегрируемом канале или группе.

Если условие выполнено, интегрирование запускается.

Остановка интегрирования. Интегрирование для группы можно остановить вручную или по истечении определенного периода времени. Если длительность для группы установлена на ноль, интегрирование останавливается только после нажатия на кнопку [INTEG. RUN] (Запуск интегратора). Длительность задается в минутах в формате с плавающим десятичным разделителем от 0,0 до 10 000.

Ручная остановка интегрирования осуществляется с помощью кнопки [INTEG. RUN] (Запуск интегратора). Это остановит интегрирование для всех групп, установленных в режим интегратора с длительностью, равной нулю. Если интегрирование не выполняется ни для одной из групп, светодиод под кнопкой гаснет.

Сброс значений интегрирования. С помощью кнопки [Reset/Clear] (Сброс/очистка) выполняется обнуление всех значений интегрирования для всех остановленных групп. Она не действует для групп, для которых выполняется интегрирование.

Компенсационная реактивная мощность (CVArs). Этот параметр отображает значения реактивной мощности (VArs), необходимые для компенсации среднего коэффициента мощности до заданного коэффициента мощности. Заданный коэффициент мощности указывается в окне настройки интегратора в разделе «CVArs Power Factor» (Коэффициент мощности CVArs).

Функция компенсации рассчитает необходимые значения VArs для фазового сдвига, необходимого для получения заданного коэффициента мощности. Суммарная реактивная мощность не вычисляется (например, если причины низкого коэффициента мощности в искажении, опережение или отставание по фазе его не улучшат).

Режим РШМ (ШИМ) двигателя

Режим ШИМ двигателя предназначен для преодоления трудностей, связанных с выполнением измерений сложных сигналов электроприводов. Высокая частота выборки в сочетании с цифровыми фильтрами для отклонение несущей и выделения частоты двигателя с использованием предварительно отфильтрованных данных для параметров мощности.

После выбора режима ШИМ необходимо выбрать диапазон частот двигателя (не несущей частоты) в меню «Inputs» (Входные сигналы) —> «Frequency Source» (Источник частоты) —> «Frequency Range» (Диапазон частот).

В режиме ШИМ максимальная частота двигателя ограничена величиной 900 Гц, даже если выбран более высокий диапазон частот.

Выбор диапазона частот влияет на частоту возвращения результатов. Частота обновления для всех каналов задается в меню «System Configuration» (Конфигурация системы). (См. стр. 60, *Частота обновления*.) Однако, если в режиме ШИМ задан диапазон частот 1—100 Гц или 0,1—10 Гц, частота возвращения результатов для данной группы изменяется в соответствии с представленной ниже таблицей:

Частота обновления (с)	>10 Гц <900 Гц	1—100 Гц	0,1—10 Гц	
0,2	0,4	2,4	20,2	
0,3	0,3	2,4	20,4	
0,4	0,4	2,4	20,4	
0,5	0,5	2,5	20,5	
0,6	0,6	2,4	20,4	
0,7	0,7	2,1	20,3	
0,8	0,8	2,4	20,8	
0,9	0,9	2,7	20,7	
1,0	1,0	3,0	21,0	
1,1	1,1	2,2	20,9	
1,2	1,2	2,4	20,4	
1,3	1,3	2,6	20,8	
1,4	1,4	2,8	21,0	
1,5	1,5	3,0	21,0	
1,6	1,6	3,2	20,8	
1,7	1,7	3,4	20,4	
1,8	1,8	3,6	21,6	

Частота обновления (с)	>10 Гц <900 Гц	1—100 Гц	0,1—10 Гц	
1,9	1,9	3,8	20,9	
2,0	2,0	4,0	22,0	

Результаты для каналов, находящихся не в режиме ШИМ двигателя, будут возвращаться с заданной частотой.

Входы

Это меню можно использовать для настройки физических входов анализатора РА4000. Для нормальной работы нет необходимости изменять значения по умолчанию за исключением выбора шунтов.

Проводка Для многофазных измерений несколько каналов можно объединить в группу, что позволяет выполнять точный анализ частоты и фазы многофазных сигналов. Частота первого канала группы используется в качестве основной для всех каналов группы, а все измерения фазы выполняются относительно опорной фазы (напряжение по умолчанию) первого канала в группе.

Ниже представлена схема соединения каждого канала для различных типов соединения.





В зависимости от конфигурации подключения доступны не все группы. Например при соединении «1 фаза 2 провода» для каждого канала, 4 канала будут соответствовать 4 группам. При соединении «1 фаза 3 провода» для группы А, каналы 1 и 2 будут в группе А. При этом останутся каналы 2 и 3 для групп В и С. Группа D при этих условиях существовать не может.

Группа А имеет наивысший приоритет, затем следуют группы В, С и D. Например, начиная с конфигурации «1 фаза 2 провода» для всех групп, если группа настроена на конфигурацию «1 фаза 3 провода», группа D не может быть настроена, а группа С может быть настроена только на конфигурацию «1 фаза 2 провода». Для группы В возможны варианты «1 фаза 2 провода», «1 фаза 3 провода» и «3 фазы 3 провода».

Диапазоны Задаются по группам. Возможны следующие диапазоны:

Диапазон №	Напряжение (В)	Шунт 30 А	Шунт 1 А	Внешний шунт
Авто				
3	2 B	0,2 A	0,005 A	0,003 B
4	5 B	0,5 A	0,0125 A	0,00375 B
5	10 B	1 A	0,025 A	0,015 B
6	20 B	2 A	0,05 A	0,03 B
7	50 B	5 A	0,125 A	0,0375 B
8	100 B	10 A	0,25 A	0,15 B
9	200 B	20 A	0,5 A	0,3 B

Диапазон №	Напряжение (В)	Шунт 30 А	Шунт 1 А	Внешний шунт
10	500 B	50 A	1,25 A	0,375 B
11	1000 B	100 A	2,5 A	1,5 B
12	2000 B	200 A	5 A	3 B

Фиксированный и автоматический выбор диапазона

По умолчанию: автоматический выбор диапазона

Для большинства измерений автоматический выбор диапазона является наилучшим выбором. Фиксированный диапазон может быть полезен, если напряжение или ток постоянно изменяются или сопровождаются большими пиками, из-за чего анализатор затрачивает много времени на изменение диапазона.

Если выбран фиксированный диапазон, или если пик входного сигнала превышает диапазон, возникает состояние выхода за пределы диапазона. В этом случае в окне результатов будут мигать все результаты для находящегося вне диапазона канала. Кроме того, будет мигать надпись Vrms (Вср.кв.) и/или Arms (Аср.кв.), указывая на выход за пределы диапазона в канале тока, напряжения или в обоих каналах.

Шунты По умолчанию: Шунт 30 А

Анализатор РА4000 имеет три различных токовых входа или шунта, а именно:

- Шунт 30 А используется для нормальных измерений тока в диапазоне от 100 мА до 30 Аср.кв. (200 Апик). Под этот шунт использует желтое гнездо Аhi и черное гнездо Alo 4 мм.
- Шунт 1 А используется для измерения малых токов, например для измерения питания в режиме резервной мощности в диапазоне от 2,5 мА до 1 А. Под этот шунт использует синее гнездо A1A и черное гнездо Alo 4 мм.
- Внешний шунт используется для измерений тока при использовании внешнего преобразователя с выходом напряжения. Для подключения внешнего шунта используются синие и черные гнезда 2 мм на каждой аналоговой плате.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Прохождение среднеквадратического тока выше 15 А через шунт 30 А, если выбран шунт 1 А или внешний, может привести к повреждению шунта 30 А.

Более подробные сведения см. в главе «Использование внешних преобразователей напряжения и тока».
Источник частоты В меню Frequency Source (Источник частоты) имеется три опции, а именно:

- Source (Источник);
- Phase Reference (Опорная фаза);
- Frequency Range (Диапазон частот).

Источник. По умолчанию: напряжение

Многие измерения (в том числе среднеквадратическое напряжение, ток и мощность) основаны на расчетах, зависящих от корректного определения анализатором основной частоты.

Анализатор РА4000 использует запатентованную технологию определения частоты, устраняющую проблемы, создаваемые шумом при использовании простой техники пересечения нулевого уровня.

Поэтому, как правило, не требуется корректировать настройки напряжения по умолчанию.

Напряжение (В). Напряжение является источником частоты по умолчанию для большинства областей применения.

Сила тока (А). Ток можно выбрать, если сигнал напряжения сильно искажен, а ток — нет. В качестве примера можно привести выходной сигнал электропривода ШИМ.

Внешняя частота 1/2. На задней панели анализатора РА4000 имеется два входа счетчиков на разъеме вспомогательных входов/выходов. Один из них можно использовать в качестве внешнего источника частоты для сигналов напряжения и тока со слишком высоким уровнем шума. Примените ТТЛ-совместимый прямоугольный сигнал к внешнему входному сигналу при требуемой частоте.

Опорная фаза. По умолчанию:

Напряжение. Это нулевой опорный сигнал для измерения фазового угла каждой группы.

Напряжение (В). Фаза рассчитывается с учетом сигнала напряжения в первом канале группы.

Сила тока (А). Фаза рассчитывается с учетом сигнала тока в первом канале группы.

Внешняя частота 1/2. Фаза рассчитывается с учетом внешнего входного сигнала.

Frequency Range (Диапазон частот). По умолчанию: 10 Гц—50 кГц

Имеется 4 диапазона частоты:

- 10 Гц—50 кГц;
- >10 Гц;
- 1—100 Гц (только в режиме ШИМ двигателя);
- 0,1—10 Гц (только в режиме ШИМ двигателя).

Для измерений с основной частотой ниже 50 кГц рекомендуется применять диапазон «>10 Гц и <50 кГц», в особенности при низких уровнях сигнала.

Если основная частота выше >50 кГц, следует выбрать диапазон «">10 Гц».

Диапазоны 1—100 Гц и 0,1—10 Гц используются в режиме ШИМ двигателя.

Полоса пропускания По умолчанию: широкая

Полоса пропускания распространяется на группу. Установка полосы пропускания применяет фильтр 10 кГц, два полюса для входных сигналов каналов напряжения и тока.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. При выборе узкой полосы пропускания возможно повреждение шунта 30 A, если подаваемый ток имеет основную частоту выше 10 кГц и среднеквадратическое значение выше 20 A_{ср. кв}.

Масштабирование Масш

Масштабирование применяется для настройки масштабированного выходного сигнала преобразователей, например, трансформаторов тока, для отображения на экране анализатора РА4000 достоверного измеренного тока. Масштабный коэффициент действует для каждого измеренного значения входного сигнала, для которого он применяется.

Максимальный масштабный коэффициент: 100 000

Минимальный масштабный коэффициент: 0,00001

Масштабирование напряжения. По умолчанию: 10 000

Введите масштабный коэффициент преобразователя. Например, трансформатор напряжения 100:1 используется для измерения 15 кВ. Выходной сигнал трансформатора составляет 15 000/100 = 150 В. Введите масштабный коэффициент 100, и на экране РА4000 отобразится 15 000 В

Масштабирование тока. По умолчанию: 10 000

Введите масштабный коэффициент используемого преобразователя. Например, Tektronix CL1200 генерирует 1 А на каждые 1000 А на входе CL. Это трансформатор тока 1000:1. Введите масштабный коэффициент 1000, и на экране РА4000 отобразится правильное показание тока. Масштабный коэффициент = ток на входе преобразователя/ток на выходе преобразователя

Масштабирование внешнего шунта. По умолчанию: 1 000

Масштабирование применяется к входам напряжения каналов измерения тока. Оно используется для преобразователей тока с выходным сигналом напряжения. К ним относятся преобразователи на эффекте Холла, а также простые омические шунты.

Масштабный коэффициент выражен в Амперах (считывание) на Вольт (подаваемый).

В качестве примера можно привести клещевой преобразователь тока на эффекте Холла, измеряющий ток до 100 А. Он генерирует выходной сигнал напряжения 10 мВ на Ампер, что эквивалентно 100 А на Вольт. Введите «100,00» и анализатор РА4000 будет правильно отображать ток в системе.

Компенсация внешней Не реализовано. фазы

Аналоговые входы По умолчанию: диапазон ±10 В

Анализатор РА4000 имеет 4 аналоговых входа на задней панели. Каждый из четырех входов можно использовать для измерения сигнала от таких устройств, как датчик момента. Каждый из четырех входов имеет по два различных диапазона. Это диапазоны ± 10 В и ± 1 В. На каждом входе каждую миллисекунду выполняется выборка среднего значения в пределах частоты обновления прибора.

Аналоговые входы доступны для настройки математических операций. Их можно включить в математические формулы и отображать в окне [Math] (Математические функции). (См. стр. 56, *Математические функции*.)

Графики и осциллограммы

Анализатор РА4000 предлагает четыре вида графического отображения данных:

- осциллограммы;
- гистограмма гармоник;
- векторная диаграмма;
- графики интегратора.

	Для осциллограмм, графиков интегратора, гистограмм и векторных диаграмм предусмотрены опции меню. (См. стр. 11, <i>Кнопки быстрого просмотра</i> .)
Осциллограммы	Меню осциллограмм позволяет выбрать осциллограммы для отображения. В каждой группе можно выбрать любые осциллограммы напряжения, тока или мощности для каждого канала группы для отображения в окне осциллограмм. (См. стр. 11, <i>Кнопки быстрого просмотра</i> .)
	Для изменения групп используйте кнопки со стрелками влево и вправо в нижней левой части дисплея.
Параметры интегратора	Меню параметров интегратора позволяет выбрать один параметр для отображения в окне графика интегратора из следующего списка:
	■ Вт-ч
	■ ВА-ч
	■ ВАр-ч
	А-ч
	Средняя мощность (Вт)
	Средний коэффициент мощности
	Напряжение (В)
	Сила тока (А)
	Мощность (Вт)
	Полная энергия основной гармоники (ВА-ч) (VAHf)
	Реактивная энергия основной гармоники (ВАр-ч) (VArHf)
	 Компенсационная реактивная мощность (ВАр)
	Для каждой выбранной осциллограммы в меню графика можно включить или выключить выбранный параметр для каждого канала группы.
	Параметры графика интегратора задаются по группам. Для изменения групп используйте кнопки со стрелками влево и вправо в нижней левой части дисплея.
	Более подробные сведения о параметрах интегратора (См. стр. 44.). Более подробные сведения об отображении осциллограмм интегратора (См. стр. 16.).

