

Портативная система калибровки аудиометров



Модель xxxx

...Простота, гибкость и надежность

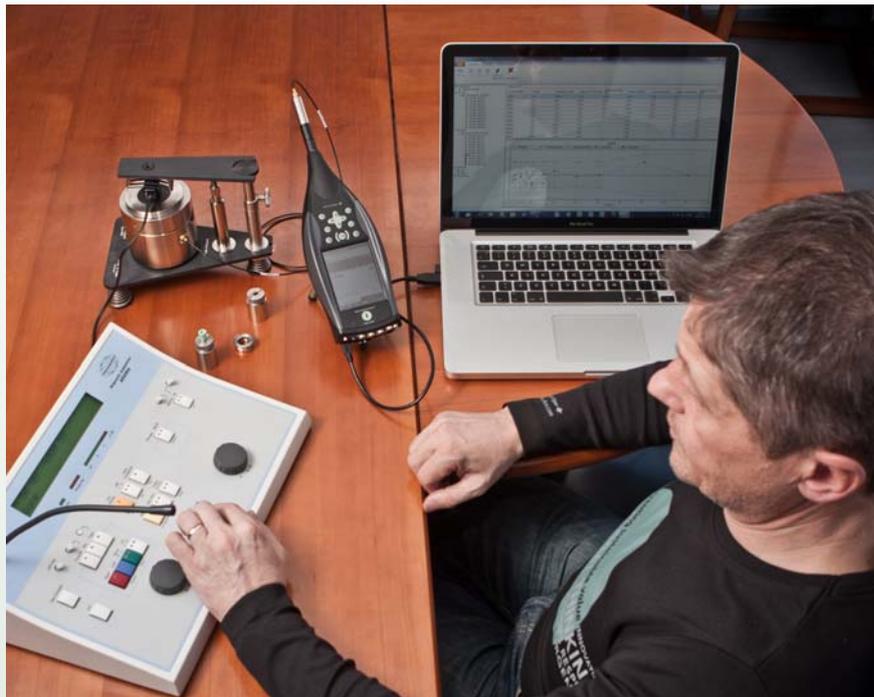
ИНФОРМАЦИЯ О ПРОДУКЦИИ

Портативная система калибровки аудиометров модели xxxx является простым, гибким и надежным решением для автоматической калибровки аудиометров в соответствии с требованиями стандартов МЭК и ANSI.

Основное внимание уделено сертификации аудиометра, однако, система разработана с учетом ежедневных нужд больниц, поликлиник, а так же метрологических и калибровочных лабораторий. Другими областями применения являются научно-исследовательские работы в области аудиометрии и испытания продукции на предприятии.

Система построена на основе мощного измерителя уровня звука и анализатора модели 2250. Это позволяет сочетать точность измерительного инструмента класса 1, богатый опыт выполнения калибровки и простоту в работе. Система способна выполнять задачи, начиная с основных стандартных испытаний аудиометра и заканчивая полностью автоматическими процедурами расширенных испытаний с заданными параметрами.

Встроенная база данных программы i714 позволяет контролировать выполнение испытаний, а также хранить служебные данные, запоминая, в том числе, и адрес электронной почты заказчика для последующей калибровки.



Подключение различных аудиометров осуществляется при помощи семейства высококачественных акустических переходников, приборов «искусственное ухо» модели 4152 / 4153 и «искусственный мастоид» модели 4930 производства компании Brüel & Kjær.

Система может быть настроена как для выполнения калибровки при помощи собственных средств измерения, так и для производственных испытаний, позволяя работать в полевых условиях без какого-либо ухудшения точности или стабильности.

Область применения и Характеристики

Области применения

- Калибровка аудиометра любого типа в соответствии с требованиями семейства стандартов МЭК 60645.
- Calibrate Headphones, Inserts, HF phones, Bone Oscillators and Tympanometers

Функциональные особенности

- Процедуры калибровки воздушной и костной проводимости преобразователей основаны на стандартах ISO 61389 и ISO 318.
- Автоматическая коррекция характеристик микрофона и девиации чувствительности искусственного мастоида.

- Процедуры выполнения множественных испытаний.
- Полуавтоматическое и полностью автоматическое выполнение процедур.
- Управление данными оператора, заказчика, аудиометров, испытаний и испытательного оборудование при помощи одной базы данных.
- Возможность вызова данных по целому ряду параметров запроса.
- Отслеживание учетных записей калибровочного оборудования и дат калибровки.
- Предоставление инструкций по настройке аудиометра.
- Создание отчетов о калибровке, предоставляемых заказчику.
- Напоминание о калибровке по электронной почте.

Калибровка?..

Основное назначение калибровки акустического аудиометра – это определение аудиометрического нуля выбранного головного телефона. Это может быть выполнено при помощи добровольцев или при помощи прибора «искусственное ухо».

Аудиометр может работать с различными типами выходных преобразователей:

1. Головные телефоны;
2. Костные вибраторы;
3. Громкоговорители (свободное звуковое поле).

Выходные преобразователи аудиометров не могут быть заменены или изменены без необходимости калибровки всего оборудования.

В калибровку аудиометра входит калибровка его работы, головных телефонов и костных вибраторов.

Калибровка костных вибраторов аналогична калибровке головных телефонов за исключением применения различных измерительных устройств.

Калибровка аудиометра

В системе калибровки аудиометров применяется система имитации человеческого уха. В нее входит прибор «искусственное ухо», предназначенный для проверки звуковой проводимости слуховых механизмов. Прибор состоит из откалиброванного микрофона

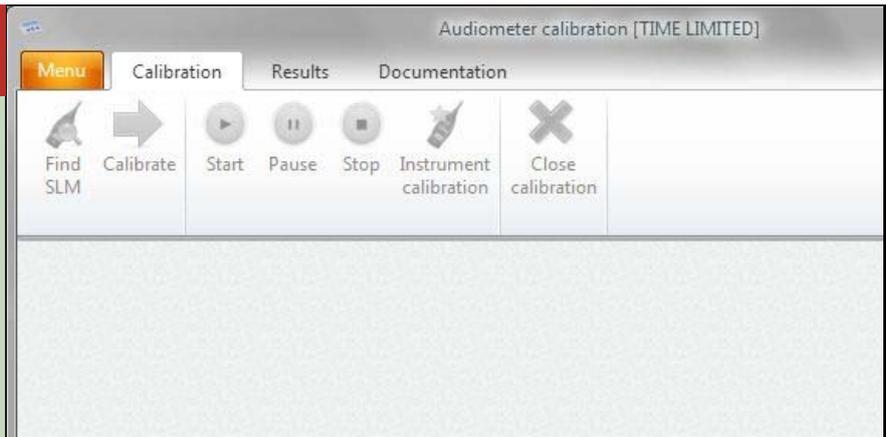


Рисунок 1.

