Система калибровки датчиков вибрации

тип 3629

программным обеспечением лазерной интерферометрической калибровки типа 5309

Первичная калибровка

Система калибровки датчиков вибрации типа 3629 и программное обеспечение типа 5309 предназначены для абсолютной калибровки различных вибрационных и ударных датчиков, и обычно используются государственными первичными лабораториями, либо для калибровки эталонных датчиков для заказчиков, использующих высокие технологии.

Система типа 3629 может использоваться для калибровки практически всех типов датчиков: электрометрических, DeltaTron (датчиков с питанием постоянным током), пьезорезистивных, датчиков переменной емкости, датчиков с сигналом напряжения, серводатчиков и электродинамических датчиков (например, датчиков скорости).

Программное обеспечение типа 5309 обладает почти всеми элементами пользовательского интерфейса и функциями программного обеспечения сравнительной калибровки типа 5308. Оно позволяет системе калибровки датчиков вибрации типа 3629 выполнять абсолютную калибровку посредством высокочастотных входных модулей.

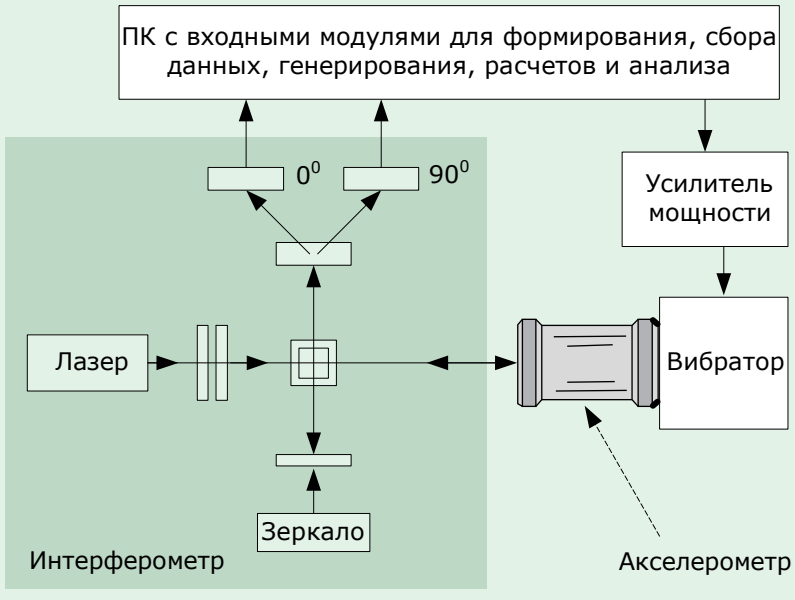
Калибровка осуществляться, используя лазерный интерферометр с квадратурным выходом и вспомогательной программы для преобразования этих выходных сигналов в величины абсолютного смещения, как функции времени, поэтому измерения основаны на абсолютных параметрах времени и длины волны света от гелиево-неонового лазера.

Лазерная интерферометрия с применением счетчиков для подсчета полос и определения нулевых точек на более высоких частотах долгое время использовалась для калибровки акселерометров. В 1999 году новый стандарт представил метод синусоидальной аппроксимации. Когда известно, что входной сигнал должен быть синусоидальным, выравнивание результатов, полученных из выходного сигнала интерферометра, методом наименьших квадратов дает хорошие результаты. Такое выравнивание по существу является фильтрацией на известной частоте. Поэтому при наличии современных БПФ-анализаторов высокого разрешения логично использовать их для выполнения этой фильтрации.

Этот метод описан в стандарте ISO 16063-11: Методы калибровки вибрационных и ударных датчиков — Часть 11: Первичная вибрационная калибровка посредством лазерной интерферометрии. Программное обеспечение типа 5309 использует Метод 3 — синусоидальную аппроксимацию, описанный в стандарте ISO 16063.11:1999, который дает результаты в виде дискретных временных рядов величин фазы модуляции, рассчитанных на основе оцифрованных выходных сигналов детектора.

Измерительная цепочка основана на лазерном интерферометре, который может являться интегрированным устройством или системой, как показано на рисунке, имеющей два квадратурных выхода. Эти сигналы и сигнал от акселерометра при необходимости подвергаются формированию соответствующими предусилителями, а затем оцифровываются. Сигнал для создания вибрации, поступающий на вход усилителя мощности и вибратор, также генерируется в цифровом виде, а затем преобразуется в аналоговый выходной сигнал. На всех этапах оцифровки используется один и тот же тактовый сигнал. ПК является сердцем всех этих функций и управляет системой.