Интерфейсы	
	Это меню можно использовать для настройки интерфейсов анализатора РА4000.
Скорость в бодах RS232	По умолчанию: 38400
	Доступны скорости 9600, 19200 и 38400 (по умолчанию).
	Анализатор РА4000 использует аппаратное квитирование связи (RTS/CTS) без бита четности, 8 битов данных и 1 стоповый бит (N, 8, 1).
	Скорость в бодах RS232 неизменна после команд «*RST» или «:DVC».
Адрес GPIB	По умолчанию: 6
	Введите адрес GPIB.
	Адрес по умолчанию — 6. Адрес неизменен после команд «*RST» или «:DVC».
Печать	Не реализовано.
Конфигурация Ethernet	Анализатор РА4000 осуществляет обмен данными через порт Ethernet по протоколу TCP/IP.
	Порт Ethernet осуществляет соединение по протоколу TCP/IP с портом 5025. Порт 5025 назначен Агентством по выделению имен и уникальных параметров протоколов (IANA) в качестве порта SCPI.
	В меню IP Selection Method (Метод выбора IP) выберите динамический IP-адрес с помощью опции Set IP using DHCP (Задать IP с помощью DHCP) или фиксированный/статический IP-адрес с помощью опции Fix IP Address (Фиксированный IP-адрес).
	Для просмотра текущих настроек IP нажмите кнопку [SETUP] (Настройка).
	Для настройки статического IP-адреса выберите Static IP Settings (Настройки статического IP) в меню Ethernet Setup (Настройки Ethernet). В это меню можно ввести IP-адрес, маску подсети и шлюз по умолчанию. После ввода данных в каждом меню нажмите кнопку ОК, чтобы применить изменения.
	Для основных видов связи по протоколу TCP/IP пользователь может использовать Agilent Connection Expert, содержащийся в библиотеке Agilent IO Libraries Suite 15.0.
	Режим Ethernet (статический/DHCP), IP-адрес, шлюз по умолчанию и маска подсети не изменяются после команд «*RST» или «:DVC».

Запись данных

Для использования в будущих версиях.

Математические функции

Результаты математических расчетов отображаются в окне результатов, отличном от других результатов. Это улучшает возможность просмотра результатов математических операций. Нормальные параметры измерения можно отобразить в окне результатов математических расчетов. Для этого их необходимо указать в формулах. (См. стр. 19, *Окно математических расчетов.*)

Пользователь может задавать значения до 30 математических функций с метками FN1—FN30. Для каждой функции можно задать следующее:

- Название понятное для пользователя название длиной до 10 символов. (По умолчанию название совпадает с меткой, например FN1).
 В меню метка функции всегда отображается вместе с присвоенным пользователем названием.
- Единицы измерения понятные пользователю единицы измерения, например Вт для ватт. (По умолчанию единицы не указаны). К единицам измерения добавляются соответствующие приставки для кратных единиц и, m, k, M (мк, м, к, M). Длина единиц измерения — до 4 символов.
- Уравнение математическая формула длиной до 100 символов.

Пример. W = 21.49, VA = 46.45 (Вт = 21,49, ВА = 46,45)

Имя = PF

Единицы измерения = PF

Уравнение = CH1:W/CH1:VA (К1:Вт/К1:ВА) W = 21.49 и VA = 46.45 (Вт = 21,49 и ВА = 46,45)

Для выбора этого уравнения для просмотра в меню [Math] (Математические функции) откройте список FN1—FN30 и установите зеленый «флажок» возле уравнения, которое необходимо просмотреть. Затем нажмите кнопку [Math] (Математические функции) для отображения уравнения. В окне результатов математических операций появится PF 463,27 mPF

Пример. CH1:W = 21.49, CH2:W = 53.79 (K1:Вт = 21,49, K2:Вт = 53,79)

Имя = ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Единицы измерения = Вт

Уравнение = CH1:W/CH2:W (K1:BT/K2:BT)

Для выбора этого уравнения для просмотра в меню [Math] (Математические функции) откройте список FN1—FN30 и установите зеленый «флажок» возле уравнения, которое необходимо просмотреть. Затем нажмите кнопку [Math] (Математические функции) для отображения уравнения. В окне результатов математических операций появится EFFICIENCY 399.95 mW (ЭФФЕКТИВНОСТЬ 399,95 мВт).

В дополнение к входному сигналу напряжения на каждом из четырех аналоговых входов можно указать любой из перечисленных ниже параметров канала или группы.

- Действительные символы: А—Z, 0—9,., x, -, +, /, (,), :, пробел и ^
- Можно использовать не более 255 символов
- Формат чисел [+/-] <десятичные числа][E[+/-]экспонент]

При вводе формул для перемещения курсора можно использовать кнопки со стрелками влево и вправо (Э). Это позволяет легко корректировать и изменять сложные формулы.

Каждую математическую функцию можно включить или выключить. Отображаются только результаты включенных функций.

Действительные параметры каналов — CH<1—4>, сопровождаемые символом «:» и одним из следующих параметров:

VRMS	Вольт ср. кв.	ARMS	Ампер ср. кв.
W	Вт	FREQ	Частота
VA (BA)	Вольт-Ампер	VAR (BAp)	Вольт-Ампер реактивная
VDC	Вольт пост. тока	ADC	Ампер пост. тока
VRMN	Среднее выпрямленное напряжение	ARMN	Средний выпрямленный ток
PF	Коэффициент мощности	VPKP	Пиковое напряжение (положительное)
VPKN	Пиковое напряжение (отрицательное)	APKP	Пиковый ток (положительный)
APKN	Пиковый ток (отрицательный)	VCF	Амплитудный коэффициент напряжения
ACF	Амплитудный коэффициент тока	Z	Полное сопротивление

WF	Активная мощность основной гармоники (Вт)	VARF	Реактивная мощность основной гармоники Вольт-Ампер
VF	Напряжение основной гармоники	AF	Ток основной гармоники
PFF	Коэффициент мощности основной гармоники	R	Сопротивление
Х	Реактивное сопротивление	VDF	Коэффициент искажения напряжения
VTHD	Полный коэффициент гармонических искажений напряжения	VTIF	Коэффициент помех проводной связи напряжения
ADF	Коэффициент искажений тока	ATHD	Полный коэффициент гармонических искажений тока
ATIF	Коэффициент помех проводной связи тока	VHM<1-99>	Амплитуда гармоники напряжения (1—99)
VHA<1-99>	Угол гармоники напряжения (1—99)	AHM<1-99>	Амплитуда гармоники тока (1—99)
AHA<1-99>	Угол гармоники тока (1—99)	WHM<1-99>	Амплитуда гармоники мощности (1—99)
VRNG	Диапазон напряжения	ARNG	Диапазон тока
AHR	Ампер-час	WHR	Вт-ч
VAHR	ВА-ч	VARH	Вт-ч
WAV	Средняя мощность (Вт)	PFAV	Средний коэффициент мощности
CORRVARs	Компенсационная реактивная мощность (BAp) (VArs)	TINT	Время интегрирования (ч)

Действительные групповые параметры — GRP<A—D >сопровождаемые «:SUM:» и одним из следующих параметров:

VRMS	Вольт ср. кв.	ARMS	Ампер ср. кв.
W	Вт	VA (BA)	Вольт-Ампер

VAR	Вольт-Ампер	PF	Коэффициент
AHR	Ампер-час	WHR	Вт-ч
VAHR	ВА-ч	VARH	ВАр-ч
WAV	Средняя мощность (Вт)	PFAV	Средний коэффициент мощности
TINT	Время интегрирования	CORRVARs	Компенсационная реактивная мощность (BAp) (VArs)
WF	Активная мощность основной гармоники (Вт)	VF	Напряжение основной гармоники
AF	Ток основной гармоники	VARF	Реактивная мощность основной гармоники Вольт-Ампер
PFF	Коэффициент мощности основной гармоники		· · · ·

Следующие параметры используются для получения значений с аналоговых входов:

ANA1	Аналоговый вход 1	ANA2	Аналоговый вход 2
ANA3	Аналоговый вход 3	ANA4	Аналоговый вход 4

Кроме того, функцию можно отнести к другой функции с помощью метки FNx, где х — номер функции. Функции будут рассчитываться в порядке от 1 до 30, поэтому при записи уравнения его необходимо разложить на множители.

С клавиатуры на передней панели можно ввести следующие операторы:

- + x / ();
- X² (отображается в виде ^2 и возводит в квадрат предыдущее число);
- Ху (отображается в виде ^ и возводит предыдущее число в степень, выраженную следующим числом);
- √— (отображается в виде SQRT() и извлекает квадратный корень из числа в скобках).

С клавиатуры можно ввести следующие операторы:

- SIN(), COS(), TAN() (вычисляет синус, косинус и тангенс угла в градусах, указанного в скобках);
- ASIN(), ACOS() (вычисляет угол в градусах для чисел от -1 до 1, указанных в скобках);
- ATAN() (вычисляет угол в градуса для числа, указанного в скобках);
- LN(), LOG() (вычисляет логарифм числа, указанного в скобках. LN означат логарифм с основанием е, LOG логарифм с основанием 10).

С клавиатуры можно ввести следующие константы:

■ PI() (3,14159).

Совет. Если горит синий светодиод кнопки [SHIFT], операторы COS(), SIN() и TAN() вводятся, как целое слово, в то время как ACOS(), ASIN(), ATAN(), LN() и LOG() следует вводить по буквам.

Формула проверяется на действительность при нажатии кнопки ОК. При обнаружении ошибки появится сообщение об ошибке. Если ошибок нет, появится диалоговое окно с рассчитанным значением.

Для выхода из окна ввода формул нажмите кнопку возврата (<

Если результат математических вычислений недействителен (например, бесконечность при делении на ноль), на дисплее отобразится четыре штриха.

Конфигурация системы

Гашение	По умолчанию: включено
	Обычно включено, выберите Disable (Отключить) для измерения малого напряжения или тока.
	Уровни гашения устанавливаются на 5 % от выбранного диапазона, за исключением самого низкого диапазона тока. Для самого низкого диапазона тока гашение устанавливается на 10 %.
	Если гашение действует либо на напряжение, либо на ток, оно распространяется на все соответствующие измерения, включая активную мощность, полную мощность и коэффициент мощности.
Частота обновления	По умолчанию: 0,5
	Обновление определяет период выборки и накопления данных.
	Диапазон составляет от 0,2 до 2 с приращениями в 0,1 с. При частоте обновления менее 0,5 с количество обновляемых результатов ограничено.

Усреднение	По умолчанию: 10			
	Можно задать глубину усреднения от 1 до 10. По умолчанию используется значение 10. При частоте обновления 0,5 с (по умолчанию) оно соответствует усреднению значений каждые 5 с.			
	При изменения диапазона усреднение сбрасывается.			
Автоматическая	По умолчанию: Вкл.			
установка нуля	Анализатор РА4000 как правило автоматически корректирует небольшие смещения по постоянному току. Эта функция называется автоматической установкой нуля.			
	Автоматическая установка нуля обычно включена. При ее отключении будут использоваться значения, полученные при последней установке нуля.			
	Для немедленного запуска автоматической установки нуля выберите Run Now (Выполнить сейчас) и нажмите 🖌. Выполнение занимает приблизительно 100 мс. Состояние автоматической установки нуля (вкл. или выкл.) не изменится, и сообщение о выполнении не выдается. Автоматическая установка нуля выполняется только для текущих выбранных диапазонов.			
	Для использования в будущих версиях.			
Хост/клиент	Для использования в будущих версиях.			
Хост/клиент Часы	Для использования в будущих версиях. Для внутренних часов анализатора РА4000 можно задать следующие опции:			
Хост/клиент Часы	 Для использования в будущих версиях. Для внутренних часов анализатора РА4000 можно задать следующие опции: Set Time (Настройка времени) — введите время в указанном формате и нажмите ОК для подтверждения; 			
Хост/клиент Часы	 Для использования в будущих версиях. Для внутренних часов анализатора РА4000 можно задать следующие опции: Set Time (Настройка времени) — введите время в указанном формате и нажмите ОК для подтверждения; Set Date (Настройка даты) — введите дату в указанном формате и нажмите ОК для подтверждения; 			
Хост/клиент Часы	 Для использования в будущих версиях. Для внутренних часов анализатора РА4000 можно задать следующие опции: Set Time (Настройка времени) — введите время в указанном формате и нажмите ОК для подтверждения; Set Date (Настройка даты) — введите дату в указанном формате и нажмите ОК для подтверждения; Time Format (Формат времени) — выберите 12- или 24-часовой формат и нажмите √ для подтверждения; 			
Хост/клиент Часы	 Для использования в будущих версиях. Для внутренних часов анализатора РА4000 можно задать следующие опции: Set Time (Настройка времени) — введите время в указанном формате и нажмите ОК для подтверждения; Set Date (Настройка даты) — введите дату в указанном формате и нажмите ОК для подтверждения; Time Format (Формат времени) — выберите 12- или 24-часовой формат и нажмите ✓ для подтверждения; Date Format (Формат даты) — выберите требуемый формат даты и нажмите ✓ для подтверждения. 			
Хост/клиент Часы Энергосбережение	 Для использования в будущих версиях. Для внутренних часов анализатора РА4000 можно задать следующие опции: Set Time (Настройка времени) — введите время в указанном формате и нажмите ОК для подтверждения; Set Date (Настройка даты) — введите дату в указанном формате и нажмите ОК для подтверждения; Time Format (Формат времени) — выберите 12- или 24-часовой формат и нажмите ✓ для подтверждения; Date Format (Формат даты) — выберите требуемый формат даты и нажмите ✓ для подтверждения. 			

В меню дисплея имеется три опции:

- «Always On» (Всегда вкл.) режим по умолчанию, дисплей всегда включен.
- «Switch off after 10 minutes» (Выключить через 10 минут) дисплей выключится, если в течение 10 минут не нажата ни одна кнопка. При нажатии любой кнопки дисплей снова включится. При этом нажатая кнопка не выполняет других функций.
- «Switch off in remote mode» (Выключить в дистанционном режиме) если анализатор РА4000 получает команду через один из интерфейсов связи, дисплей выключится. При нажатии любой кнопки дисплей включится, но анализатор РА4000 останется в дистанционном режиме, пока не будет нажата кнопка [LOCAL] (Локальный). Если кнопка [LOCAL] (Локальный) нажата для включения дисплея, анализатор РА4000 не будет переведен в локальный режим.

Конфигурация Меню конфигурации анализатора имеет те же функции, что и кнопка [Setup] (Настройка). При выборе этого меню откроется полное окно настройки прибора. Для прокрутки опций конфигурации используйте виртуальные кнопки на экране со стрелками вверх и вниз.

При нажатии кнопки со стрелкой вправо отображается информация о физическом приборе. В нее входит серийный номер прибора, версия микропрограммного обеспечения и информация о системной плате и аналоговых платах, включая дату калибровки.

Дополнительные	Для использования в будущих версиях.
функции	

Пользовательская конфигурация

Анализатор РА4000 позволяет сохранять и вызывать до восьми пользовательских конфигураций, а также вызывать конфигурацию по умолчанию.

Первая опция — «Load Default Configuration» (Загрузить конфигурацию по умолчанию). При выборе этой опции с помощью кнопки и восстанавливаются заводские настройки РА4000. Настройки по умолчанию перечислены в предыдущем разделе этой главы.

В каждой пользовательской конфигурации можно войти в подменю и выбрать:

- «Apply» (Применить) применить сохраненную конфигурацию;
- «Rename» (Переименовать) присвоить конфигурации значимое имя; максимальная длина имени 16 символов;
- «Save Current Configuration» (Сохранить текущую конфигурацию) сохранить конфигурацию; таким образом следует завершать настройку РА4000 при выборе этой опции.
- «Print» (Печать) не реализовано;
- «Save to USB» (Сохранить на USB) не реализовано;
- «Load from USB» (Загрузить с USB) не реализовано.