Главное меню программы i714 – простой и интуитивно понятный полнофункциональный интерфейс пользователя

с акустическим переходником соответствующего объема, открытого с одной стороны, что позволяет применить в процессе испытания наушники.

Для проверки костной проводимости слуховых механизмов применяется прибор «искусственный мастоид». Этот прибор состоит из нескольких слоев резины и предназначен для соединения костного вибратора с возбуждаемым преобразователем. Прибор копирует способ передачи звука через сосцевидный отросток (мастоид) височной кости человека, к которому в процессе испытания прикладывается костный вибратор.

Целью любого калибровочного измерения является проверка правильности измерения, выполняемого измерительным оборудованием.

Регулярная проверка и калибровка аудиометра необходима для получения максимальной точности измерений.

Для выполнения абсолютной акустической калибровки аудиометра требуется прибор «искусственное ухо», специально предназначенный микрофон и известный уровень звукового давления.

Точное и надежное измерение – это основа для характеристики и количественной оценки степени потери слуха, следовательно, и для выбора слухового аппарата, а также для контроля общего состояния здоровья и безопасности. Правильно выполненная калибровка обеспечивает уверенность в достоверности результатов измерений независимо от условий работы.

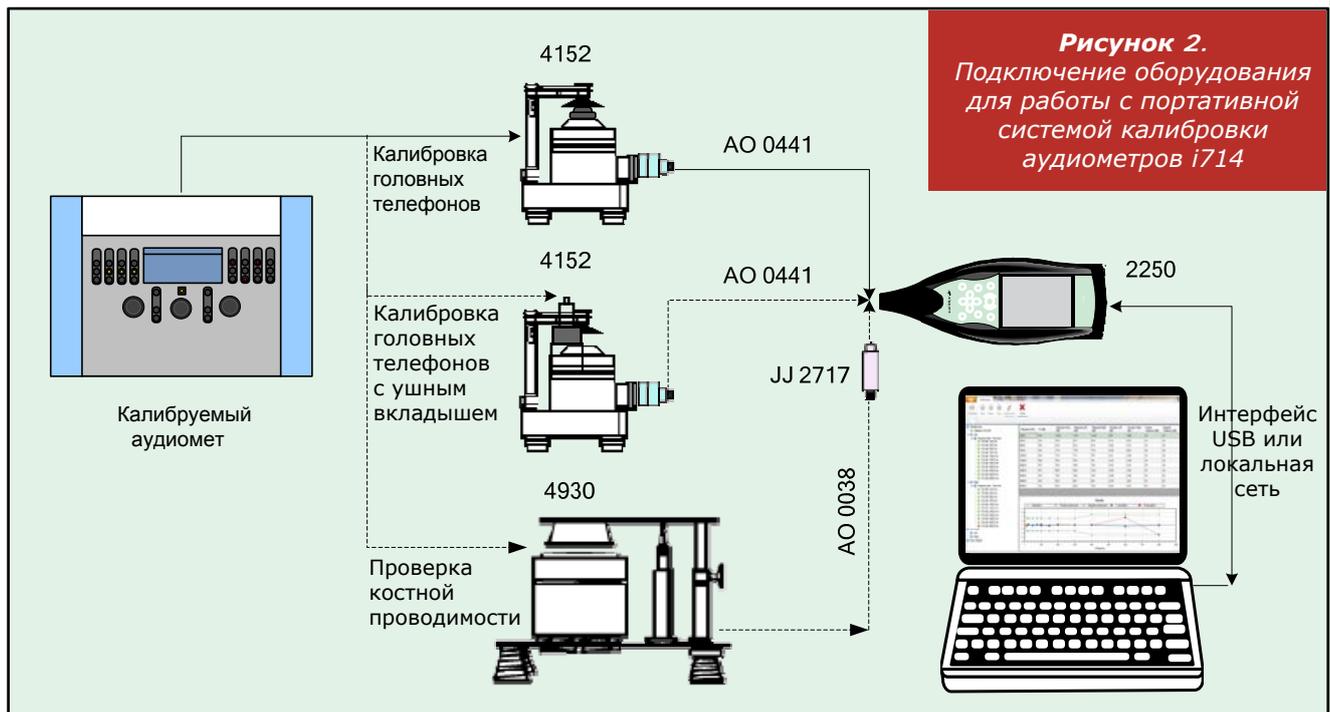


Рисунок 2.

Подключение оборудования для работы с портативной системой калибровки аудиометров i714

Измерительная аппаратура системы

В основе системы лежит ручной акустический анализатор модели 2250 и ПО калибровки аудиометров i714.



Акустический анализатор

В основе портативной системы калибровки аудиометров i714 лежит ручной акустический анализатор модели 2250. Прибор 2250 – это компактный и надежный ручной инструмент, который может работать с рядом программных модулей.

Звуковой калибратор

Звуковой калибратор модели 4231 карманного размера, работающий от аккумулятора, является источником звука с классом точности 1. Частота калибровки равна 1000 Гц (эталонная частота для международно-стандартизированных взвешивающих фильтров), откалиброванное значение давления равно $94 \pm 0,2$ дБ относительно величины 20 мкПа, что соответствует 1 Па или 1 Н/м².