Система лазерной интерферометрической калибровки



При соответствующей дискретизации и удалении величин соответствующих частот — выделении частот вибрации и настройки анализатора таким образом, чтобы частота вибрации совпадала с центральной частотой одного из частотных диапазонов, применение БПФ идентично методу синусоидальной аппроксимации независимо от используемого временного окна.

Для обеспечения возможности произвольного выбора частот во время анализа БПФ используется специальное П-образное временное окно. Это значит, что откалиброванный анализатор высокого разрешения может использоваться для измерения соотношения между смещением, рассчитанным на основе сигналов лазера, и выходным сигналом акселерометра с очень высокой точностью.

Влияние на амплитуду суммарной измеряемой чувствительности от типовых колебаний шума и эллиптичности квадратурных выходных сигналов не превышает 0,1 % в диапазоне частот от 0,3 Гц до 10 кГц и не превышает 0,6 % при частотах до 50 кГц.

Эта система обеспечивает измерение с погрешностью не более 0,3 % на частоте 160 Гц и действует в горизонтальном и вертикальном положении. Полная автоматизация снижает риск ошибок, вносимых оператором, а сертификаты могут генерироваться в формате MS Word, используя шаблоны с изменяемыми логотипами и списком литературы в полном соответствии со стандартом ISO 17025.

Поддерживается широкий выбор формирователей сигнала, позволяя выполнять калибровку множества акселерометров, а синхронизация входных и выходных сигналов обеспечивает автоматизацию частот и уровней калибровки. Компания Brüel & Kjær оказывает помощь в обучении и эксплуатационную техническую поддержку.

Сравнительная калибровка датчиков вибрации

Вторичная калибровка

Программное обеспечение сравнительной калибровки датчиков вибрации типа 5308 для системы типа 3629

Аппаратура для базовой версии системы калибровки типа 3629 состоит из портативного интерфейсного модуля PULSE, имеющего необходимые входы и выход генератора, усилителя мощности и вибратора.

Программное обеспечение сравнительной калибровки датчиков вибрации типа 5308 выполняется на ПК, не требуя внешней обработки, — это значит, что производительность программного обеспечения повышается вместе с общим увеличением вычислительной мощности ПК. Может использоваться операционная система Microsoft® Windows® 2000, XP или 7 (32- или 64-разрядная), обладающая знакомым пользовательским интерфейсом. Данные отображаются на экране в графическом и табличном виде. Данные и результаты сохраняются на жестком диске компьютера. Поддерживается печать сертификатов, отвечающих требованиям стандарта ISO 17025. База данных Microsoft® Access, прозрачно используемая управляющим программным обеспечением, применяется для хранения и организации данных. Это позволяет калибровочной лаборатории отвечать требованиям стандарта ISO 17025 без дополнительных систем. Microsoft® Word используется для генерирования сертификатов с помощью шаблонов, которые могут легко модифицироваться по желанию пользователя и выводиться на печать в соответствии со стандартом ISO 17025.

Программное обеспечение калибровки датчиков вибрации типа 5308 обладает обширной базой данных, в которой содержатся все необходимые данные по датчикам вибрации. Просто выбрав нужный датчик для калибровки, можно получить из базы данных номинальную чувствительность, диапазон частот и допустимые пределы для калибровочных измерений.

Пользователь может сгенерировать сертификат результатов калибровки, и все данные могут сохраняться в базе данных. ПО типа 5308 является удобной программой, сводящей к минимуму требуемое количество ручных операций, делая калибровку датчиков простой и автоматизированной процедурой. База данных содержит все необходимые данные, требуемые для калибровки. Эти данные извлекаются из базы данных и используются для настройки параметров измерений в программе калибровки, а также используются для предупреждения пользователя о необходимости выбора соответствующих приборов.

Конфигурация системы калибровки датчиков вибрации типа 3629.

Процедуры содержат все необходимые данные для калибровки датчиков всех типов. Для начала калибровки пользователь выбирает тип датчика и название процедуры или серийный номер датчика известного типа. Затем компьютер получает информацию по соответствующей процедуре и выбирает режим калибровки, либо электрометрического акселерометра, либо датчика вибрации с выходом напряжения или скорости. Также может выполняться калибровка виброизмерителей. Он устанавливает требуемый диапазон частот для калибровки и информирует пользователя о необходимости использования соответствующих формирователей.