ПРИМЕЧАНИЕ. При загрузке несохраненной конфигурации появляется сообщение об ошибке. Текущая конфигурация не изменяется.

Дистанционное управление

Общие сведения

Дистанционные команды позволяют использовать анализатор РА4000 для выполнения высокоскоростных, сложных или многократных измерений. Все анализаторы РА4000 в стандартном исполнении могут обмениваться данными через интерфейсы RS232, Ethernet или USB. В качестве опции можно добавить интерфейс GPIB.

Взаимодействие с системами RS232

Порт RS232 представляет собой стандартный компьютерный 9-полюсный штекер типа D, расположенный на задней панели прибора, и может использоваться для дистанционного управления РМ6000. Для этого можно использовать модемный кабель.

Порт RS232 использует 8-бит без бита четности с одним стоповым битом и аппаратный контроль потока.

Более подробное описание разъема RS232 см. в разделе Последовательный порт. (См. стр. 108, Последовательный порт.)

Более подробные сведения о меню интерфейса см. в разделе Скорость в бодах RS232. (См. стр. 55, Скорость в бодах RS232.)

Взаимодействие с системами USB

Анализатор РА4000 поддерживает управление по USB стандарта USBTMC.

Подробное описание контактов порта с указание скорости и информацией о соединении содержится в спецификации. (См. стр. 110, *Периферийные устройства USB*.)

Взаимодействие с системами Ethernet

Анализатор РА4000 поддерживает управления по Ethernet через сеть 10Base-T.

Более подробные сведения о подключении Ethernet см. в разделе *Порт Ethernet*. (См. стр. 110, *Порт Ethernet*.)

Более подробные сведения об адресации Ethernet см. в разделе Конфигурация *Ethernet.* (См. стр. 55, Конфигурация Ethernet.)

Взаимодействие с системами GPIB (опция)

В качестве опции анализатор РА4000 поддерживает управление через порт GPIB. Эту опцию должен установить уполномоченный представитель Tektronix.

Более подробное описание контактов разъема GPIB см. в разделе *IEEE* 488/GPIB. (См. стр. 108, *IEEE* 488/GPIB (опция).)

Сообщения о состоянии

Байт состояния Анализатор РА4000 использует байт состояния, подобный IEEE488.2. Регистр байтов состояния (STB) анализатора РА4000 содержит биты ESB и DAS. Эти два бита указывают на ненулевое состояние регистра состояний стандартных событий (ESR) или регистра состояний отображаемых данных (DSR).

ESR и DSR имеют регистры включения, соответственно ESE и DSE, настраиваемые пользователем. Эти регистры включения действуют как маска для отображения выбранных элементов соответствующих регистров состояния в реестре байтов состояния. Установка соответствующего бита регистра включения на 1 задает прозрачность.

При считывании регистра состояния этот регистр сбрасывается на ноль.



Бит 5 — суммарный бит ESB для отображения состояния стандартных событий.

Бит 0 — суммарный бит DAS для отображения доступных данных.

Регистр состояний отображаемых данных (DSR)

Считывается по команде ":DSR?" или в суммарных данных *STB? бита DAS. При включении питания DSR устанавливается на ноль. По команде ":DSR?" биты регистра очищаются, как показано ниже.

7					0
		ονν	OVA	NDV	DVL

Бит 4 — OVV. Устанавливается для указания перегрузки по напряжению. Автоматически очищается при снятии перегрузки.

Бит 3 — ОVA. Устанавливается для указания перегрузки по току. Автоматически очищается при снятии перегрузки.

Бит 1 — NDV. Устанавливается для указания на появление новых данных с момента последней команды «:DSR?». Очищается при считывании.

Бит 0 — DVL. Устанавливается для указания на доступность данных. Очищается при считывании.

Считывание по команде :DSE? и установка по команде :DSE <значение>.

7					0
		ovv	OVA	NDV	DVL

Бит 4 — OVV. Включение бита OVV в DSR.

Бит 3 — OVA. Включение бита OVA в DSR.

Бит 1 — NDV. Включение бита NDV в DSR. (По умолчанию включается при включении питания.)

Бит 0 — DVL. Включение бита DVL в DSR. (По умолчанию включается при включении питания.)

Регистр включения состояний отображаемых данных (DSE)

Регистр состояний стандартных событий (ESR)

Считывается по команде *ESR? или в суммарных данных с помощью бита ESB B STB.

7



Бит 5 — СМЕ. Ошибка команды, команда не распознана.

Бит 4 — ЕХЕ. Ошибка исполнения команды.

Регистр включения состояний стандартных событий (ESE) Считывание по команде *ESE? и установка по команде :DSE <значение>. Очищается при считывании.

7 0 CME EXE

Бит 5 — СМЕ. Включение бита СМЕ в ESR. (По умолчанию включается при включении питания.)

Бит 4 — EXE. Включение бита EXE в ESR. (По умолчанию включается при включении питания.)

Список команд

В синтаксисе команд используются следующие условные обозначения:

- квадратные скобки указывают на опциональные параметры или ключевые слова [];
- треугольные скобки указывают на значение, которое необходимо указать <>;
- вертикальная черта указывает на выбор параметров |.

Команды и ответы отправляются в виде строк ASCII с символом конца строки. Анализатор РА4000 не учитывает регистр, пробелы игнорируются за исключением случаев, когда они требуются для отделения команды от параметра.

В одной строке нельзя оправить несколько команд с разделителем «;» между команлами.

Для всех команд, содержащих параметры, окончание команды следует отделить от первого параметра пробелом, например, команда «SYST:CTYPE? 1» будет выполнена. Команда «:SYST:CTYPE?1» приведет к ошибке истечения времени ожидания.

Список команд подразделяется на соответствующие разделы. Каждый раздел соответствует опции главного меню анализатора РА4000.

Стандартные команды и команды состояния IEEE 488.2

Идентификация устройства

*IDN?

Синтаксис	*IDN?
Формат ответа	Tektronix, PA4000, серийный номер, версия микропрограммного обеспечения
Описание	Серийный номер — это серийный номер главного шасси. Версия микропрограммного обеспечения — это версия комплекта микропрограммного обеспечения для всех процессоров.

*CLS Очистить состояние события

Синтаксис	*CLS
Формат	Нет
ответа	
Описание	Очищает реестр состояний стандартных событий до 0.

*ESE Настройка регистра включения состояний стандартных событий

Синтаксис	*ESE <флажки> Где флажки = значения регистра включения в десятичном формате от 0 до 255
По умолчанию	48
Описание	Устанавливает биты, включенные в регистре состояний стандартных событий. Регистр включения состояний использует те же определения битов, что и регистр состояний стандартных событий

*ESE? Считать регистр включения состояний стандартных событий

Синтаксис	*ESE?
Формат ответа	0—255
Описание	Возвращает значение регистра включения состояний стандартных событий

*ESR? Считать	ь регистр	состояний	событий
---------------	-----------	-----------	---------

Синтаксис	*ESR?
Формат ответа	0—255
Описание	Возвращает значение регистра состояний стандартных событий, объединенное оператором AND (И) со значением регистра включения состояний стандартных событий. Регистр состояний стандартных событий очищается после считывания

*RST Сброс устройства

Синтаксис	*RST
Формат ответа	Нет
Описание	Сбрасывает конфигурацию прибора до значений по умолчанию (выполняет то же действие, что и опция меню Load Default Configuration (Загрузить конфигурацию по умолчанию) на передней панели).

Совет. После отправки команды *RST подождите 5—10 секунд, прежде чем подавать другие команды, чтобы все параметры по умолчанию были обработаны и установлены.

*STB? Считать байт состояния

Синтаксис	*STB?
Формат ответа	0—255
Описание	Возвращает значение байта состояния с маской регистра включения запросов на обслуживание. После считывания байт состояния очищается до 0.

:DSE Установить регистр включения состояния данных

Синтаксис	:ESE <флажки>
По умолчанию	255
Описание	Устанавливает биты, включенные в регистре состояний отображаемых данных

:DSE? Считать регистр включения состояния данных

Синтаксис	:DSE?
Формат ответа	0—255
Описание	Возвращает значение регистра включения состояний отображаемых данных

:DSR? Считать регистр состояния данных

Синтаксис	:DSR?
Формат ответа	0—255
Описание	Возвращает значение регистра состояний данных, объединенное оператором AND (И) со значением регистра включения состояний данных. Регистр состояний данных очищается после считывания

:DVC Очистить устройство

Синтаксис	:DVC
Формат	Нет
ответа	
Описание	Выполняет перезагрузку программного обеспечения. Действует также, как *RST или :CFG:USER:LOAD 0 (загрузка пользовательской конфигурации по умолчанию)

Команды для каналов и групп

Следующие команды используются для выбора активной группы или канала. По своей концепции они подобны нажатию кнопок со стрелками влево и вправо для смены группы или канала в окне меню.

:INST:NSEL Задать активную группу

Синтаксис	:INST:NSEL <номер группы> <Номер группы> — это целое число от 1 до 4 в зависимости от номеров групп, доступных в РА4000
Формат	Нет
ответа	
Описание	Устанавливает указанную группу в качестве активной для последующих команд и действий

:INST:NSEL? Считать активную группу

Синтаксис	:INST:NSEL?
Формат ответа	<Номер группы>
Описание	Возвращает номер выбранной группы (от 1 до 4 в зависимости от конфигурации подключения)

:INST:NSELC Выбрать активный канал

Синтаксис	:INST:NSELC <номер группы> <Номер канала> — это целое число от 1 до 4 в зависимости от количества каналов, доступных в РА4000
Формат ответа	Нет
Описание	Устанавливает номер канала (от 1 до 4 в зависимости от количества каналов, доступных в РА4000)

:INST:NSELC? Считать активный канал

Синтаксис	:INST:NSELC?
Формат ответа	<Номер канала>
Описание	Возвращает номер выбранного канала (от 1 до 4 в зависимости от количества каналов, доступных в РА4000)

Команды информации прибора

Команды информации прибора — это команды, используемые для считывания информации о приборе помимо информации, считываемой по команде *IDN?

:CAL:DATE? Дата калибровки

Синтаксис	:CAL:DATE? <номер канала, <тип данных> Где <номер канала> — число от 1 до 4. <Тип данных> — число от 1 до 2
Формат ответа	Соответствующая дата калибровки в формате дд-мм-гггг
Описание	Возвращает дату калибровки назначенной аналоговой платы. <Тип данных> может быть: 1 = дата проверки 2 = дата корректировки

:SYST:CTYPE?

Тип платы	
Синтаксис	:SYST:CTYPE? <номер канала> Где <номер канала> — число от 0 до 4. <Серийный номер> — строка из 12 символов <Версия аппаратного обеспечения>— до 4 си
Формат ответа	Tektronix, <тип платы>, <серийный номер>, <l обеспечения> <Тип платы> — либо CPU (для системной пла платы канала) <Серийный номер> — строка из 12 символов <Версия аппаратного обеспечения>— до 4 си</l
Описание	Возвращает тип платы, серийный номер и ве

	<Версия аппаратного обеспечения>— до 4 символов
рмат зета	Tektronix, <тип платы>, <серийный номер>, <Версия аппаратного обеспечения> <Тип платы> — либо CPU (для системной платы), либо ANALOG (для платы канала) <Серийный номер> — строка из 12 символов <Версия аппаратного обеспечения> — до 4 символов
исание	Возвращает тип платы, серийный номер и версию аппаратного обеспечения выбранного канала Канал 0 означает системную плату CPU

Команды выбора измерений и считывания

Эти команды связаны с выбором измерений и считыванием из результатов.

:SEL Выбрать результаты

Где <группа> — это номер группы от 1 до 4. Где <измерение> это: VLT — среднеквадратическое напряжение
Где <измерение> это: VLT — среднеквадратическое напряжение
АМР — среднеквадратический ток
WAT — мощность (Вт)
VAS — полная мощность (БА) VAR — реактивная мощность (ВАр)
FRQ — частота
РWF — КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ VPK+ — пиковое напряжение (попожительное)
VPK — пиковое напряжение (отрицательное)
АРК+ — пиковый ток (положительный)
АРК- — пиковый ток (отрицательный)
VDC — напряжение постоянного тока ADC — сила постоянного тока
VRMN — среднее выпрямленное напряжение
ARMN — средний выпрямленный ток
VCF — амплитудный коэффициент напряжения
АСF — амплитудный коэффициент тока
VIHD — полный коэффициент гармонических искажений напряжения VDE коэффициент кокожения напряжения.
VDI — коэффициент искажения напряжения VTIF — коэффициент помех проводной связи напряжения
АТНО — полный коэффициент гармонических искажений тока
ADF — коэффициент искажения тока
ATIF — коэффициент помех проводной связи тока
IMP — полное сопротивление
RES — сопротивление REA — реактивное сопротивление
НЕ — время интегрирования *1
WHR — Вт-ч *1
VAH — ВА-ч *1
VRH — BAp-u*1
VIAV — средняя мощноств т РFAV — средний коэффициент мошности *1
СVAR — компенсация
VArs *1 VF — среднеквадратическое напряжение основной гармоники
AF — среднеквадратический ток основной гармоники

Выбрать результаты (прод.)

	 WF — активная мощность основной гармоники (Вт) VAF — полная мощность основной гармоники (ВА) VARF — реактивная мощность основной гармоники (ВАр) PFF — коэффициент мощности основной гармоники VHM — гармоники напряжения AHM — гармоники тока WHM — гармоники мощности *1 — эти результаты доступны для отображения и считывания, только
	если группа находится в режиме интегратора.
Описание	:SEL определяет, какие результаты будут отображаться на экране, а также результаты, возвращаемые по команде FRD?. Для просмотра текущей выбранной команды используйте команду «FRF?».
	вспомогательной команды :"GRP" позволяет очистить только выбранные результаты в указанной группе.
	Для добавления результатов в группу сначала используйте команду ":INST:NSEL <rpyппа>. В противном случае команда действует на последнюю выбранную группу (или на группу 1, если группа не выбрана).</rpyппа>

Синтаксис	:FRF? :FRF:GRP<группа>? :FRF:CH<канал>? Где <группа> — это номер группы от 1 до 4. Где <канал> — это номер канала от 1 до 4.
Описание	Команды FRF? и FRF:GRP? используются для считывания списка отображаемых результатов. Текущий результат не возвращается. Формат возвращаемого значения: <группа>, <количество выбранных измерений>, <количество возвращаемых результатов>, <измерение 1>,<измерение 2>, и т. д., <группа>,<количество выбранных измерений>,
	«Количество выбранных измерений» — это число измерений, выбранных с помощью кнопок передней панели или команды SEL «Количество возвращаемых результатов» равно количеству строк на дисплее. При выборе гармоник количество возвращаемых результатов превосходит количество выбранных результатов «Измерение 1» и т. д. — это название выбранного измерения. Возвращаемые данные будет теми же, что и метка в окне результатов. Для гармоник возвращаются значения «Vharm», «Aharm» и «Wharm» (Arapm, Arapm и Втгарм) Возвращаемые значения отделяются запятыми Команда FRF? возвращает выбранные значения для групп
	:FRF:CH<канал>? возвращает список результатов для определенного канала. Это полезно для упрощения измерений. Данные, возвращаемые этой командой будет теми же, что и возвращаемые командой FRF:GRP?, кроме того, будет добавлен номер канала. Например: <группа>, <канал>, <количество выбранных измерений>, <количество возвращаемых результатов>. <измерение 1>.<измерение 2> и

:FRF? Считать выбранные результаты

:MOVE Переместить результаты

Синтаксис	:MOVE:<измерение> <новая позиция> <Измерение> — это список измерений, определенный командой :SEL. <Новая позиция> — это позиция в списке результатов на экране в диапазоне от 1 до 43.
Описание	Команда перемещения используется для изменения порядка отображения на экране результатов, возвращаемых командой «FRD?». Команду FRF? можно использовать для подтверждения порядка результатов.