Искусственный мастоид

Прибор «искусственный мастоид» модели 4930 предназначен для калибровки костной проводимости слуховых аппаратов и костных вибраторов, применяемых в аудиометрии. Прибор имитирует механические свойства головы человека и имеет встроенный датчик усилия, позволяющий контролировать выходной сигнал калибруемого устройства. Искусственный мастоид обладает долговременной стабильностью, точностью и соответствует механическим параметрам мастоида человека.



Акустические переходники

Акустические переходники, поставляемые вместе с прибором «искусственное ухо», состоят из акустического переходника DB 0138 объемом 2 см³, предназначенного для измерения головных телефонов слуховых аппаратов и отвечающего требованиям стандарта МЭК126 и ANSI S3.7-1973, и акустического переходника модели DB 0913 объемом 6 см³, предназначенного для измерения наушников и отвечающего требованиям NBS 9A Coupler (Национальный институт США по стандартизации и технологии), а также стандартам ANSI S3.6-1969 и МЭК 303 Coupler.



Искусственное ухо модели 4152

Прибор «искусственное ухо» модели 4152 предназначен для измерений в аудиометрии и смежных областях. Его основной функцией является калибровка амбушюров наушного типа, применяемых в аудиометрии в соответствии со стандартом МЭК 60318-2.

Прибор «искусственное ухо» модели 4152 состоит из акустического переходника, основного корпуса с разъемами для подключения конденсаторного микрофона и несущей пластины с механизмом для зажима объекта испытания. Искусственное ухо изолировано от воздействия соударений и вибрации при помощи трех опор из мягкой резины.



Микрофон модели 4144

Микрофон модели 4144 – это 1-дюймовый микрофон звукового поля давления с плоской частотной характеристикой давления в широком частотном диапазоне. Такая характеристика позволяет не применять коррекцию давления на частотах менее 8 кГц. Использовать микрофоны звукового поля давления рекомендуется, если требуется измерить локальное давление, например, в случае измерений с акустическим переходником. Стабильность микрофона 4144 в сочетании с низким уровнем собственного шума и высокой чувствительностью делает его идеальным для измерений с акустическими переходниками.



Искусственное ухо модели 4153

Прибор «искусственное ухо» модели 4153 отвечает требованиям стандарта МЭК 318 и имеет акустический импеданс практически идентичный уху человека, что позволяет выполнять калибровку амбушюров, охватывающих все ухо. Акустическая насадка состоит из трех объемов ($V_1 = 2,5$ см³, $V_2 = 1,8$ см³ и $V_3 = 7,5$ см³), акустически подключенных параллельно при помощи узкой кольцевой щели и четырех параллельных отверстий.

Микрофон модели 4192

Микрофон модели 4192 – это 1/2-дюймовый микрофон звукового поля давления, предназначенный для высокоточных измерений с акустическим переходником. Имея внешнюю поляризацию, микрофон 4192 должен применяться с классическим предусилителем. Микрофоны с внешней поляризацией могут работать при высоких температурах без значительных изменений чувствительности.



**Простота,
гибкость и
надежность**

Портативная система калибровки аудиометров i714:

- снижение вероятности ошибки за счет исключения ручного ввода данных;
 - сокращение времени на калибровку аудиометра;
 - предотвращение ошибок, вызванных неправильной или отсутствующей коррекцией микрофона или мастоида.
- В состав системы входит профессиональная база данных:
- данные заказчика;
 - аудиометры;
 - процедуры;
 - отчеты;
 - служебные данные;
 - инструментарий;
 - коэффициенты коррекции и эталонные значения.

**Калибровка аудиометра
за 9 этапов...**



Подключение системы

Портативная система калибровки аудиометров поставляется в жестком футляре для переноски, в котором расположены инструменты, кабели и адаптеры, необходимые для проверки и калибровки аудиометров. Все что необходимо сделать, это подключить персональный компьютер (ПК) через интерфейс USB или локальную сеть.

Подключение системы калибровки состоит в соединении соответствующих компонентов и инструментов, которые должны быть откалиброваны, в измерительную цепь. Тестируемый аудиометр подключается через интерфейс USB или по локальной сети.

Настройка системы зависит от варианта исполнения системы (xxxx-100 или xxxx-200, а также от имеющихся в наличии дополнительных приспособлений) и типа

выполняемого испытания (см. рис. 2 и 3).

С момента распаковки до создания отчета об основной калибровке, включая процедуру калибровки системы, проходит всего 10 минут.

Простота калибровки

ПО предоставляет пользователю пошаговое руководство калибровки, которое руководит действиями оператора на этапе подготовки в интуитивно понятной и логической последовательности. В процессе калибровки технический персонал контролирует работу только аудиометра, в то время как прибор 2250 управляется при помощи ПО.

Данные заказчика

Управление данными – это важная часть процесса калибровки и сильная сторона калибровочного ПО.

Измеренные данные, отчеты, данные заказчика, инвентаризационные данные, данные аудиометра, процедуры, коэффициенты коррекции наушников, вибраторов, микрофонов, мастоидов, а также данные операторов хранятся в SQL-базе данных.

Хранение всех данных в хорошо продуманном и организованном виде – это большое преимущество, облегчающее их поиск, редактирование и обновление. Дополнительная функция обеспечения надежности – это регулярная выдача программным обеспечением напоминания о необходимости резервного копирования базы данных. В случае выхода компьютера из строя все данные будут сохранены.

Перед началом калибровки оператор должен вести информацию

о заказчике, выбрать процедуру калибровки и задать применяемые инструменты. Данные заказчика и соответствующий аудиометр выбираются из базы данных. Если информация о заказчике еще отсутствует в базе данных, она вводится вручную, включая данные об аудиометре и дополнительных принадлежностях (тип, заводской номер и т.д.).

Акустический анализатор распознается по заводскому номеру и является даже более важной частью, чем установленное программное обеспечение (активный шаблон). Наиболее широко распространенные стандартизированные наушники и вибраторы доступны в базе данных по умолчанию. Дополнительное оборудование может быть добавлено в базу данных пользователем, а его параметры могут быть введены по необходимости.

Коэффициенты коррекции для калибровки микрофонов и мастоидов могут быть импортированы из USB-ключа или введены вручную. Пример корректирующего графика приведен на рис. х.