База данных содержит журнал калибровок каждого датчика. Все необходимые данные для заданных эталонных датчиков и других приборов также хранятся в базе данных. При выполнении калибровки системы или формирователя данные сохраняются, и впоследствии используются для корректировки результатов измерений. Исторические данные хранятся в базе данных.

Формирователи сигналов заряда и напряжения могут автоматически калиброваться в составе системы, а результаты используются системой для корректировки измеряемых величин, снижая погрешность.

Удобный в использовании редактор процедур используется для описания параметров (и при необходимости допустимых пределов) испытуемого устройства. Данные и информация о состоянии отображаются на экране. Простые меню используются для добавления / удаления и повторной калибровки приборов в составе системы, а также для обслуживания данных калибровки и прослеживаемости. Эти данные обычно приводятся в сертификатах.

Автоматизированная электрическая калибровка системы выполняется, используя внешний высокоточный вольтметр — цифровой мультиметр Agilent 3458 A, управляемый через интерфейс IEEE 488.2 (опция). Промежуточные этапы самокалибровки могут выполняться для обеспечения продолжительного использования в условиях аккредитации и обеспечивая стабильность системы.

Калибровка ударных датчиков

Вторичная калибровка

Программное обеспечение типов 5310 и 5311 для системы типа 3629

Программное обеспечение калибровки ударных датчиков малой интенсивности (POP) типа 5310 для системы калибровки датчиков вибрации типа 3629 и соответствующее оборудование может использоваться для калибровки в диапазоне от 20 до 10000 g, хотя фактические уровни определяются возможностями возбудителя и используемого эталонного датчика.

Калибровка выполняться в соответствии со стандартом ISO 16063-22. Это ПО обладает почти всеми элементами пользовательского интерфейса и функциями программного обеспечения сравнительной калибровки типа 5308.

Оно рассчитано на использование практически любого ударного возбудителя. Для ударов менее 100 g даже можно использовать специальную функцию их генерирования на вибраторе. Программное обеспечение сохраняет характеристики усиления формирователя и усилителя, сводя к минимуму погрешности калибровки за счет коррекции таких характеристик.

Программное обеспечение калибровки датчиков сильных ударов (SMAC) типа 5311 облегчает применение рейки Хопкинса для ударных испытаний до 100000 g согласно стандарту ISO 16063-22.

Программное обеспечение ударной калибровки может использоваться с ударным калибратором POP.

Bruel&Kjaer

Технические данные

Система калибровки датчиков вибрации и ударов - VibraCal 3629, 3629A, 3629B, 3629C, 3629W

Назначение

- Быстрая и точная калибровка амплитуды и фазы датчиков вибрации;
- Калибровка методом сравнения в соответствии со стандартом ISO 16063-21 (ранее ISO 5347-3);
- Первичная калибровка (дополнительно) в соответствии со стандартом ISO 16063-11 (ранее ISO 5347-1);
- Быстрая и точная калибровка коэффициента усиления и фазы предусилителей;
- Калибровка, выполняемая сертифицированными метрологическими лабораториями (ISO 17025);
- Контроль измерительной аппаратуры в соответствии со стандартом ISO 9000;
- Обеспечение точности датчиков в процессе их производства или использования

Возможности

- Чрезвычайно низкая погрешность калибровки (например, 0.3% на частоте 10 Гц);
- Автоматизированная калибровка сочетает простоту использования системы и получение безошибочных результатов;
- Частотный диапазон от 0.15 Гц до 25 кГц в зависимости от типа вибростенда и эталона;
- Калибровка датчиков практически любых типов: зарядовых датчиков, DeltaTron® (датчик с источником постоянного тока), пьезоэлектрических и пьезорезистивных датчиков, емкостных датчиков, датчиков с выходом по напряжению, серводатчиков и электродинамических датчиков;
- Автоматизированная калибровка систем;
- Выбор случайного или синусоидального возбуждения;
- Тестовые частоты, заданные пользователем, или выбор частот с линейным или логарифмическим приращением;
- Уровни калибровки, задаваемые пользователем (выбор в зависимости от типа вибростенда);
- Использование известной технологии компании Brüel&Kjær с применением многофункционального анализатора Multi-analyzer PULSE™;
- Первичная калибровка с использованием коммерческого лазерного измерителя скорости;
- Калибровка датчиков удара с использованием коммерческого генератора ударов
- Поддержка компании Brüel&Kjær, в том числе обучение персонала и обслуживание системы (дополнительно)

Описание системы

Система калибровки датчиков вибрации и ударов VibraCal 3629 является удобной для использования автоматической системой, предназначенной для отслеживаемой калибровки датчиков широкого класса.