Синтаксис	:FRD? :FRD:CH<к>? :FRD:GRP <rpyппа>? Где <к>— это номер канала от 1 до 4. Где <rpyппа> — это номер группы от 1 до 4.</rpyппа></rpyппа>
Описание	Команды FRD возвращают результаты анализатора. Результаты возвращаются в том порядке, в котором они отображаются на экране. Результаты представлены в виде чисел с плавающим десятичным разделителем, разделенных запятыми
	Последовательность определяется порядком, в котором результаты отображаются на передней панели. Последовательность можно сконфигурировать, изменив порядок с помощью кнопок на передней панели прибора, либо с помощью команды :MOVE
	Результаты возвращаются по столбцам начиная с левого края дисплея. Это означает, что если пользователь выбрал для отображения результаты суммирования или максимальные и минимальные результаты, они также будут возвращены.
	Если для команды :FRD:CH<к>? выбраны минимальные или максимальные результаты, они будут возвращены. Порядок возврата <мин>, <к>, <макс>
	Если для команды :FRD:GRP<группа>? выбраны минимальные, максимальные результаты или результаты суммирования, они будут возвращены. Порядок возврата <мин>, <к>, <макс>, <мин>, <к>, <макс>,<мин. сумма>, <сумма>, <макс сумма>
	Для команды :FRD? возвращается каждая группа, начиная с группы А. Порядок результатов для группы будет таким же, что и для команды :FRD:GRP<группа >?

:FRD? Считать динамически изменяющиеся данные

Команды конфигурации измерений

Команды конфигурации измерений соответствуют меню конфигурации измерений. (См. стр. 39, Конфигурация измерений.)

:HMX:VLT/AMP	Команды для настройки отображения гармоник.	

Конфигурация гармоник

Синтаксис	:HMX:VLT:SEQ <3HayeHue>
	Где <значение> равно 0 для нечетных и четных, и 1 только для нечетных.
Описание	Если выбраны измерения гармоник (см. :SEL), анализатор РА4000 может отображать все гармоники, или только нечетные гармоники начиная с первой по заданную.
	Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.
Синтаксис	:HMX:VLT:RNG <значение>
	:HMX:AMP:RNG <значение>
	Где значение> = максимальному количеству отображаемых гармоник в диапазоне от 1 до 100.
Описание	Если выбраны измерения гармоник (см. :SEL), анализатор РА4000 будет отображать все гармоники до номера, заданного <значением>. Отображаемые гармоники можно ограничить только нечетными гармониками с помощью команды последовательности гармоник.
	Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.
Синтаксис	:HMX:VLT:FOR <значение>
	:HMX:AMP:FOR <значение>
	Где <значение>
	= 0 (абсолютные значения)
	= 1 (значения в процентах)
Описание	Если выбраны измерения гармоник (см. :SEL), анализатор РА4000 может отображать все гармоники (за исключением первой) в виде абсолютного значения или в процентах от основной (первой) гармоники.
	Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.

:HMX:VLT/AMP:DF

Команда для настройки измерения коэффициента искажений.

Настройка коэффициента искажений

Синтаксис	:HMX:VLT:DF:REF <значение> :HMX:AMP:DF:REF <значение> Где <значение> = 0 (основной гармоники) = 1 (ср. кв.)
Описание	Для считывания коэффициента искажений (известного также как разностная формула), в знаменателе может быть либо среднеквадратическое, либо значение основной гармоники. Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.

:HMX:VLT/AMP:THD Команды настройки измерений полного коэффициента гармонических искажений.

Настройка полного коэффициента гармонических искажений

Синтаксис	:HMX:VLT:THD:REF <значение>
	:HMX:AMP:THD:REF <значение>
	Где <значение> = 0 (основной гармоники)
	= 1 (ср. кв.)
Описание	Для считывания полного коэффициента искажений (известного также как сериальная спектральная формула), в знаменателе может быть либо среднеквадратическое, либо значение основной гармоники.
	Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.
Синтаксис	:HMX:VLT:THD:SEQ <значение>
	:HMX:AMP:THD:SEQ <значение>
	Где <значение> = 0 для нечетных и четных
	= 1 только для нечетных
Описание	Для считывания полного коэффициента искажений (THD) (известного также как сериальная спектральная формула) могут использоваться все гармоники до указанного номера, или только нечетные гармоники.
	Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.
Синтаксис	:HMX:VLT:THD:RNG <значение>
	:HMX:AMP:THD:RNG <значение>
	Где <значение> = максимальному количеству отображаемых гармоник в диапазоне от 2 до 100.

Описание	Для считывания полного коэффициента искажений (THD) (известного
	также как сериальная спектральная формула) <значение >
	используется для указания максимального числа гармоник,
	используемого в формуле.
	Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду
	:INST:NSEL для выбора активной группы.
Синтаксис	:HMX:VLT:THD:NZ <значение>
	:HMX:AMP:THD:NZ <значение>
	Где <значение> = 0 — исключить
	= 1 — включить
Описание	Для считывания полного коэффициента искажений (THD) (известного
	также как сериальная спектральная формула) в формулу можно
	включить или исключить компонент постоянного тока.
	Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду
	:INST:NSEL для выбора активной группы.

Настройка полного коэффициента гармонических искажений (прод.)

:HMX:VLT/AMP:TIF	Настройка коэффициента помех проводной связи		
	Синтаксис	:HMX:VLT:TIF:REF <значение>	
		:HMX:AMP:TIF:REF <значение>	
		Где <значение> = 0 (основной гармоники)	
		= 1 (ср. кв.)	
	Описание	Для считывания коэффициента помех проводной связи в знаменателе уравнения может быть либо среднеквадратическое, либо значение основной гармоники.	
		Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.	

Синтаксис	:MIN <значение>	
	Где <значение> = 0 — отключить	
	= 1 — включить	
Описание	Команда MIN добавляет к результатам столбец с минимальными значениями каждого параметра с момент последнего сброса минимальных значений. Столбец добавляется для каждого канала в группе, а также к результатам суммирования, если они выбраны.	
	Добавление столбца всегда сбрасывает минимальные и максимальные значения для выбранной группы. Значения можно также сбросить с помощью команды :RES или кнопки [RESET/CLEAR] (Сброс/очистка) на передней панели.	
	Для сброса минимального времени фиксации используйте команду :MIN 1 для повторного включения столбца. Учтите, что будут сброшены значения минимального и максимального времени фиксации.	
	Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.	
Синтаксис	:MIN?	
Возвращаемое значение	0 или 1	
Описание	Возвращает состояние столбца минимальных значений. Будет возвращено значение 0, если столбец отключен, и значение 1 — если включен.	
	Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.	

:MIN Столбец минимальных значений

:МАХ Столбец максимальных значений

Синтаксис	:МАХ <значение>
	Где <значение> = 0 — отключить
	= 1 — включить
Описание	Команда МАХ добавляет к результатам столбец с максимальными значениями каждого параметра с момент последнего сброса максимальных значений. Столбец добавляется для каждого канала в группе, а также к результатам суммирования, если они выбраны.
	Добавление столбца всегда сбрасывает минимальные и максимальные значения для выбранной группы. Значения можно также сбросить с помощью команды :RES или кнопки [RESET/CLEAR] (Сброс/очистка) на передней панели.
	Для сброса минимального времени фиксации используйте команду :МАХ 1 для повторного включения столбца. Учтите, что будут сброшены значения минимального и максимального времени фиксации.
	Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.

Синтаксис	:MAX?
Возвращаемое значение	0 или 1
Описание	Возвращает состояние столбца максимальных значений. Будет возвращено значение 0, если столбец отключен, и значение 1— если включен.
	Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.

Столбец максимальных значений (прод.)

:SUM Результаты суммирования

Синтаксис	:SUM <значение>	
	Где <значение> = 0 — отключить	
	= 1 — включить	
Описание	Команда SUM добавляет к результатам столбец со значениями суммирования для каждого выбранного параметры (если применимо) в группе. Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы. Если способ подключения выбранной группы — «1 фаза, 2 провода», запрос добавления результатов суммирования будет игнорироваться.	
Синтаксис	:SUM?	
Возвращаемое значение	0 или 1	
Описание	Возвращает состояние столбца результатов суммирования. Будет возвращено значение 0, если столбец отключен, и значение 1 — если включен.	
	Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.	

Команды настройки режима

Команды настройки режима соответствуют меню «Modes» (Режимы). (См. стр. 42, *Режимы*.) Они используются для управления конфигурированием групп для измерения параметров в определенных условиях.

:МОО Режим

Синтаксис	:MOD:NOR (обычный режим) :MOD:BAL (режим балласта) :MOD:SBY (режим резервной мощности) :MOD:INT (режим интегратора) :MOD:PWM (режим ШИМ двигателя)
Описание	Эта команда задает режим для группы. Поскольку эта команда действует для группы, сначала выберите активную группу с помощью команды :INST:NSEL.
Синтаксис	:MOD?
Формат ответа	Номер режима от 0 до 4.
Описание	Эта команда возвращает ссылку на режим активной группы. Поскольку эта команда действует для группы, сначала выберите активную группу с помощью команды :INST:NSEL.
	Возвращаемые значения:
	0 – обычный режим;
	1 – режим балласта;
	2 – режим резервной мощности;
	3 – режим интегратора;
	4 – режим ШИМ двигателя.

:MOD:BAL Режим балласта

Синтаксис	:MOD:BAL:FREQ <значение>	
	Где <значение>— частота питания в диапазоне от 45 до 1000 Гц.	
Описание	Эта команда задает частоту питания в режиме балласта. (См. стр. 43, <i>Режим балласта</i> .) Поскольку эта команда действует для группы, сначала выберите активную группу с помощью команды :INST:NSEL.	
Синтаксис	:MOD:BAL:FREQ?	
Формат ответа	Частота балласта для выбранной группы.	
Описание	Эта команда задает частоту балласта для активной группы. Поскольку эта команда действует для группы, сначала выберите активную группу с помощью команды :INST:NSEL.	

:MOD:SBY P

Режим резервной мощности

Синтаксис	:MOD:SBY:PER <значение>		
	Где <значение> — период интегрирования питания в режиме резервной мощности в диапазоне от 1 до 1200 секунд как целое число.		
Описание	Эта команда задает период интегрирования питания в режиме резервной мощности. (См. стр. 43, <i>Режим резервной мощности.</i>) Поскольку эта команда действует для группы, сначала выберите активную группу с помощью команды :INST:NSEL.		
Синтаксис	:MOD:SBY:PER?		
Возвращаемое значение	Период интегрирования питания для выбранной группы		
Описание	Эта команда задает период интегрирования для активной группы. Поскольку эта команда действует для группы, сначала выберите активную группу с помощью команды :INST:NSEL.		

:MOD:INT Режим интегратора

Синтаксис	:MOD:INT:ST:METH <метод>, где < метод >			
	0 = ручной			
	1 = таймер			
	2 = уровень			
	ПРИМЕЧАНИЕ. Поскольку интегратор — это групповая функция, сначала выберите активную группу с помощью команды :INST:NSEL.			
Описание	Задает метод запуска интегратора.			
Синтаксис	:MOD:INT:ST:CLK:TIME <время>			
	Где <время> задается в формате чч:мм:ссА/Р или :чч:мм:сс.			
Описание	Задает время запуска интегратора при запуске с помощью таймера. Данные вводятся в формате, заданном пользователем.			
Синтаксис	:MOD:INT:ST:CLK:DATE <gata></gata>			
	Где <дата> вводится в формате дд:мм:гггг или :мм:дд:гггг или гггг:мм:дд.			
Описание	Задает дату запуска интегратора при запуске с помощью таймера. Данные вводятся в формате, заданном пользователем.			
Синтаксис	:MOD:INT:ST:LVL:CH <канал>			
	Где <канал> — число от 1 до 4.			
Описание	Задает канал для запуска по уровню. Указывается в виде 1,2, 3 или 4. Если номер канала не действителен, задается бит ESR.			
Синтаксис	:MOD:INT:ST:LVL:SIG: <измерение>			
	Где <измерение> — это измерение, определенное командой :SEL. (См. стр. 74, <i>:SEL</i> .)			
Описание	Задает сигнал, мониторинг которого осуществляется, для сравнения с пороговым значением. Эта команда сопровождается нормальным параметром выбора сигнала, например, VRMS или PWF.			

Синтаксис	:MOD:INT:ST:LVL:THRES <nopor></nopor>				
Описание	Задает пороговый уровень. Научная форма с плавающим десятичным разделителем ± 1Е9.				
Синтаксис	:MOD:INT:ST:LVL:DIR <направление>				
	Где <направление> — 0 для «≥» и 1 для «≤»				
Описание	Задает направление изменения сигнала при использовании запуска по уровню.				
Синтаксис	:MOD:INT:DUR <длительность> Где <длительность> — это время в минутах				
Описание	Задает длительность интегрирования. Значение от 0,0 до 10 000.				
Синтаксис	:MOD:INT:PF <коэффициент мощности">				
	Где <коэффициент мощности"> — требуемый коэффициент мощности в диапазоне от +1 до –1				
Описание	Задает требуемый коэффициент мощности для компенсации реактивной мощности. Значение от +1,0 до –1,0.				
Синтаксис	:MOD:INT:RUN				
Описание	Запускает интегрирование для выбранной группы.				
Синтаксис	:MOD:INT:STOP				
Описание	Останавливает интегрирование всех запущенных интеграторов.				
Синтаксис	:MOD:INT:RESET				
Описание	Перезапускает интегрирование для выбранной группы.				

Режим интегратора (прод.)

:MOD:PWM Режим РWM (ШИМ) двигателя

ПРИМЕЧАНИЕ. Не существует специальной команды режима ШИМ двигателя помимо стандартной команды :MOD:PWM.

Команды настройки входов

Команды настройки входов соответствуют меню «Inputs» (Входы). (См. стр. 47, *Входы*.) Они используются для управления вводом сигнала в анализатор РА4000.

:WRG Конфигурация подключения

Синтаксис	:WRG:1P2 — 1 фаза, 2 провода
	:WRG:1Р3 — 1 фаза, 3 провода
	:WRG:3P3 — 3 фазы, 3 провода
	:WRG:3P4 — 3 фазы, 4 провода
Описание	Задает конфигурацию подключения выбранной группы. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.

:NAME Имя группы

Синтаксис	:NAME <значение>				
	Где <значение> = имя группы длиной 8 символов				
Описание	Эта команда задает отображаемое имя для группы. Имя группы может быть длиной не более 8 символов. Поскольку эта команда действует для группы, сначала выберите активную группу с помощью команды :INST:NSEL.				
Синтаксис	:NAME?				
	Где <значение> = имя группы длиной 8 символов				
Формат ответа	Имя группы длиной до 8 символов.				
Описание	Эта команда возвращает отображаемое имя активной группы. Поскольку эта команда действует для группы, сначала выберите активную группу с помощью команды :INST:NSEL.				