Процедура калибровки

В зависимости от типа аудиометра задача его калибровки разбивается на несколько испытаний. Для работы со всеми акустически проводящими инструментами применяется испытательный тоновый сигнал, который должен быть откалиброван как минимум по частоте, уровню звукового давления и уровню искажений. Оператор может выбрать следующие испытания:

- чистый тональный сигнал (уровень воздушной и костной проводимости);
- уровень маскирования (в узком частотном диапазоне);
- уровень маскирования (в широком частотном диапазоне);

- линейность аттенюатора;
- частота;
- суммарный коэффициент гармонических искажений (THD);
- частоты среза узкополосных фильтров и полоса пропускания;
- калибровка в свободном звуковом поле;
- калибровка тимпанометра.

В задачу калибровки могут быть включены все или несколько поддерживаемых процедур. Некоторые процедуры могут быть объединены в одну (например, сначала проверка чистым тоном, затем калибровка ушного вкладыша, а затем калибровка мастоида). Каждый набор испытаний определяется

пользователем.

Это означает, что оператор может выбрать частоты, для которых следует провести испытание. Все испытания выполняются с учетом заданных пользователем предельных значений (или стандартных в случае сомнений).

Коэффициенты коррекции применяемого преобразователя (микрофона и/или мастоида) автоматически считываются из базы данных и учитываются при вычислении ожидаемых результатов.

Все вычисления выполняются при помощи ПО для калибровки,

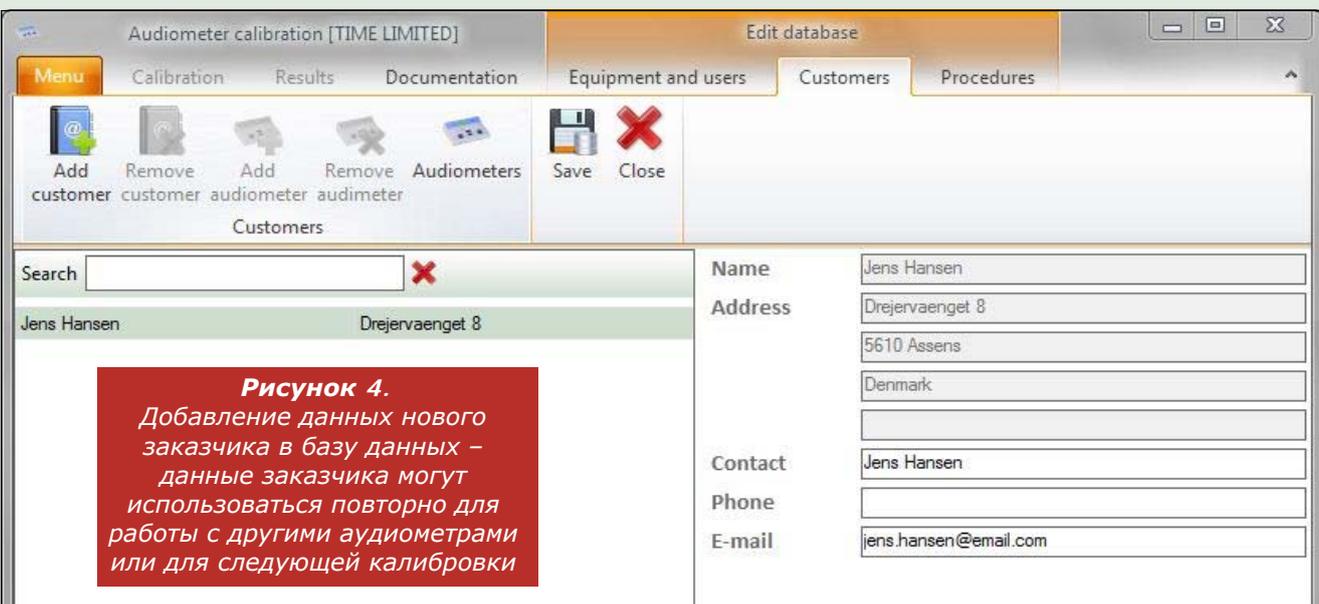
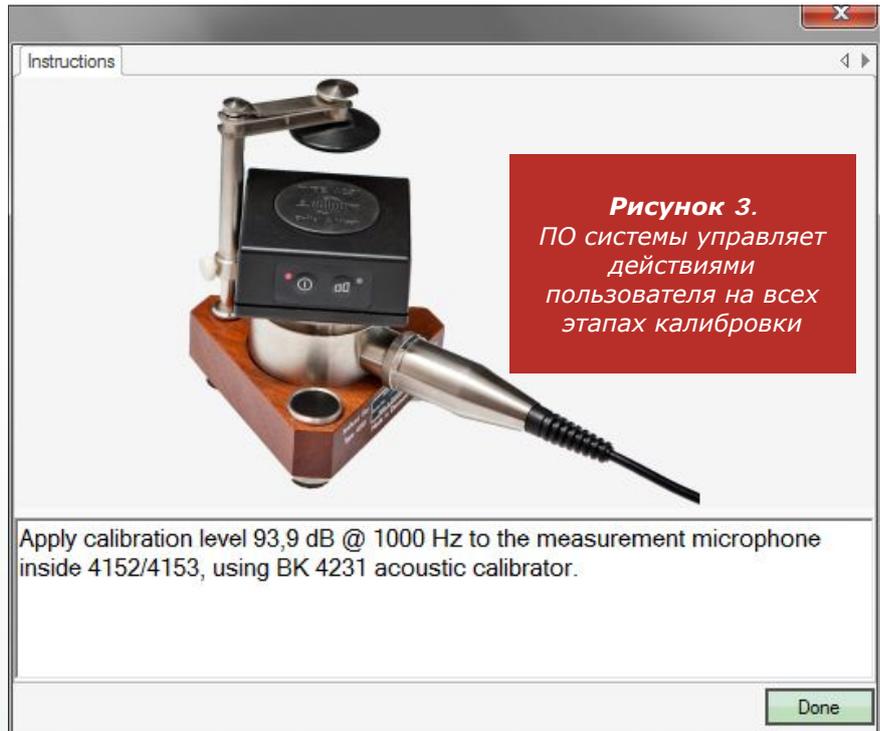