Аппаратура базовой системы состоит из переносного анализатора PULSE™, обеспечивающего возможность ввода необходимых данных и выхода на осциллятор, усилителя мощности и вибростенда. Анализатор подключен Ethernet-кабелем к стандартному (настольному или переносному) персональному компьютеру. Кроме того, необходим эталонный датчик, а в случаях, когда не используются датчики типа DeltaTron (датчик с источником постоянного тока) или с выходом по напряжению, то и подходящий предусилитель. Стандартным эталонным датчиком, используемым в среднечастотном диапазоне, является датчик 8305 с преобразователем "зарядовый датчик-датчик DeltaTron" 2647 (Charge to DeltaTron Converter Type 2647).

Программное обеспечение для калибровки VibraCal 7785 выполняется на персональном компьютере и не требует внешней обработки данных, т.е. производительность программы повышается при улучшении возможностей самого компьютера. Допустимыми операционными системами являются Windows 2000 или Windows NT корпорации Microsoft, обладающие знакомым пользователю интерфейсом. Данные и состояние выводятся на экран обычно в графическом виде. Данные и результаты сохраняются на жестком диске компьютера и могут быть напечатаны.

Для хранения и организации данных, а также для создания отчетов используется база данных Microsoft® Access, доступ к которой осуществляется управляющим программным обеспечением VibraCal незаметно для пользователя.

Вам можете не быть специалистом по Access, хотя знакомство с основами использования этой программы упростит создание нестандартных отчетов. Для работы с VibraCal не нужно быть знакомым с Windows® - для выполнения некоторых операций по обслуживанию системы, например, для резервного копирования системных файлов и файлов данных, необходимы только начальные знания по компьютерам. Кроме того, для обеспечения максимальной безопасности определены различные уровни пользователей, которым предоставляется доступ к различным меню.

За счет выполнения расширенной калибровки с помощью анализатора PULSE в системе может быть достигнута чрезвычайно низкая погрешность преобразования (обычно 0.1% при k=2). К этому должна быть добавлена погрешность калибровки эталона (например, 0.5%), в результате чего общая расширенная погрешность становится равной 0.51% (при k=2), но без учета факторов, влияющих на датчики.

Система VibraCal позволяет калибровать датчики практически любых типов: зарядовые датчики, DeltaTron (датчики с источником постоянного тока), пьезорезистивные датчики, емкостные датчики, датчики с выходом по напряжению, серво-датчики и электродинамические датчики (например, датчики скорости). Для калибровки применяется метод сравнения по стандарту ISO 16063-21 (ранее ISO 5347-3).

Переносный анализатор PULSE измеряет автокорреляцию и кросс-корреляцию спектров быстрого преобразования Фурье сигналов датчиков и вычисляет амплитудно-частотную характеристику. При этом практически полностью удаляется влияние искажений и шума вне единственной полосы частот быстрого преобразования Фурье, где производились измерения. Для минимизации шума при низкочастотных измерениях используются очень узкие полосы частот. Кроме того, следить за сигналами датчика помогает их визуализация в реальном масштабе времени.
Чтобы добиться максимальной скорости измерений, используется случайное возбуждение, в то время как синусоидальное возбуждение применяется для концентрации энергии при калибровке в низкочастотном диапазоне и для удовлетворения требований более консервативных пользователей.

Гибкость

В зависимости от конфигурации система VibraCal может выполнять либо сравнительную, либо абсолютную калибровку самых разнообразных датчиков. При калибровке методом сравнения

характеристики испытуемого устройства определяются путем сравнения с характеристиками эталонного датчика, подлежащего контролю согласно требованиям Лаборатории первичной калибровки. Абсолютная калибровка выполняется с помощью лазерного интерферометра и логометра, так что измерения производятся на основе абсолютных значений временных параметров и длины волны излучения гелий-неонового лазера.