:RNG Диапазоны

Синтаксис	:RNG:VLT AMF	:RNG:VLT AMP:FIX <диапазон>						
	:RNG:VLT AMP:AUT							
	VLT = задать ди	VLT = задать диапазон напряжения						
	АМР = задать диапазон тока							
	FIX = фиксированный диапазон AUT = автоматический выбор диапазона Где <диапазон> = номер диапазона от 1 до 12.							
Описание	Задает диапазон для выбранной группы. Сначала выберите активную группу с помощью команды :INST:NSEL.							
	Номера диапазо	Номера диапазонов для каждого входа приведены ниже:						
Диапазон №	Напряжение (В)	Шунт 30 А	Шунт 1 А	Внешний шунт				
Авто								
3	2 B	0,2 A	0,005 A	0,003 B				
4	5 B	0,5 A	0,0125 A	0,0075 B				
5	10 B	1 A	0,025 A	0,015 B				
6	20 B	2 A	0,05 A	0,03 B				
7	50 B	5 A	0,125 A	0,075 B				
8	100 B	10 A	0,25 A	0,15 B				
9	200 B	20 A	0,5 A	0,3 B				
10	500 B	50 A	1,25 A	0,75 B				
11	1000 B	100 A	2,5 A	1,5 B				
12	2000 B	200 A	5 A	3 B				
Синтаксис	:RNG:VLT AMF	:RNG:VLT AMP?						
Возвращаемое значение	от 0 до 12.							
--------------------------	--							
Описание	Возвращает конфигурацию диапазона для текущей выбранной группы. Если для группы выбран автоматический выбор диапазона, возвращается 0.							
Синтаксис	:RNG:VLT AMP:AUT?							
Возвращаемое значение	от 0 до 12.							
Описание	Примечание. Эта команда распространяется на канал, а не на группу.							
	Возвращает текущий диапазон для выбранного канала. Если в группе несколько каналов, и для группы выбран автоматический выбор диапазона, канал находит наилучший диапазон для подаваемых сигналов.							
	Сначала используйте команду :INST:NSELC для выбора активного канала.							

Диапазоны (прод.)

:SHU Выбор шунта

Синтаксис	:SHU:INT :SHU:INT1A :SHU:EXT INT = задает внутренний шунт 30 Аср.кв. INT1A = задает внутренний шунт 1 Аср.кв. EXT = задает внешний шунт
Описание	Задает шунт для всех каналов выбранной группы. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.
Синтаксис	:SHU?
Формат ответа	от 0 до 2.
Описание	Возвращает настройки шунта для выбранной группы. 0 = внутренний шунт 30 Аср.кв. 1 = внутренний шунт 1 Аср.кв. 2 = внешний шунт Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.

Синтаксис	:FSR:VLT
	:FSR:AMP
	:FSR:EXT1
	:FSR:EXT2
	VLT = задает канал напряжения в качестве источника
	INT1А = задает канал тока в качестве источника
	EXT1 = задает вход внешнего счетчика 1 в качестве источника
	EXT2 = задает вход внешнего счетчика 2 в качестве источника
Описание	Задает источник частоты для выбранной группы. Для определения частоты используется первый канал в группе. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.
Синтаксис	:FSR?
Возвращаемое значение	от 0 до 3
Описание	Возвращает настроенный источник частоты для выбранной группы.
	Возвращаемые значения:
	0 = канал напряжения
	1 = канал тока
	2 = вход внешнего счетчика 1
	3 = вход внешнего счетчика 2
	Поскольку эта команда действует для группы, сначала выберите активную группу с помощью команды :INST:NSEL.
Синтаксис	FSR:PHR:VLT — задает канал напряжения в качестве источника опорного сигнала.
	:FSR:PHR:AMP — задает канал тока в качестве источника опорного сигнала.
Описание	Задает канал напряжения или тока первой платы в группе в качестве источника сигнала опорной фазы.
	Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.
Синтаксис	:FSR:PHR?
Возвращаемое значение	от 0 до 1
Описание	Возвращает настроенный источник сигнала опорной фазы для выбранной группы.
	Возвращаемые значения:
	0 = канал напряжения
	1 = канал тока
	Поскольку эта команда действует для группы, сначала выберите активную группу с помощью команды :INST:NSEL.
Синтаксис	:FSR:RNG <значение>
	$\Gamma_{\text{FR}} < \alpha_{\text{FR}} = 0$

:FSR Настройки частоты

Описание	Задает диапазон частоты, допустимый для входного сигнала. Возвращаемые значения:
	0 = от 10 Гц до 50 кГц
	1 = >10 Гц
	2 = от 1 до 100 Гц
	3 = от 0,1 до 10 Гц
	Эта команда действует на группу. Сначала используйте команду :INST:NSEL для выбора активной группы.
Синтаксис	:FSR:RNG?
Возвращаемое значение	от 0 до 3
Описание	Возвращает настроенный диапазон частоты для выбранной группы.
	Возвращаемые значения:
	0 = от 10 Гц до 50 кГц
	1 = >10 Гц
	2 = от 1 до 100 Гц
	3 = от 0,1 до 10 Гц
	Поскольку эта команда действует для группы, сначала выберите активную группу с помощью команды :INST:NSEL.

Настройки частоты (прод.)

:BDW Полоса пропускания

Синтаксис	:BDW <значение>
	Где <значение> = 0 или 1.
Описание	Задает полосу пропускания для всех каналов измерения напряжения и тока в активной группе. 0 = широкая полоса пропускания, 1 = узкая полоса пропускания. Узкая полоса пропускания устанавливает двухполюсный фильтр 10 кГц для каналов измерения напряжения и тока.
Синтаксис	:BDW?
Возвращаемое значение	от 0 до 1
Описание	Возвращает настроенную полосу пропускания для выбранной группы.
	Возвращаемые значения:
	0 = широкая полоса пропускания
	1 = узкая полоса пропускания
	Поскольку эта команда действует для группы, сначала выберите активную группу с помощью команды :INST:NSEL.

:SCL	Масштабирован	۱e
.OOL	indom roobain	

Синтаксис	:SCL:VLT AMP EXT <масштаб>
	:SCL:VLT AMP EXT:GRP <масштаб>
	VLT = масштабирование канала напряжения
	АМР = масштабирование канала тока
	EXT = масштабирование внешнего шунта
	Где <масштаб> = число от 0,00001 до 100 000.
Описание	Задает масштабный коэффициент для выбранного канала. Сначала используйте команду :INST:NSELC для выбора активного канала. Если используется опция GRP, масштабный коэффициент применяется для всех каналов группы.
Синтаксис	:SCL:VLT AMP EXT?
	VLT = масштабирование канала напряжения
	АМР = масштабирование канала тока
	EXT = масштабирование внешнего шунта
Возвращаемое значение	Число от 0,00001 до 100 000
Описание	Примечание. ЭТА КОМАНДА РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ НА КАНАЛ, А НЕ НА ГРУППУ.
	Возвращает масштабный коэффициент для выбранного канала. Сначала используйте команду :INST:NSELC для выбора активного канала.

:ANA Аналоговые входы

Синтаксис	:ANA <вход>,<диапазон>
	где <вход> = номер входа от 1 до 4
	<диапазон> = от 1 до 10
Возвращаемое значение	нет
Описание	Задает аналоговый вход от 1 до 4. Если задан <диапазон > 1, выбирается диапазон ±1 В. Если задан <диапазон> 10, для указанного устройства выбирается диапазон ±10 В.
Синтаксис	:ANA? <вход>
	где <вход> = номер входа от 1 до 4
Возвращаемое значение	Измеренное значение
Описание	Возвращает измеренный аналоговый сигнал на выбранном входе.

Команды графиков и осциллограмм

В настоящее время не реализованы.

Команды интерфейсов

Команды интерфейсов используются для настройки и управления различными способами обмена данными с РА4000.

:COM:RS2 Конфигурация RS232

Синтаксис	:COM:RS2:BAUD <скорость в бодах>
	Где <Скорость в бодах> = скорость в бодах 9600, 19200 или 38400.
Описание	Задает скорость в бодах RS232.
Синтаксис	:COM:RS2:BAUD?
Возвращаемое значение	Скорость в бодах 9600, 19200 или 38400
Описание	Возвращает скорость в бодах RS232.

:СОМ: ІЕЕ Конфигурация GPIB

Синтаксис	:COM:IEE:ADDR <адрес>
	Где <адрес> = адрес в диапазоне от 1 до 30.
Описание	Задает адрес GPIB для РА4000.
Синтаксис	:COM:IEE:ADDR?
Возвращаемое значение	адрес в диапазоне от 1 до 30.
Описание	Возвращает адрес GPIB для PA4000. Если возвращается 1, карта GPIB не установлена.

:COM:ETH Конфигурация обратного канала Ethernet

Синтаксис	:COM:ETH:SUB IP GATE?
	SUB = маска подсети
	IP = IP-адрес
	GATE = шлюз по умолчанию
Возвращаемое значение	Число в формате IP-адреса v4 xxx.xxx.xxx.xxx.
Описание	Возвращает запрошенную информацию в формате IP-адреса. Возвращаемая информация является текущей конфигурацией. Если для присвоения используется DHCP, возвращаются значения, присвоенные DHCP-сервером.

Конфигурация статического Ethernet	
Синтаксис	:COM:ETH:STAT <значение>
	Где <значение> = 0 или 1.
Описание	Определяет, использует ли РА4000 статический или присвоенный DHCP-сервером IP-адрес. Если <значение> = 0, используется DHCP-сервер. Если <значение> = 1, используется статический IP-адрес.
Синтаксис	:COM:ETH:STAT?
Возвращаемое значение	0 или 1
Описание	Возвращает, использует ли РА4000 статический или присвоенный DHCP-сервером IP-адрес. Если возвращенное значение = 0, используется DHCP-сервер. Если возвращенное значение = 1, используется статический IP-адрес.
Синтаксис	:COM:ETH:STAT:SUB IP GATE <значение ip >
	SUB = маска подсети
	IP = IP-адрес
	GATE = шлюз по умолчанию
	Где <значение ip > задается в формате xxx.xxx.xxx.xxx.
Описание	Эти команды используются для настройки статического IP-адреса для РА4000.
Синтаксис	:COM:ETH:STAT:SUB IP GATE?
	SUB = маска подсети
	IP = IP-адрес
	GATE = шлюз по умолчанию
Возвращаемое значение	IP-адрес в формате xxx.xxx.xxx
Описание	Эти команды возвращают настройки статического IP-адреса для РА4000.

:COM:ETH:STAT

:COM:ETH:MAC MAC-адрес Ethernet

Синтаксис	:COM:ETH:MAC? MAC = MAC-адрес
Возвращаемое значение	МАС-адрес в шестнадцатеричном формате, 12 символов.
Описание	Возвращает МАС-адрес контроллера Ethernet. МАС-адрес имеет формат: 0x0019B9635D08.

Команда записи данных

Команды записи данных выполняют те же функции, что и меню Datalog (Запись данных) и кнопка [DATA OUT (DATA DUMP)] (Вывод данных) на передней панели.

:DATA:USB Запись данных USB

Синтаксис	:DATA:USB <stop start=""> Где <stop start=""> — 0 = стоп; 1 = старт</stop></stop>		
Возвращаемое значение	е нет		
Описание	Эта команда выполняет ту же функцию, что и кнопка [DATA OUT (DATA DUMP)] (Вывод данных). Она сохраняет данные на запоминающее устройство USB, если оно подключено, и если установлена карта USB/Ethernet.		

Команды математических операций

Команды математических операций позволяют настраивать окно математических расчетов РА4000 и возвращать из результаты.

:MATH:FUNC Информация о математических функциях

Синтаксис	:MATH:FUNC <номер функции="">,<имя>,<формула >,<единица измерения>	
	где <номер функции>= от 1 до 30	
	<имя> = видимое для пользователя имя	
	<формула> = формула математической функции	
	<единицы измерения> = отображаемые единицы измерения	
Возвращаемое значение	1 если успешно, в противном случае 0.	
Описание	Конфигурирует указанную математическую функцию.	
Синтаксис	:MATH:FUNC? <номер функции">	
	Где:<номер функции> — это действительный номер функции от 1 до 30.	
Возвращаемое	<имя> = видимое для пользователя имя	
значение	<формула> = формула математической функции	
	<единицы измерения> = отображаемые единицы измерения	
Описание	Эта команда возвращает название математической функции, формулу и единицы измерения указанной функции.	

:MATH:FUNC:EN

Синтаксис	:MATH:FUNC:EN <номер функции>,<вкл.>	
	Где:<номер функции> — это действительный номер функции от 1 до 30.	
	<вкл.> — 1 для включения и 0 для выключения отображения функции.	
Возвращаемое значение	Нет	
Описание	Эта команда включает или выключает математическую функцию в окне математических операций.	
Синтаксис	:MATH:FUNC:EN? <номер функции>	
	Где:<номер функции> — это действительный номер функции от 1 до 30.	
Возвращаемое значение	0 = функция отключена; 1 = функция включена.	
Описание	Эта команда возвращает состояние математической функции (включена или выключена).	

:МАТН? Возвращение результатов математических операций

Синтаксис	:MATH?
Возвращаемое значение	результаты
Описание	Эта команда возвращает все вычисленные результаты включенных математических функций в виде строки с разделением запятыми.

Команды конфигурации системы

Команды конфигурации системы соответствуют меню System Configuration (Конфигурация системы). (См. стр. 60, *Конфигурация системы*.)

:BLK Гашение

Синтаксис	:BLK:ENB — гашение включено.	
	:BLK:DIS — гашение выключено.	
Возвращаемое значение	Нет	
Описание	Если гашение включено, анализатор возвращает ноль, если уровень измеренного сигнала составляет менее 5 % нижнего диапазона для выбранного канала. Если канал с гашением используется также для получения другого результата, например, мощности, к этому значению также будет применяться гашение.	
Синтаксис	:BLK?	

Гашение (прод.)

Возвращаемое значение	ENB если включено; DIS если выключено.
Описание	Возвращает состояние гашения.

:AVG Усреднение

Синтаксис	:AVG:AUT <глубина>	
	Где <глубина>— число от 1 до 10.	
Возвращаемое значение	Нет	
Описание	Эта команда задает глубину буфера усреднения до заданного параметром <глубина> числа периодов выборки. Период выборки можно также изменить с помощью команды UPDATE (Обновить). Буфер усреднения очищается при каждой смене диапазона или, если канал находится в нижнем диапазоне, при достижении 10 % изменения диапазона.	
Синтаксис	:AVG?	
Возвращаемое значение	Значение усреднения в виде целого числа.	
Описание	Возвращает значение усреднения единиц.	