Рисунок 4.
Добавление данных нового заказчика в базу данных – данные заказчика могут использоваться повторно для работы с другими аудиометрами или для следующей калибровки

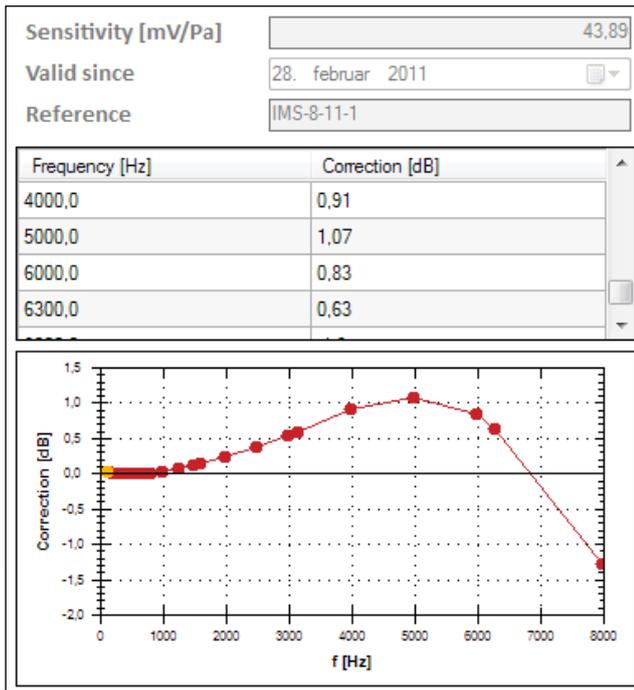


Рисунок 6.
Процесс выполнения калибровки – состояние измерения обозначается точками разных цветов

Рисунок 5.
Коррекция характеристики микрофона на примере микрофона модели 4144 компании Brüel & Kjør

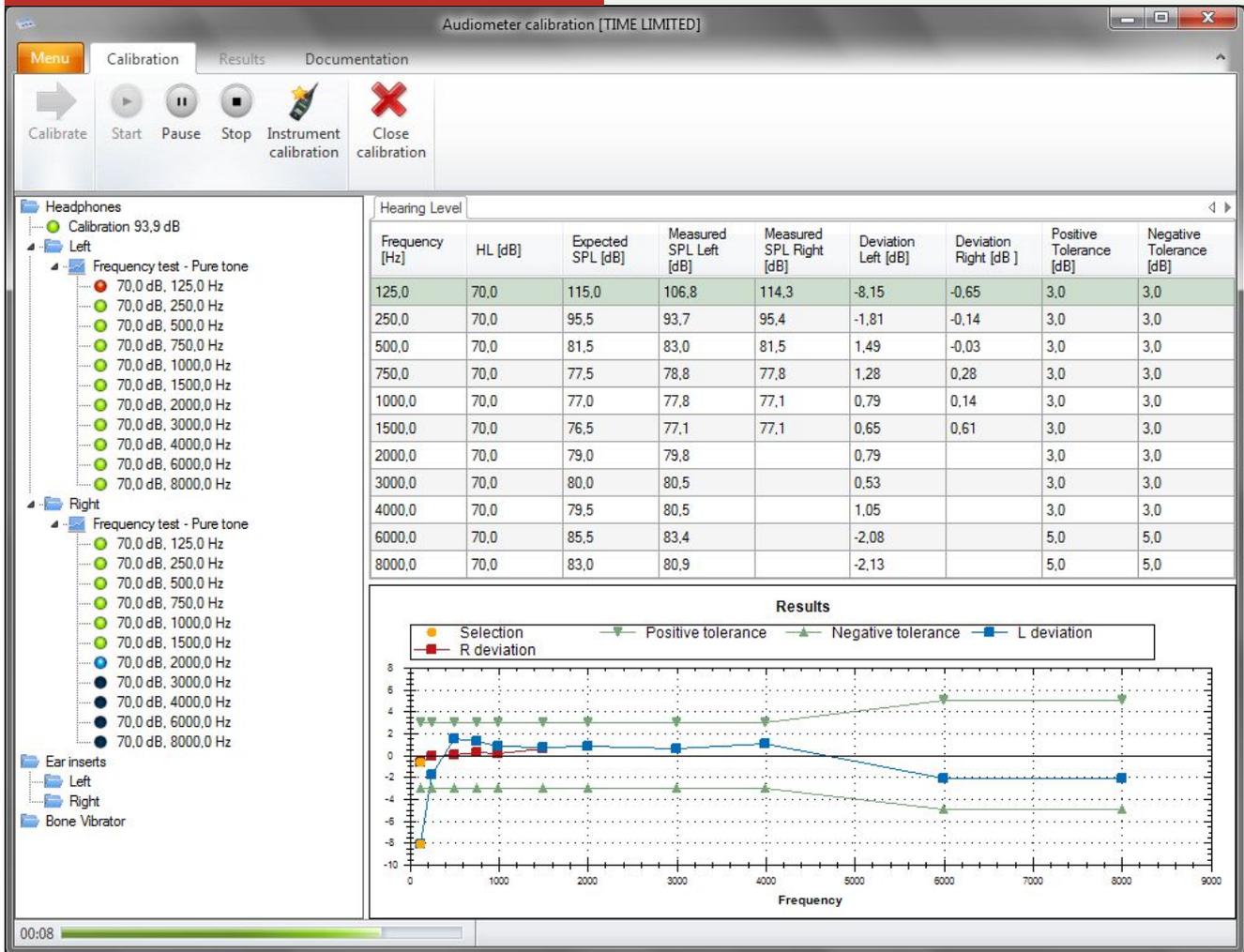
результаты представляются в табличном и графическом виде. Одновременно с выполнением калибровки амплитуды чистым тоном вычисляется также суммарный коэффициент гармонических искажений и выполняется изменение частоты.