VibraCal может вести калибровку в диапазоне от 0.15 Гц до 25000 Гц, хотя реальные частоты определяются возможностями вибростенда и используемых датчиков. За счет использования Сравнительного калибратора датчиков удара (Comparison Shock Calibrator) (POP) и программного обеспечения калибровку датчиков удара методом сравнения можно выполнять в диапазоне до 20000 мс$^{-2}$ (2000 g). В случаях, когда необходимо формирование внешнего сигнала (например, при калибровке пьезоэлектрических или пьезорезистивных датчиков), можно с помощью программного обеспечения измерить и сохранить амплитудно-частотные характеристики формирователя сигналов, а затем скомпенсировать их влияние во время калибровки. Аналогичным образом реализуется контроллер для построения характеристик и управления практически любым источником вибраций, допускающий использование любого эталонного датчика, при необходимости предусматривая применение формирователя. Амплитудно-частотные характеристики генератора возбуждения, усилителя, формирователя сигналов и эталонного датчика сохраняются в базе данных Access, что позволяет в дальнейшем учитывать их для минимизации погрешности калибровки.

Модули поддержки

Для описания параметров (и допустимых пределов) испытываемого устройства используется простой в применении, но достаточно универсальный редактор описания тестов модели.

Мощный модуль системной поддержки предназначен для обслуживания исходных данных и данных, получаемых в процессе калибровки.

Автоматизированная электрическая калибровка системы выполняется с помощью внешнего высокоточного вольтметра Agilent 3458A, управление которым ведется через интерфейсную плату IEEE-488.2 (дополнительное устройство). Для обеспечения стабильности работы системы могут проводиться промежуточные операции самокалибровки.

Спецификация системы VibraCal 3629

Калибровка методом сравнения в соответствии со стандартом ISO 16063-21

Диапазоны частот:
при работе с генератором возбуждения 4808: от 3 Гц до 6.4 кГц
при работе с генератором возбуждения 4809: от 10 Гц до 12.8 кГц
Возможный диапазон частот при работе с генераторами возбуждения других типов: от 0.15 Гц до 25 кГц
Сигнал возбуждения: ступенчатая синусоида или псевдослучайный
Тестовые частоты при синусоидальном возбуждении: с логарифмическим приращением/с линейным приращением/заданные пользователем
Число линий спектра быстрого преобразования Фурье при случайном возбуждении: выбирается пользователем в диапазоне от 50 до 6400

Диапазоны при принятом по умолчанию уровне испытаний

Диапазон чувствительности по заряду (для устройства 2647): от 0.004 пКл/мс$^{-2}$ до 400 пКл/мс$^{-2}$
Диапазон чувствительности по напряжению: от < 0.1 мВ/мс$^{-2}$ до 0.7 мВ/мс$^{-2}$
Эталонная частота: задается пользователем (по умолчанию 159.16 Гц)
Уровень испытаний: задается пользователем (по умолчанию 10 мс$^{-2}$ или 1g) (при ограниченном возбуждении)

Таблица 1. Оценки для расширенной погрешности калибровки при k=2 (соответствует примерно 95%-ному уровню достоверности)

Диапазон частот (Гц)	Конфигурация	Расширенная погрешность (%)
0.15 - 0.3	Низкочастотный вибростенд*	2
0.3 - 0.5	Низкочастотный вибростенд*	0.5
0.5 - 50	Низкочастотный вибростенд*	0.3
5 - 2000	Вибростенд 4808**	0.6
2000 - 5000	Вибростенд 4808**	0.9
5000 - 7000	Вибростенд 4809**	1.1
7000 - 10000	Вибростенд 4809**	1.6

* При условии, что для эталонного датчика на используемых частотах выполнена лазерная калибровка с низкой погрешностью.
** При условии, что выполнена калибровка эталона с погрешностью 0.5% (k=2) на частоте 160 Гц. Дополнительная калибровка на более высоких частотах снижает погрешность на этих частотах. Более низкая погрешность достигается в некоторых Национальных метрологических центрах.