:UPDATE Частота обновления

Синтаксис	:UPDATE <частота обновления>	
	Где <частота обновления> составляет от 0,2 до 2,0 секунд с интервалов в одну десятую секунды.	
Возвращаемое значение	Нет	
Описание	Изменение частоты обновления дисплея. Если частота обновления ниже 0,5 секунд, число возвращаемых гармоник за период обновления сокращается.	
Синтаксис	:UPDATE?	
Возвращаемое значение	Частота обновления в виде числа с плавающим десятичным разделителем.	
Описание	Возвращает значение обновления единиц.	

:SYST:ZERO Автоматическая установка нуля

Синтаксис	:SYST:ZERO <значение>	
	Где <значение> 0 — отключить, 1 — включить, 2 — выполнить немедленно.	
Возвращаемое значение	Нет	
Описание	Включает или выключает функцию автоматической установки нуля для каналов.	

:SYST:DATE Системная дата

Синтаксис	:SYST:DATE? :SYST:DATE:SET <значение даты> :SYST:DATE:FORMAT <формат даты>	
	Где <значение даты> — новая дата в выбранном формате, а <формат даты > — формат даты.	
Возвращаемое значение	Дата отображается в формате, заданном пользователем с разделением «:».	
Описание	Команда :SYST:DATE? возвращает дату анализатора в заданном пользователем формате. Пользователь может выбрать один из трех форматов:	
	<формат даты> = 0 – мм:дд:гггг	
	<формат даты> = 1 – дд:мм:гггг	
	<формат даты> = 2 – гггг:мм:дд	
	Пользователь может также установить дату анализатора с помощью команды :SYST:DATE:SET. В этом случае <значение даты> должно быть в заданном формате. Например, если задан формат «0» (мм-дд-гггг), команда будет выглядеть:	
	:SYST:DATE:SET 12:31:2011	

оистемное время		
Синтаксис	:SYST:TIME?	
	:SYST:TIME:SET <значение времени>	
	:SYST:TIME:FORMAT <формат времени>	
	Где <значение времени> — новое время в выбранном формате, а	
	<формат времени> — формат времени.	
Возвращаемое значение	Время отображается в формате, заданном пользователем; часы, минуты и секунды разделяются знаком «:». Например, 01:34:22Р для 12-часового формата или 13:34:22 для 24-часового формата.	
Описание	Команда :SYST:TIME? возвращает время анализатора в заданном	

:SYST:TIME Системное время

ание	Команда :SYST:TIME? возвращает время анализатора в заданном пользователем формате. Пользователь может выбрать один из трех форматов:
	<формат времени> = 0 — 12-часовой формат чч:мм:сс А/Р
	<формат времени> = 1 — 24-часовой формат чч:мм:сс
	Пользователь может также установить время анализатора с помощью команды :SYST:TIME:SET. В этом случае <значение времени> должно быть в заданном формате. Например, если задан формат «0» (12-часовой), команда будет выглядеть:
	SYST:TIME:SET 08:32:20 P
	В 12-часовом формате буква «А» указывает на время до полудня, а буква «Р» — на время после полудня.

:SYST:POWER

Потребление энергии

Синтаксис	:SYST:POWER:DISP <значение> где <значение> — число 1, 2 или 3.
Возвращаемое значение	Нет
Описание	Эта команда позволяет отключить дисплей для снижения потребления энергии анализатора. Работа дисплея определяется <значением> 0 = всегда включен
	1 = выключение через 10 минут, если не нажата ни одна кнопка или нет входных сигналов
	2 = выключен в режиме дистанционного управления.

Команды пользовательской конфигурации

Эти команды связаны с меню «User Configuration» (Пользовательская конфигурация).

:CFG:USER Пользовательская конфигурация

Синтаксис	:CFG:USER:LOAD <значение>			
	:CFG:USER:SAVE <значение>			
	где <значение> — это пользовательская конфигурация 1—8 для сохранения и 0—8 для загрузки. «0» — конфигурация по умолчанию.			
Возвращаемое значение	1 — успешно, 0 — сбой.			
Описание	Эти команды используются для загрузки и сохранения 8 пользовательских конфигураций.			
Синтаксис	:CFG:USER:REN <значение>,< название конфигурации>			
	Где <значение> — пользовательская конфигурация 1—8.			
	<название конфигурации> — это новое название конфигурации (до 16 символов).			
Возвращаемое значение	Нет.			
Описание	Эта команда используется для изменения названия конфигурации и ее поиска.			
	Совет. После отправки команды :CFG:USER:LOAD 0 подождите 15—20 секунд, прежде чем считать «1» (успешно) или «0» (сбой). В зависимости от сохраняемой и/ли загружаемой конфигурации, также подождите 15—20 секунд после подачи этих команд, прежде чем считать «1» (успешно) или «0» (сбой).			

Отправка и получение команд

Как упоминалось выше, существует несколько способов отправки команд в анализатор РА4000, однако для всех способов действуют некоторые общие правила:

- все команды должны завершаться символом конца строки (ASCII 10);
- вся возвращаемая информация должна завершаться символом конца строки (ASCII 10);
- одновременно можно отправлять только одну команду.
 «:SEL:VLT;:SEL:AMP» недействительная команда;

- для всех команд конфигурации прибора подождите 0,5 с перед отправкой следующей команды или используйте функцию управления потоком данных.
- Запуск автоматической установки нуля, который выполняется каждую минуту; новые результаты не появляются в течение приблизительно 1 секунды. По этой причине автоматическую установку нуля можно отключить.

ПРИМЕЧАНИЕ. При использовании передачи данных через интерфейс Ethernet на PA4000, в ответ на все сообщения отправляется символ конца строки, т. е. ASCII CR (0x0D). В примерах ниже символ конца строки обозначен буквами [CR].

Совет. При использовании Visual Studio или Lab-View можно использовать команду Flush, In-buffer (Очистить буфер ввода), чтобы быстро и просто удалить символ конца строки из буфера ввода. Это можно задать в программном обеспечении после каждой отправки команды чтения и записи.

Пример 1. Пользователь отправляет запрос определения состояния шунта в РА4000. Анализатор РА4000 отвечает с добавлением CR в конце строки.

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ: «:SHU?»

PA4000: «0[CR]»

Анализатор РА4000 как обычно отвечает с добавлением CR в конце строки.

Пример 2. Пользователь подает анализатору РА4000 команду отключения гашения, а анализатор отвечает символом CR.

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ: «:SHU:INT»

PA4000: «[CR]»

Анализатор РА4000 отвечает символом CR.

При использовании других методов связи анализатор РА4000 не отвечает символом CR на каждое сообщение.

Примеры обмена данными

Основной выбор и возвращение результата

Результаты возвращаются с помощью команды FRD. Эта команда возвращает отображаемые на экране результаты в том же порядке, в котором они отображаются на экране. Поскольку результаты выбираются с помощью команд, они добавляются внизу списка, за исключением гармоник, которые всегда появляются в конце списка.

:INST:NSEL 1 Устанавливает текущую группу к 1		
:SEL:CLR :SEL:VLT :SEL:AMP :SEL:FRQ :SEL:WAT :SEL:VAS :SEL:VAR :SEL:PWF :SEL:VPK+	Очищает все результаты для всех групп	
:SEL:APK+ :FRD?	Возвращает результаты измерения Vrms, Arms, Frequency, Watts, VA, Var, power factor, Vpeak + and Vpeak- (среднеквадратического напряжения, среднеквадратического тока, частоты, мощности, полной мощности, реактивной мощности, коэффициента мощности, положительного и отрицательного пиков напряжения) в формате числа с плавающим десятичным разделителем.	
:FRF?	Возвращает результаты, выбранные для подтверждения с помощью метки, которая появляется на дисплее. В этом случае возвращаются результаты измерения Vrms, Arms, Freq, Watt, VA, Var, PF, Vpk+, Apk+ (среднеквадратического напряжения, среднеквадратического тока, частоты, мощности, полной мощности, реактивной мощности, коэффициента мощности, положительных пиков напряжения и тока)	

Многократное возвращение результатов

Анализатор РА4000 обновляет результаты с заданной частотой. Для возвращения результатов по мере их поступления установите регистр DSE для активации бита 1, бита доступности новых данных (NDV). Затем считывайте регистр DSR с помощью команды «:DSR?» до тех пор, пока не отобразится сообщение о доступности новых данных, после чего отправьте команду «:FRD?» для получения выбранных результатов.

":DSE 2" // Это активирует бит NDV.

В то время как strDSR <> «2»

«:DSR?»

strDSR = полученные данные

WEND

«:FRD?»

Получение результатов

Гармоники Для возвращения гармоник необходимо сначала выбрать число гармоник и объем, после чего их следует добавить в список результатов на дисплее.

:HMX:VLT:SEQ 0	Выбор нечетных и четных гармоник (для выбора только нечетных гармоник используйте 1).		
:HMX:VLT:RNG 9	Возвращение всех гармоник от 1 до 9.		
:SEL:VHM	Добавление гармоник напряжения в список.		

Если команда :SEL:CLR не была подана после примера 1, команда :FRD? возвращает следующие результаты:

Vrms, Arms, Freq, Watt, VA, Var, PF, Vpk+, Apk+, Vh1 Mag, Vh1 phase, Vh2 Mag, Vh2 phase, (среднеквадратическое напряжение, среднеквадратический ток, частота, мощность, полная мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, положительные пики напряжения и тока, напряжение гармоники 1 (амплитуда), напряжение гармоники 1 (фаза), напряжение гармоники 2 (амплитуда), напряжение гармоники 2 (фаза), ...) напряжение гармоники 9 (амплитуда), напряжение гармоники 9 (фаза).

Пример обмена данными с помощью группы каналов

Пример полной последовательности команд для обмена данными с помощью группы каналов. В этом примере используется шунт 1 А и гашение ниже 5 % диапазона.

*RST	(сбрасывает прибор на значения по умолчанию)		
*IDN?	(идентифицирует прибор, возвращает строку, которую пользователь может использовать в программном обеспечении «Tektronix, PA4000, серийный номер, версия микропрограммного обеспечения).		
INST:NSEL 1	(выбирает группу 1)		
:WRG:3P3	(устанавливает каналы 1 и 2 для подключения «3 фазы, 3 провода» как часть группы 1).		
:RNG:VLT:AUT	(задает автоматический выбор диапазона напряжения)		
:RNG:AMP:AUT	(задает автоматический выбор диапазона тока)		
:SHU:INT1A	(задает шунт 1 А для текущих измерений)		
:FSR:VLT	(устанавливает напряжение в качестве источника частоты)		
:BLK:ENB	(активирует гашение)		
:AVG:AUT	(устанавливает автоматическое усреднение)		
:SEL:CLR	(очищает список выбора измерений)		
:SEL:VLT	(выбирает среднеквадратическое напряжение)		
:SEL:WAT	(выбирает мощность в Вт)		
:SEL:AMP	(выбирает среднеквадратический ток)		
:SEL:FRQ	(выбирает частоту)		
:SEL:PWF	(выбирает коэффициент мощности)		
:SEL:VAS	(выбирает полную мощность)		
{}			
{ Введите здесь дополнительные параметры, <i>Гармоники</i> .)}	например, гармоники. (См. стр. 101,		
{}			
:DSE 3	(устанавливает DSR для сообщений «доступны новые данные» и «доступны данные)		
While dsr <> 3	(опрашивает в режиме непрерывного цикла до DSR = 3)		
:DSR?			
цикл			

:FRD:GRP 1?	(считывает измеренные данные, которые будут отображаться в следующем
	формате с плавающим десятичным
	разделителем: -)
Vrms, Watts, Arms, Freq, Power Factor,	VA Power, Vrms, Watts, Arms, Freq, Power Factor,

VA Power (среднеквадратическое напряжение, мощность, среднеквадратический ток, частота, коэффициент мощности, полная мощность, реактивная мощность, среднеквадратическое напряжение, мощность, среднеквадратический ток, частота, коэффициент мощности, полная мощность)

Программное обеспечение

Загружаемое программное обеспечение РА4000

Конструкция анализатора РА4000 позволяет пользователю добавлять новые функции путем обновления микропрограммного обеспечения изделия. Программное обеспечение обновляется с помощью бесплатной программы для ПК. Эту программу можно найти в разделе РА4000 веб-сайта Tektronix (www.Tektronix.com). Просто загрузите это программное обеспечение и установите на ПК.

Загружаемое программное обеспечение совместимо с Windows XP, Vista и 7.

После установки запустите программное обеспечение для открытия главного окна:

Comm Port COM17 -	RS232 BaudRate 9600 19200 38400	Method RS232 USB	RS232 Con USB Com Serial Number: Firmware Version:	mms Test 100008200001 1.000.028		
Upload PA4000 Firmware Select PA4000 Firmware File	C:\Temp\PA4000Firmware	.bin	Hardware Version:	12	Browse	
Select PA4000 Help File	C:\Temp\PA4000Help.bin				Browse	
Action: Idle Overall Progress						0%
overail riogress						0.4
100 million (100 m						

Программное обеспечение поддерживает загрузку микропрограммного обеспечения через RS232 и USB. Загрузка через USB доступна с помощью версии утилиты загрузки микропрограммного обеспечения Tektronix PA4000 1.000.004 или более новой и версии микропрограммного обеспечения 1.000.037 или более новой.

Перед загрузкой кода необходимо выбрать порт RS232 на ПК и убедиться в том, что выбранная скорость в бодах соответствует скорости передачи РА4000. Ее можно проверить в меню Interface (Интерфейс). (См. стр. 55, *Интерфейсы*.) Подтвердить правильность настройки интерфейса связи можно с помощью кнопки RS232 Comms Test (Проверка интерфейса связи RS232). Эта кнопка возвращает серийный номер, версию микропрограммного и аппаратного обеспечения анализатора РА4000. В качестве альтернативы можно выбрать метод загрузки USB и нажать кнопку USB Comms Test (Проверка интерфейса связи USB). Затем необходимо указать путь к главному файлу микропрограммного обеспечения и файлу справки. Эти файлы имеют имена PA4000Firmware.bin и PA4000Help.bin соответственно. Этот файл можно также найти на странице PA4000 веб-сайта Tektronix.

Затем нажмите кнопку Press to Load Firmware (Нажмите для загрузки микропрограммного обеспечения). При скорости в бодах 38400 загрузка займет около 30 минут.



ОСТОРОЖНО. Не отключайте питание от РА4000 в процессе загрузки.

Во время загрузки последней части экран анализатора РА4000 будет пустым, а синий светодиод [SHIFT] будет мигать. После завершения загрузки анализатор РА4000 автоматически перезапустится и будет готов к работе.