Параметры окружающей среды
Параметры окружающей среды в процессе калибровки должны быть внесены в документацию. В программу вводится темпе-

ратура, влажность воздуха и атмосферное давление, которые будут включены в финальный отчет о калибровке. Эти данные могут быть получены из открытых источников.

Калибровка системы

Прослеживаемость результатов измерения – неотъемлемая часть процедуры калибровки. Прослеживаемость достигается путем калибровки измерительной цепи перед началом калибровки каждого аудиометра. В качестве источника звука используется прибор 4231, который создает уровень звука 94 дБ на частоте 1 кГц. Коррекция характеристик микрофона и мостоида выполняется программой автоматически по данным, полученным от независимой лаборатории по калибровке. Коэффициенты коррекции чувствительности цепи микрофона определяются и сохраняются для каждой завершенной калибровки. ПО i714 непрерывно следит за действитель-



ностью калибровки применяемого оборудования. Калибровка может быть начата, как только будут выполнены все условия корректного документирования калибровки.

Калибровка

После того как все важные данные будут внесены в базу данных, остается только выбрать калибровочное оборудование, проверяемый аудиометр и начать калибровку.

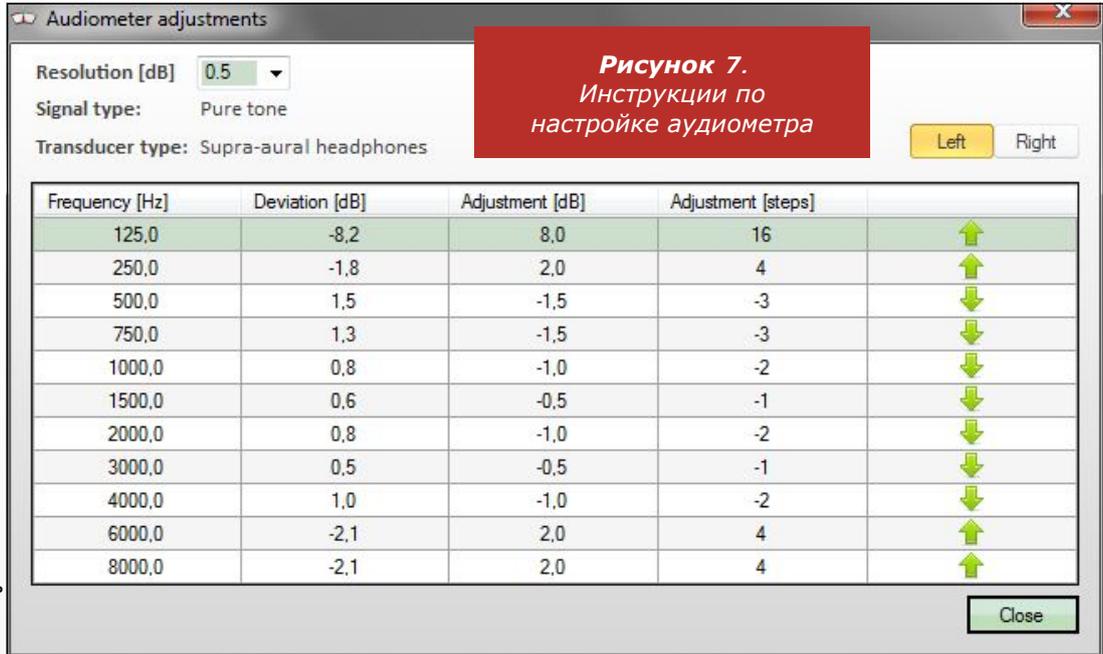
Калибровка аудиометра выполняется за три этапа:

1. *Калибровка* – вычисление девиации разницы между ожидаемыми и измеренными значениями.
2. *Настройка* – настройка аудиометра таким образом, чтобы были получены ожидаемые значения.
3. *Повторная калибровка*, необходимая для проверки правильности выполненной настройки.

Интерактивное руководство упрощает калибровку и предотвращает пропуск оператором важных этапов или выполнение неправильных действий. Каждый раз, когда оператору необходимо вмешаться в процесс калибровки, на экране появляется окно с четкими инструкциями.

Любое отклонение от заданного предельного значения отображается на экране в информационном окне, что дает возможность повторить измерения или принять результаты. Результаты, вышедшие за допустимые пределы, обозначаются красным цветом напротив этапа, вызвавшего сомнения. В полуавтоматическом режиме калибровки технический персонал работает только с аудиометром. Вмешиваться в работу прибора 2250 нет необходимости – все операции управляются программно.

ПО калибровки непрерывно следит за действительностью калибровки аудиометров клиента и автоматически выдает извещение об истекшем сроке калибровки в момент включения или по запросу.