Стандартные конфигурации системы

Система для сравнительной калибровки (диапазон частот от 3 Гц до 6.4 кГц) - 3629A

1 × 3560-C-S3 Анализатор звука и вибраций PULSE (Sound & Vibration Analyzer) (2 входа/2 выхода)
1 × Type 7785 Программное обеспечение для калибровки датчиков вибраций VibraCal (Vibration Transducer Calibration Software)
2 × Type 2647 Преобразователь "зарядовый датчик-датчик DeltaTron"
2 × JP0145 Входной адаптер, переходник с разъема типа BNC на разъем 10-32UNF
1 × Type 8305-001 Стандартный эталонный акселерометр с кабелем
1 × Type 4371 Универсальный зарядовый акселерометр типа Uni-Gain 1 пКл/мс$^{-2}$, дополнительный разъем с кабелем
2 × AO 0038 Кабель акселерометра EW1155, с двумя разъемами 10-32UNF, длина 1.2 м
1 × Type 2719 Усилитель мощности 180BA
1 × Type 4808 Генератор небольших вибраций
1 × WA0567 Оснастка для калибровки
1 × WH2651 Специальный набор вибростендов 4808
1 × UL0216-GB Стандартный настольный компьютера Dell™
1 × UL0217-GB Стандартный 19-дюймовый монитор Dell™
1 × UL0207-GB Microsoft® Office XP Professional GB OEM/без руководства
8 × BK0053 Сборка и тестирование системы Calsys, час
1 × 3629-CTI Система 3629, отслеживаемая начальная калибровка

Система для сравнительной калибровки (диапазон частот от 10 Гц до 12.8 кГц) - 3629B

1 × 3560-C-S3 Анализатор звука и вибраций PULSE (Sound & Vibration Analyzer) (2 входа/2 выхода)
1 × Type 7785 Программное обеспечение для калибровки датчиков вибраций VibraCal (Vibration Transducer Calibration Software)
2 × Type 2647 Преобразователь "зарядовый датчик-датчик DeltaTron"
2 × JP0145 Входной адаптер, переходник с разъема типа BNC на разъем 10-32UNF
1 × Type 8305 Стандартный эталонный акселерометр с кабелем
3 × AO 0038 Кабель акселерометра EW1155, с двумя разъемами 10-32UNF, длина 1.2 м
1 × Type 2719 Усилитель мощности 180BA
1 × Type 4809 Генератор небольших вибраций

1 × UL0216-GB	Стандартный настольный компьютера Dell™
1 × UL0217-GB	Стандартный 19-дюймовый монитор Dell™
1 × UL0207-GB	Microsoft® Office XP Professional GB OEM/без руководства
8 × BK0053	Сборка и тестирование системы Calsys, час
1 × 3629-CTI	Система 3629, отслеживаемая начальная калибровка

Система для сравнительной калибровки датчиков ударов (1g - 2000 g) - 3629D

1 × 3560-C-S3	Анализатор звука и вибраций PULSE (Sound & Vibration Analyzer) (2 входа/2 выхода)
1 × Type 7786	Программное обеспечение для калибровки датчиков ударов (POP)
1 × EE 0284	ENDEVCO® Модель 2925 AACS - Сравнительный калибратор датчиков удара POP
2 × Type 2647	Преобразователь "зарядовый датчик-датчик DeltaTron"
2 × JP0145	Входной адаптер, переходник с разъема типа BNC на разъем 10-32UNF
1 × EE 0207	ENDEVCO 2270 - Сравнительный стандартный пьезоэлектрический акселерометр
1 × EE 0210	ENDEVCO 2270M8 стандартное устройство передачи (Transfer Std)
2 × AO 0038	Кабель акселерометра EW1155, с двумя разъемами 10-32UNF, длина 1.2 м
1 × UL0216-GB	Стандартный настольный компьютера Dell™
1 × UL0217-GB	Стандартный 19-дюймовый монитор Dell™
1 × UL0207-GB	Microsoft® Office XP Professional GB OEM/без руководства
1 × EE 5426	ENDEVCO CS110 - Сравнительный калибратор датчиков ударов
8 × BK0053	Сборка и тестирование системы Calsys, час
1 × 3629-CTI	Система 3629, отслеживаемая начальная калибровка

Возможные дополнения

BK0058	Установка системы - расчет на один день (исключая переезды и настройку)
BK0060	Обучение персонала на месте эксплуатации - расчет на один день (исключая переезды и настройку)
WQ1270	Интерфейс PCI-GPIB для Windows NT®
WQ2349	Agilent 3458A - Цифровой универсальный измерительный прибор
WQ 2349-CAF	Общепринятая калибровка WQ2349
3629-CTF	Система 3629, отслеживаемая калибровка
ET2001	Первичная DPLA-калибровка датчика 8305, включая проверку акселерометра
EE 5426	ENDEVCO CS110 Сравнительная калибровка датчиков удара