Технические характеристики

Измерительный канал

Подключения напряжения		Измерение до 1000 $B_{cp. \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$
		Дифференцированное полное входное сопротивление: 1 МОм параллельно с 13 пФ
		Высокое и низкое полное входное сопротивление относительно земли: 30 пФ
Подключение тока 30 А		Измерения до 200 $A_{\text{пик}}$, 30 $A_{\text{ср. кв.}}$, от 0 до 1 МГц, непрерывно
		15 А _{ср. кв.} (макс.) при выключенном приборе, или если выбран шунт, отличный от 30 А
		75 Аср. кв. в течение 1 секунды нерегулярно
		9,375 мОм
	-	Высокое и низкое полное входное сопротивление относительно земли: 45 пФ
Подключение тока 1 А		Измерения до 5 Апик, 1 Аср. кв., от 0 до 1 МГц, непрерывно
		2 Аср. кв. в течение 1 секунды нерегулярно
		0,6 Ом
	•	Высокое и низкое полное входное сопротивление относительно земли: 45 пФ
	-	Защита = плавкий предохранитель Т1.0АН, 250 В, 5 х 20 мм (замедленного действия, высокая отключающая способность)
Подключение внешнего	-	Измерение до 3,0 В _{ср. кв.} , от 0 до 1 МГц, непрерывно
сигнала тока		50 В _{пик} в течение 1 секунды
		Высокое и низкое полное входное сопротивление относительно земли: 45 пФ
Выхолы источника		Питание ±15 В
питания аналоговой платы (опция)		±15 В ±5 %, 250 мА макс., (с защитой) на каждый вывод аналоговой платы

Вход питания	
	■ Входное напряжение переменного тока = 100—240 B, 50—60 Гц
	 Защита = плавкий предохранитель Т4АН, 250 В, 5 х 20 мм (замедленного действия, высокая отключающая способность)
	Потребление = 120 ВА (макс.)
Условия эксплуатаци	и и механические характеристики
Размеры	Высота: 13,2 см (5,2") без ножек, 14,6 см (5,75") с ножками
(приблизительно)	■ Ширина: 42 см (16,5")
	Глубина: 31 см (12,5")
Вес (приблизительно)	8,8 кг (19,5 фунта) для четырехфазного прибора с питанием +15 В и установленными опциями GPIB.
Диэлектрическая прочность	 Вход сетевого питания (фаза + нейтральный провод на землю): 1,5 кВ перем. тока
	 Входы измерения напряжения: 2 кВ_{пик} относительно земли
	Входы измерения тока: 2 кВ _{пик} относительно земли
Температура хранения	От -20 до +60 °С
Рабочая температура	От 0 до 40 °С
Максимальная высота над уровнем моря при эксплуатации	2000 м
Максимальная относительная влажность	80 % при температуре до 31 °C с линейным снижением до 50 % при 40 °C

Дополнительные детали

Карта GPIB	Карта GPIB позволяет управлять анализатором PA4000 с помощью отраслевого протокола стандарта IEEE 488.
	Эта опция (опц. GPIB) установлена на заводе.
Питание преобразователя	Анализатор РА4000 может оснащаться дополнительным источником питания ±15 В для использования с внешними преобразователями. Этот источник питания способен подавать питание 250 мА на каждую цепь каждой аналоговой платы.
	Эта опция (опц. 15 В) установлена на заводе.

Порты обмена данными

Анализатор РА4000 в стандартном исполнении оснащен портами RS232, Ethernet и USB.

- Последовательный порт 9-контактный штекер типа D на задней панели прибора
 - Интерфейс RS232 для подключения к ПК с помощью прямого кабеля для дистанционного управления
 - Доступные скорости передачи 9600, 19200, (по умолчанию) 38400
 - 8 бит, без бита четности, 1 стоповый бит, аппаратный контроль потоков

Контакт	Вв./Выв.	Название сигнала	Контакт	Вв./Выв.	Название сигнала
1		Не используется	6		Не используется
2	Out (выход)	TXD	7	In (вход)	CTS
3	In (вход)	RXD	8	Out (выход)	RTS
4		Не используется	9		Не используется
5		0 B			

IEEE 488/GPIB (опция)

Порт IEEE 488 совместим с обычными кабелями 488.2. Обычные кабели GPIB совместимы с PA4000.

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
1	Данные 1	13	Данные 5
2	Данные 2	14	Данные 6
3	Данные 3	15	Данные 7
4	Данные 4	16	Данные 8
5	Конец или идентификация (EOI)	17	Дистанционное включение (REN)
6	Достоверные данные (DAV)	18	GND
7	Не готов для данных (NRFD)	19	GND
8	Данные не приняты (NDAC)	20	GND
9	Интерфейс свободен (IFC)	21	GND
10	Запрос обслуживания (SRQ)	22	GND
11	Внимание (ATN)	23	GND
12	Заземление экрана	24	GND

USB-xoct

• 2 порта. По одному на передней и задней панелях.

- Передний порт всегда установлен, но требует дополнительной платы для работы.
- Задний порт не поддерживает запоминающие устройства USB. Эта функция действует только для переднего порта.
- Питание 250 мА, +5 В на порт.

Требования к флэш-накопителю USB

- Флэш-накопитель USB должен быть отформатирован в файловых системах FAT12, FAT16 или FAT32.
- Размер сектора должен составлять 512 байт. Размер кластера до 32 Кб.
- Поддерживаются только запоминающие устройства большой емкости (BOMS), поддерживающие наборы команд SCSI или AT. Более подробные сведения об устройствах BOMS см. в спецификации «Класс запоминающих устройств большой емкости для универсальных последовательных шин — транспортировка только больших объемов», ред. 1.0, опубликованной Форумом по внедрению USB.

Контакт	Описание
1	+5 В (выход)
2	D- (вход и выход)
3	D+ (вход и выход)
4	0 В (выход)

Периферийные устройства USB

■ USB 2.0-совместимые. Работает с любой системой USB 2.0.

Полноскоростные (12 Мбит/с).

Контакт	Описание	
1	Vшины (вход)	
2	D- (вход и выход)	
3	D+ (вход и выход)	
4	0 В (вход)	

Порт Ethernet IEEE 802.3-совместимый, 10Base-T

- Разъем: RJ-45 с индикаторами соединения и активности
- Соединение TCP/IP с портом 5025

Контакт	Название сигнала
1	Tx+
2	Tx-
3	Rx+
4	Общий
5	Общий
6	Rx-
7	Общий
8	Общий

Светодиодные индикаторы состояния:

- зеленый соединение установлено;
- желтый передача данных активна.

Вспомогательные входы/выходы

Анализатор РА4000 оснащен несколькими вспомогательными вводами и выводами, а именно:

- 4 аналоговых входа;
- 2 входа счетчика;
- 4 цифровых выхода.

Соединения контактов вспомогательных входов и выходов:

Контакт	Название сигнала	Контакт	Название сигнала
1	Аналоговый вход 1	7	Цифровой выход 3
2	Аналоговый вход 2	8	Цифровой выход 4
3	Аналоговый вход 3	9	Вход счетчика 1
4	Аналоговый вход 4	10	Вход счетчика 2
5	Цифровой выход 1		
6	Цифровой выход 2		

Контакты 11—22 соединены с заземлением. Контакты 23—25 не соединены.

Аналоговые входы
 Каждый аналоговый вход принимает сигнал от +10 до -10 В. Каждый вход оснащен защитными диодами, ограничивающими входной сигнал до ±12 В.
 Входы счетчиков
 Каждый вход счетчика принимает сигнал от +10 до -10 В. Каждый вход оснащен защитными диодами, ограничивающими входной сигнал до ±12 В. В качестве 0 засчитывается сигнал менее 0,5 В, а в качестве 1 — сигнал выше 1,5 В. Скважность составляет от 20 % до 80 %.
 Цифровые выходы
 Каждый цифровой выход совместим с ТТЛ +5 В с полным выходным сопротивление 10 кОм.

Порт хоста/клиента

Пользовательские соединения отсутствуют. Функции еще не реализованы.

Измеряемые параметры

Таблица 1: Фаза, измерения

Сокращение	Описание	Единицы измерения	Формула
V _{RMS}	Среднеквадратическое напряжение	Вольт (В)	$V_{RMS}=\sqrt{rac{1}{T}\int_{0}^{r}v_{1}^{2}dt}$
А _{ср. кв.}	Среднеквадратический ток	Ампер (А)	$A_{RMS}=\sqrt{rac{1}{T}\int_{0}^{r}i_{1}^{2}dt}$
F	Частота	Герц (Гц)	
W	Активная мощность	Ватт (Вт)	$W=rac{1}{T}\int_{0}^{T}v_{i}i_{i}dt$
PF	Коэффициент мощности		$PF = \left[\frac{Watt}{V_{rms} imes A_{rms}} ight]$
VA (BA)	Кажущаяся мощность	Вольт-Ампер (ВА)	$VA = [V_{rms} imes A_{rms}]$
VAr	Реактивная мощность	Вольт-Ампер реактивная (VAr) (BAp)	$VAr = \sqrt{\left(VA ight)^2 - W^2}$
V _{PK} +	Положительное пиковое напряжение	Вольт (В)	$max\left\{ v ight\}$
V _{PK} -	Отрицательное пиковое напряжение	Вольт (В)	$min\left\{ v ight\}$
А _{РК} -	Положительный пиковый ток	Ампер (А)	$max\left\{ i ight\}$
A _{PK} +	Отрицательный пиковый ток	Ампер (А)	$min\left\{ i ight\}$
V _{DC}	Напряжение постоянного тока	Вольт (В)	$V_{\mathcal{D}C} = rac{1}{T} \int_0^T v dt$
A _{DC}	Постоянный ток	Ампер (А)	$A_{DC}=rac{1}{T}\int_{0}^{T}idt$
V _{RMN}	Среднее выпрямленное напряжение	Вольт (В)	$V_{MEAN} = rac{1}{T}\int_0^T v dt$
A _{RMN}	Средний выпрямленный ток	Ампер (А)	$A_{MEAN} = rac{1}{T} \int_0^T i dt$
V _{CF}	Амплитудный коэффициент напряжения		$CF = rac{Peak Value}{RMS Value}$
A _{CF}	Амплитудный коэффициент тока		$CF = rac{Peak Value}{RMS Value}$
V _{THD}	Полный коэффициент гармонических искажений напряжения	%	$\frac{\sqrt{(H0^2) + H2^2 + H3^2 + H4^2 + H5^2 + \dots}}{REF}$

Сокращение	Описание	Единицы измерения	Формула
V _{DF}	Коэффициент искажения напряжения	%	$rac{\sqrt{Vrms^2-H1^2}}{REF}$
V _{TIF}	Коэффициент помех проводной связи напряжения		$rac{1}{V_{ref}}\sqrt{\sum\limits_{minharm}^{maxharm} \left(k_n imes V h_n ight)^2}$
A _{THD}	Полный коэффициент гармонических искажений тока	%	$\frac{\sqrt{(H0^2) + H2^2 + H3^2 + H4^2 + H5^2 + \dots}}{REF}$
A _{DF}	Коэффициент искажений тока	%	$rac{\sqrt{Arms^2 - H1^2}}{REF}$
A _{TIF}	Коэффициент помех проводной связи тока		$\frac{1}{A_{ref}} \sqrt{\sum_{\min harm}^{\max harm} \left(K_n \times Ah_n\right)^2}$
Z	Полное сопротивление	Ом (θ)	$Z = rac{V_{fund}}{I_{fund}}$
R	Сопротивление	Ом (Ω)	$R = rac{Vf}{Af} imes \cos heta \left(heta = V \; phase \; - A \; phase ight)$
Х	Реактивное сопротивление	Ом (Ω)	$X = rac{Vf}{Af} imes \sin heta \left(heta = V \ phase \ -A \ phase ight)$
Vf	Напряжение основной гармоники	Вольт (В)	$\sqrt{(V1.r^2+V1.q^2)}$
Af	Ток основной гармоники	Ампер (А)	$\sqrt{(A1.r^2 + A1.q^2)}$
Wf	Мощность основной гармоники	Ватт (Вт)	V1.r imes A1.r + V1.q imes A1.q
VAf	Кажущаяся мощность основной гармоники	Вольт-Ампер (ВА)	$\sqrt{W.fund^2 + VAr.fund^2}$
VArf	Реактивная мощность основной гармоники	Вольт-Ампер реактивная (VAr) (BAp)	$egin{array}{l} if \ W > 0 \ (V1.r imes A1.q) - (V1.q imes A1.r) \ if \ W < 0 \ (V1.q imes A1.r) - (V1.r imes A1.q) \end{array}$
PFf	Коэффициент мощности основной гармоники		$\frac{W.fund}{VA.fund}$
CorrVArs	Компенсационная реактивная мощность (ВАр) (VArs)	VA (BA)	$W_{fund} \times \tan \cos^{-1} (Desired PF) - \tan \left(\cos^{-1} (PFf) \right)$
Vh _n	Гармоника напряжения п	Вольт (В)	$Mag = \sqrt{(Vh_n.r^2 + Vh_n.q^2)}$
			$Phase = an^{-1} \left(rac{Vh_n \cdot q}{Vh_n \cdot r} ight)$

Таблица 1: Фаза, измерения (прод.)

Таблица 1: Фаза, измерения (прод.)

Сокращение	Описание	Единицы измерения	Формула
Ah _n	Гармоника тока n	Ампер (А)	$Mag = \sqrt{(Ah_n.r^2 + Ah_n.q^2)}$
			$Phase = an^{-1} \left(rac{Ah_{n.q}}{Ah_{n.r}} ight)$
Wh _n	Гармоника мощности n	Ватт (Вт)	$Mag = Vh_n imes Ah_n imes \cos{(Ap_n - Vp_n)}$

1 f = действительная часть основного напряжения или тока q=мнимая или квадратурная часть напряжения или тока

Напряжение и ток основной гармоники являются комплексными числами в формате r+jq

Формулы суммирования для подключения «одна фаза, три провода»

$$\begin{split} \sum V &= \frac{ch1V + ch2V}{2} \\ \sum V.fund &= \frac{ch1V.fund + ch1V.fund}{2} \\ \sum W &= ch1W + ch2W \\ \sum W.fund &= ch1W.fund + ch1W.fund \\ *Примечание \ 1 \sum VAr \\ &= \sqrt{\sum VAr.fund^2 + \left(\sqrt{\frac{3}{2}} \times (ch1VAr.h + ch2VAr.h)^2\right)} \end{split}$$

Формулы суммирования для подключения «три фазы, четыре провода»

Погрешность измерений

В таблице ниже представлены формулы для расчета погрешности для каждого измерения.

В представленных ниже уравнениях:

- принимается, что измеренный сигнал является синусоидой;
- F измеренная частота в кГц; в случае гармоник F гармоническая частота в кГц.
- V измеренное напряжение в вольтах.
- I измеренный ток в амперах.
- Z_{EXT} полное сопротивление внешнего шунта (0,6 Ом для шунта 1 А, 9,375 мОм для шунта 30 А).
- • Фазовый угол в градусах (т. е. фаза тока относительно напряжения).

Все технические характеристики действительны для 23 °C \pm 5 °C

Температурный коэффициент ±0,02 % показания/°С, от 0 до 18 °С, от 28 до 40 °С.