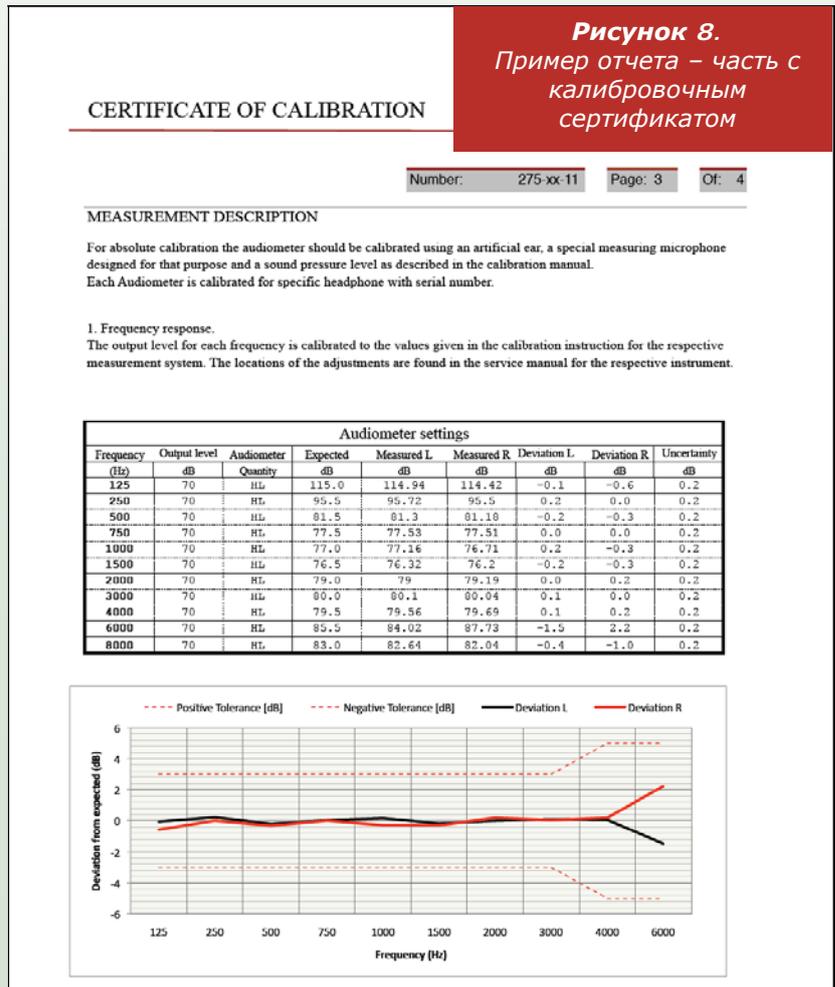


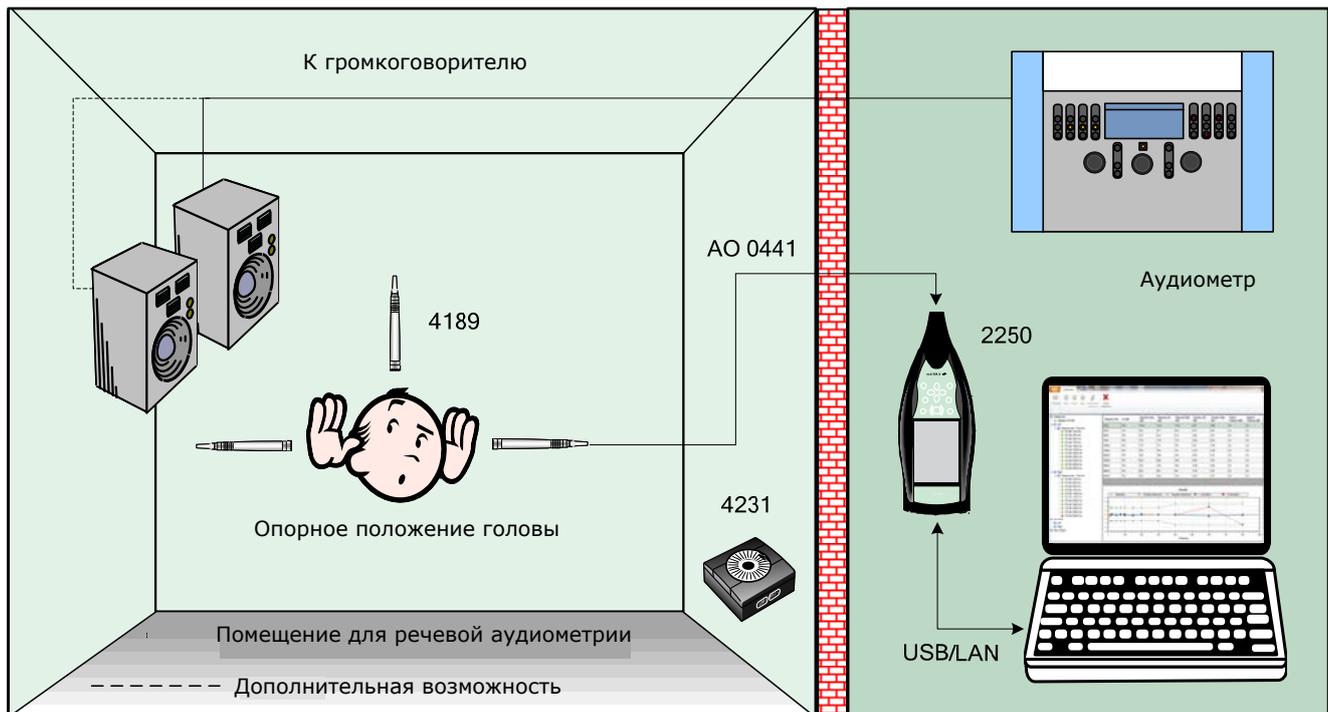
Создание отчетов

Результаты калибровки сохраняются в базе данных и доступны для создания отчетов или для просмотра на экране. Функция обработки запроса обеспечивает

получение только тех данных о калибровках, которые отвечают заданному критерию.

Выбранные калибровки могут быть просмотрены на экране или переданы в программы Excel или





Word в формате шаблона, заданного по умолчанию или определенного заказчиком.

Тимпанометры – импедансные аудиометры

Чтобы понять принцип измерения импеданса в общем случае можно сказать, что звуковой сигнал частотой 226 Гц, присутствующий в полости, аналогичной полости человеческого уха, в зависимости от объема полости создает различный уровень звукового давления. Измеряя уровень звукового давления можно установить значение эквивалентного объема, отслеживая же изменения этого уровня, можно определить эквивалентные изменения в полости.

Несмотря на то, что тимпанометры предназначены для надежной работы в течение многих лет, их датчики очень хрупкие и могут удариться о преобразователь, что скажется на измерении. Тимпанометры должны регулярно проверяться, как минимум один раз в день, но лучше всего перед каждым новым пациентом, а данные о калибровке должны храниться в футляре.

Вся система должна калиброваться как минимум один раз в год. Калибровка состоит из двух частей: 1) калибровка самого инструмента, включая воздушную систему, и 2) калибровка программного обеспечения, во время которой выполняется настройка различных параметров по программным ключам.

Пошаговое руководство программы i714 управляет действиями оператора в процессе калибровки определенного тимпано-

метра, которая состоит из следующих частей: калибровка датчика, адаптационные и рефлекторные механизмы, манометрический и ипсилатеральный уровень чистого тона.