Параметр	Технические характеристики			
Напряжение – V _{rms} , V _{rmn} , V _{dc}				
Диапазоны	2000 В, 1000 В, 500 В, 200 В, 100 В, 50 В, 20 В, 10 В, 5 В, 2 Впик			
V _{ср. кв.} 45—850 Гц, погрешность	± 0,04 % показания ± 0,04 % диапазона ± 0,02 В			
V _{ср. кв.} 10—45 Гц, 850 Гц—1 МГц, погрешность	± 0,05 % показания ± 0,05 % диапазона ± (0,02 * F) % показания ± 0,02 В			
Vrmn	± 0,2% показания ± 0,1% диапазона ± 0,1 В			
Погрешность постоянной составляющей	± 0,05% показания ± 0,1% диапазона ± 0,05 В			
Влияние синфазного	1000 В, 60 Гц < 10 мВ			
сигнала	100 В, 100 кГц < 50 мВ			
Напряжение — амплитуда	и фаза гармоник			
10 Гц — 1 МГц, погрешность	± 0,08% показания ± 0,08% диапазона ± (0,02*F) % показания ± 0,02 В			
Фаза	$\pm 0.025 \pm [0.005^{*}(Vreading/Vrange)] \pm (0.05/Vrange) \pm (0.001^{*}F)$			
Напряжение — V $_{pk+}$, V $_{pk-}$,	crest factor			
Погрешность пика	± 0,2 % показания ± 0,1 % диапазона + (0,01 * F) % показания ± 0,05 В — узкая полоса пропускания ± 0,2 % показания ± 0,1 % диапазона + (0,01 * F) % показания ± 0,5 В — широкая полоса пропускания			
Погрешность СF	$\left[rac{V_{PK}error}{V_{PK}}+rac{V_{RMS}error}{V_{RMS}} ight] imes V_{CF}$ (действительно для амплитудного коэффициента от 1 до 10)			
Ток – А _{rms} , А _{rmn} , А _{dc}				
Диапазоны для шунта 30 А	200 А, 100 А, 50 А, 20 А, 10 А, 5 А, 2 А, 1 А, 0,5 А, 0,2 Апик			
Диапазоны для шунта 1 А	5 А, 2,5 А, 1,25 А, 0,5 А, 0,25 А, 0,125 А, 0,05 А, 0,025 А, 0,0125 А, 0,005 Апик			
Диапазоны внешнего шунта	3 В, 1,5 В, 0,75 В, 0,3 В, 0,15 В, 0,075 В, 0,03 В, 0,015 В, 0,0075 В, 0,003 Впик			
А _{ср. кв.} 45—850 Гц, погрешность	± 0,04 % показания ± 0,04 % диапазона ± (20 мкВ/Z _{внешн.})			
10—45 Гц, 850 Гц — 1 МГц, погрешность	± 0,05% показания ± 0,05% диапазона ± (0,02 * F) % показания ± (20 мкВ/Z _{внешн.})			
А _{rmn} погрешность	± 0,2% показания ± 0,1% диапазона ± (100 мкВ/Z _{внешн.})			
Погрешность постоянной составляющей	± 0,05% показания ± 0,1% диапазона ± (50 мкВ/Z _{внешн.})			

Параметр	Технические характеристики
Влияние синфазного	1000 В, 60 Гц, шунт 30 А: < 1 мА
сигнала	100 В, 100 кГц, шунт 30 А < 20 мА
	1000 В, 60 Гц, шунт 1 А: < 50 мкА
	100 В, 100 кГц, шунт 1 А < 500 мкА
	1000 В, 60 Гц, внешний шунт: < 500 мкА
	100 В, 100 кГц, внешний шунт < 20 мА
Ток — амплитуда и фаза га	армоник
10 Гц — 1 МГц	± 0,08% показания ± 0,08 % диапазона ± (0,02 * F) % показания ± (20 мкВ/Z _{внешн.})
Фаза	$\pm 0.025 \pm [0.005^{*}(A_{range} / A_{reading})] \pm (0.0001 / (A_{range}^{*}Z_{ext})) \pm (0.001^{*}F)$
Ток — А $_{pk+}$, А $_{pk-}$, crest fac	tor
Погрешность пика	± 0,2 % показания ± 0,1 % диапазона + (0,01 * F) % показания ± (0,3 мВ/Z _{внешн.} — узкая полоса
	± 0,2 % показания ± 0,1 % диапазона + (0,01 * F) % показания ± (3 мВ/Z _{внешн.} — широкая полоса пропускания
Погрешность СF	$\left[\frac{A_{PK}error}{A_{PK}} + \frac{A_{RMS}error}{A_{RMS}}\right] \times A_{CF}$
	(действительно для амплитудного коэффициента от 1 до 10)
Частота	
От 10 до 1 МГц	0,05 % показания
От 0,1 до 10 Гц	0,1% показания
Мощность — мощность, по	олная мощность, реактивная мощность и коэффициент мощности
Мощность, погрешность	$ \begin{array}{l} (V_{rms}acc. \times A_{rms} \times PF) \pm \\ (A_{rms}acc. \times V_{rms} \times PF) \pm \end{array} $
	$(V_{rms} \times A_{rms} \times (\cos \theta - \cos \{\theta \pm (Vh_{1pherr} \pm Ah_{1pherr})\}))$
Полная мощность, погрешность	$(V_{rms}acc. imes A_{rms}) + (A_{rms}acc. imes V_{rms})$
Реактивная мощность, погрешность	$\sqrt{\left(VA^2 - \left[W \pm Wacc. ight]^2 ight)} - \sqrt{\left(VA^2 - W^2 ight)}$
Коэффициент мощности, погрешность	$\frac{W_{Accuracy}}{VA} \left(\frac{W_{NOFPEШH.}}{VA}\right)$
Мощность основной гармо	оники – Wf, VAf, VArf и PFf
Актитвная мощность основной гармоники, погрешность	$ \begin{array}{l} (Vh1_{mag}acc. \times Ah1_{mag} \times PFf) \pm \\ (Ah1_{mag}acc. \times Vh1_{mag} \times PFf) \pm \\ (Vh1_{mag} \times Ah1_{mag} \times (\cos \theta - \cos \left\{ \theta \pm (Vh1_{pherr} \pm Ah1_{pherr}) \right\})) \end{array} $
Полная мощность основной гармоники, погрешность	$(Vh1_{mag}acc. \times Ah1_{mag}) + (Ah1_{mag}acc. \times Vh1_{mag})$
Реактивная мощность основной гармоники, погрешность	$\sqrt{\left(VAf^2 - \left[Wf \pm Wfacc. ight]^2 ight)} - \sqrt{\left(VAf^2 - Wf^2 ight)}$

Параметр	Технические характеристики
Коэффициент мощности основной гармоники, погрешность	$\frac{W f_{Accuracy}}{VA}$
Искажение — DF, THD и TI	F
DF, погрешность	$\left[\frac{RMS_{error}}{RMS} + \frac{h1_{Mag}error}{h1_{Mag}}\right] \div DF$
ТНD, погрешность	$\left[\frac{h2_{Mag}error}{h2_{Mag}} + \frac{h3_{Mag}error}{h3_{Mag}} + \frac{h4_{Mag}error}{h4_{Mag}} + \dots etc\right] \times THD$
TIF, погрешность	$\left[\frac{h1_{Mag}error \times k_1}{h1_{Mag}} + \frac{h3_{Mag}error \times k_3}{h3_{Mag}} + \ldots + \frac{h71_{Mag}error \times k_{71}}{h71_{Mag}}\right] \times THD$
Полное сопротивление —	Z, R и X
Z, погрешность	$\left[\frac{V_{RMS}error}{V_{RMS}} + \frac{A_{RMS}error}{A_{RMS}}\right] \times Z$
R, погрешность	$\left[\frac{Vh1_{mag}error}{Vh1_{Mag}} + \frac{Ah1_{Mag}error}{Ah1_{Mag}} + \left(\tan\theta \times \left(Vh1_{Ph}error + Ah1_{Ph}error\right) \times \frac{\pi}{180}\right)\right] \times R$
Х, погрешность	$\left[\frac{Vh1_{MAG}error}{Vh1_{MAG}} + \frac{Ah1_{MAG}error}{Ah1_{MAG}} + \left(\frac{Vh1_{Ph}error + Ah1_{Ph}error}{\tan\theta} \times \frac{\pi}{180}\right)\right] \times X$
Аналоговые входы	
Диапазоны	Диапазон 10 Впост. тока = от ±1 до ±10 В
	Диапазон 1 Впост. тока = от ± 0,1 до ± 10 В
Погрешность	± 0,2% показания ± 0,2% диапазона ± 0,005 В
Частота дискретизации	1000 выборок в секунду

ПРИМЕЧАНИЕ. Zext (Zвнешн.) — полное сопротивление используемого внешнего шунта, не должно превышать 10 Ом.

Все указанные погрешности действительны при условии прогревания в течение не менее 30 минут.

Если частота не измеряется, сигнал рассматривается как сигнал постоянного тока в целях обеспечения точности.

Технические характеристики действительны только в случае, если входные сигналы напряжения и тока > 10 % диапазона. Исключение составляют гармоники, для которых технические характеристики действительны, если амплитуда гармоники составляет >2 % диапазона.

Предметный указатель

В

Вход внешний сигнал тока, 28 напряжение, 28 общие сведения, 27 токовый, 28 Входы, 47 Аналоговые входы, 53 диапазоны, 49 источник частоты, 51 компенсация внешней фазы, 53 Масштаб, 52 подключение, 47 полоса пропускания, 52 Фиксированный и автоматический выбор диапазона, 50 шунты, 50

Γ

Глобальные настройки, 4 Графики и осциллограммы, 53 Осциллограммы, 54 Параметры интегратора, 54 Группа настройки, 4 определение, 4

Д

Дистанционное управление, 64 Взаимодействие с системами Ethernet, 64 Взаимодействие с системами GPIB, 65 Взаимодействие с системами RS232, 64 Взаимодействие с системами USB, 64 общие сведения, 64

3

Запись данных, 56

И

Измерения конфигурация, 39 Настройка гармоник, 39 Настройка искажения, 39 по умолчанию, 7 Столбец результатов суммирования (SUM), 42 Столбцы максимального времени фиксации, 41 Столбцы минимального времени фиксации, 41 Интерфейсы, 55 Адрес GPIB, 55 Конфигурация Ethernet, 55 печать, 55 Скорость в бодах RS232, 55

К

Команды GPIB, 69 Выбор и возвращение результата, 100 Выбор измерений, 74 Гармоники, 101 Графики и осциллограммы, 91 Запись данных, 93 интерфейс, 91 Каналы и группы, 71 Команды информации прибора, 72 Конфигурация измерений, 78 Конфигурация системы, 94 Математические функции, 93 Многократное возвращение результатов, 101 Настройка входов, 85

Настройка режима, 83 Отправка и получение, 98 Пользовательская конфигурация, 98 Пример обмена данными с помощью группы каналов, 102 Примеры обмена данными, 100 Считывание измерений, 74 :ANA, 90 :AVG, 95 :BDW, 89 :BLK, 94 :CAL:DATE?, 72 :CFG:USER, 98 *CLS, 69 :COM:ETH, 91 :COM:ETH:MAC, 92 :COM:ETH:STAT, 92 :COM:IEE, 91 :COM;RS2, 91 :DATA:USB, 93 :DSE, 70 :DSE?, 71 :DSR?, 71 :DVC, 71 *ESE, 69 *ESE?, 69 *ESR?, 70 :FRD?, 77 :FRF?, 76 :FSR, 88 :HMX:VLT/AMP, 78 :HMX:VLT/AMP:DF, 79 :HMX:VLT?AMP:THD, 79 :HMX:VLT/AMP:TIF, 80 *IDN?, 69 :INST:NSEL, 71 :INST:NSEL?, 72 :INST:NSELC, 72 :INST:NSELC?, 72 :MATH?, 94 :MATH:FUNC, 93

:MATH:FUNC:EN, 94 :MAX, 81 :MIN, 81 :MOD, 83 :MOD:BAL, 83 :MOD:INT, 84 :MOD:PWM, 85 :MOD:SBY, 84 :MOVE, 76 :NAME, 86 :RNG, 86 *RST, 70 :SCL, 90 :SEL, 74 :SHU, 87 *STB?, 70 :SUM, 82 :SYST:CTYPE?, 73 :SYST:DATE, 96 :SYST:POWER, 97 :SYST:TIME, 97 :SYST:ZERO, 96 :UPDATE, 95 :WRG, 85 Контекстная справка, 10 Конфигурация системы, 60 автоматическая установка нуля, 61 гашение, 60 Дополнительные функции, 62 Конфигурация анализатора, 62 тактовый генератор, 61 усреднение, 61 Хост/клиент, 61 частота обновления, 60 Энергосбережение, 61

Μ

Математические функции, 56

Η

Навигация в окне результатов, 8 Навигация в системе меню, 9

Настройки канала, 4, 5

0

Общие положения о безопасности, vi

Π

Передняя панель Буквенные кнопки, 23 виртуальные кнопки на экране, 22 использование, 11 Кнопки быстрого просмотра, 11 кнопки уравнений, 24 кнопки чисел, 24 Окно векторной диаграммы, 18 Окно гистограммы, 14 Окно интегратора, 16 Окно математических расчетов, 19 Окно настройки, 20 Окно осциллограмм, 13 окно результатов, 12 устройство, 11 Функциональные кнопки, 23 Питание внешних преобразователей, 34 Подключение тестируемого устройства, 5 Подсоединение источников сигнала, 27 Подсоединение омического шунта, 30 Подсоединение преобразователя с выходным сигналом напряжения, 32 Подсоединение преобразователя напряжения, 33 Масштабирование напряжения, 33

Подсоединение трансформатора напряжения, 33 Масштабирование напряжения, 33 Подсоединение трансформатора тока, 29 Масштабирование тока, 29 Пользовательская конфигурация, 62 При включении питания, 3 Примеры Выбор и возвращение результата, 100 выбор измерений для отображения, 9 Гармоники, 101 Многократное возвращение результатов, 101 обмена данными, 100 с помощью группы каналов, 102 Принадлежности, хvi Программное обеспечение, 104 Загружаемое программное обеспечение PA4000, 104

Ρ

Регистрация данных, 25 Регистрация данных на флэш-накопитель USB., 25 Режимы, 42 Балласт, 43 интегратор, 44 обычный, 42 резервная мощность, 43 ШИМ двигателя, 46

С

система меню, 35 Главное меню, 35 измерения, 35 навигация, 35 Пункты меню, 35 Сообщения о состоянии, 65 Байт состояния, 65 Регистр байтов состояния, 66 регистр включения состояний отображаемых данных, 67 Регистр выключения состояний стандартных событий, 68 регистр состояний отображаемых данных, 67 Регистр состояний стандартных событий, 68 Состав комплекта, ху Список команд, 68

Τ

Технические характеристики, 106 Вспомогательные входы/выходы, 111 Дополнительные детали, 108 Питание преобразователя, 108 GPIB, 108 Измерительный канал, 106

Выхолы источника питания аналоговой платы, 106 Подключение внешнего сигнала тока, 106 Подключение тока 1 A, 106 Подключение тока 30 A, 106 Подключения напряжения, 106 Измеряемые параметры, 112 источник питания, 107 погрешность измерений, 114 Порт хоста/клиента, 112 порты обмена данными, 108 Периферийные устройства USB, 110 Порт Ethernet, 110 Последовательный порт, 108 IEEE 488/GPIB, 108 USB-хост, 109 Условия эксплуатации и механические характеристики, 107 Bec, 107 влажность, 107

Диэлектрическая прочность, 107 Максимальная высота над уровнем моря при эксплуатации, 107 Рабочая температура, 107 Температура хранения, 107

Φ

Формат данных, 26

Х

Характеристики и возможности, хv Основные характеристики, хv Хранение данных, 26

IEEE 488.2 Команды состояния, 69 Стандартные команды, 69