Кроме этого в калибровке участвуют те же параметры, что применялись для калибровки аудиометров чистым тоном (линейность, частота, суммарный коэффициент гармонических нелинейных искажений и т.д.).

Технические требования к тимпанометрам определены стандартом МЭК 60645-5 и в части стандарта МЭК 60645-1, касающейся акустики. Процедуры калибровки и испытаний задаются стандартом МЭК 1027 и ANSI s 3.39 - 1987. Другими упоминаемыми стандартами являются:

- МЭК 60645-5 /ANSI s 3.39-1987 «Instruments for the measurement of aural acoustic impedance/ admittance» (Инструменты для измерения слухового акустического сопротивления/ проводимости).
- IEC 1027 «Test and calibration of Impedance audiometers (Тумпанометры)» (Испытание и калибровка импедансных аудиометров (тимпанометров)).

Калибровка в свободном звуковом поле

Аудиометрия чистым тоном предоставляет важную информацию о потере чувствительности человеческого уха. Это хороший индикатор для претендентов на получение слухового аппарата.

Практика показывает, что простого увеличения слуховой

Рисунок 9.
Структура системы для калибровки аудиометра в свободном поле или в помещении для аудиометрических испытаний.

чувствительности недостаточно, т.к. причины ухудшения слуха могут лежать в различных областях слуховой цепочки. Поэтому необходимо провести другие тесты, которые говорят не столько о том, какой уровень звука способен различать человек, сколько о том, и что более важно, какую часть информации человек способен понять. Для этого предназначена речевая аудиометрия.

Во время проведения речевой аудиометрии в испытательном помещении при помощи громкоговорителей очень важно обеспечить точные условия испытания. Важно проверить и откалибровать уровень звука в опорной точке (в той точке, где расположена голова испытуемого), поверить и откалибровать однородность звукового поля вокруг опорной точки, измерить суммарный коэффициент нелинейных искажений и частотную характеристику аудиосистемы.

Громкоговоритель должен быть расположен на уровне головы сидящего слушателя и направлен в опорную точку. В отсутствие испытуемого уровень звукового поля на 0,15 м выше, ниже, правее и левее опорной точки не должен изменяться более чем на 1 дБ, что соответствует закону обратных квадратов.

Измерения в свободном или квазисвободном звуковом поле определены стандартом ISO 8253-2. В этом стандарте описаны характеристики свободного и диффузного поля, а также приведены процедуры и условия для применения аудиометрии в звуковом поле.

Технические требования к тимпанометрам определены стандартом МЭК 60645-5, к аудиометрам – в части стандарта МЭК 60645-1. Процедуры калибровки и испытаний задаются стандартом МЭК 1027 и ANSI s 3.39 - 1987.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

Система модели xxxx-100

Портативная система калибровки аудиометров поставляется в двух стандартных исполнениях, соответствующих стандарту МЭК 60645:

xxxx-100 В поставку включен прибор «искусственное ухо» модели 4152 для аудиометров с головными телефонами наушного типа или вкладышами, соответствующими стандарту ANSI 53.7-1955 и МЭК 60318-3-5.

xxxx-200 Аналогично исполнению xxxx-100, однако, в поставку входит дополнительный прибор «искусственный мастоид» с костным вибратором, соответствующий стандарту ANSI S 3.13 и МЭК 60373-1990-01.

Дополнительные принадлежности:

Прибор «искусственный мастоид» модели 4930 с микрофоном измерения звукового давления модели 4192, предназначенный для проверки аудиометров с головными телефонами, амбушюры которых охватывают все ухо

Акустический переходник модели 4946 с адаптером модели WA-1704, предназначенный для аудиометров с головными телефонами в виде ушных вкладышей, соответствующих стандарту МЭК 60318-4 для высоких частот до 16 кГц.

Система xxxx-100 состоит из следующих компонентов:

- 2250-N Прецизионный измеритель уровня звука с загруженным ПО BZ 7222 (базовая функциональность), функция 7223 (1/3-октавный анализ) и 7230 (Узкополосный анализ (БПФ)), соответствующие следующим национальным и международным стандартам:
 - МЭК 61672 – 1 (2002 – 05), класс 1;
 - МЭК 60651 (1979) с поправкой 1 (1993-02) и поправкой 2 (2000-10), тип 1;
 - МЭК 60804 (2000-10), тип 1.
- BZ 7223 Дополнительное ПО для 1/3-октавного анализа или
- ПО BZ 7230 для калибровки аудиометра.

- 4152 Прибор «искусственное ухо».
- 4144 1-дюймовый микрофон для измерения давления.
- 4930 Прибор «искусственный мастоид».
- 4231 Звуковой калибратор.
- AO-0441-D003 10-контактный микрофонный кабель длиной 0,3 м.
- AO-0038-D012 кабель со сверхнизким уровнем шума, разъемы на концах кабеля: 10-32 UNF и 10-32 UNF, длина 1,2 м.
- JJ 2617 Входной адаптер для подключения 1/2-дюймового микрофона к разъему типа «microdot».
- DB 0962 Адаптер для подключения 1-дюймового микрофона к 1/2-дюймовому предусилителю (входит в состав прибора 4152).
- KE xxxx Переносной футляр.

Программное обеспечение для калибровки

EN 60645-1 2002 «Electroacoustics – Audiological equipment» (Электроакустическое – аудиологическое оборудование). Часть 1: «Pure-tone audiometers» (Аудиометры чистого тона).

ISO 389 «Acoustics - Reference zero for the calibration of audiometric equipment» (Акустика. Нулевая опорная точка для калибровки аудиометрического оборудования)

EN 60318-3 2002 «Acoustic coupler for the calibration of supra-aural earphones used in audiometry» (Акустический переходник для калибровки головных телефонов наушного типа, применяемых в аудиометрии).

Требования к ПК

Операционная система:

Windows® XP, Windows® Vista, Windows® 7, (Microsoft® .NET framework)

Рекомендуемые параметры ПК:

Процессор Pentium® III (или его аналог), ОЗУ 128 МБ, SVGA-монитор/видеокарта, звуковая карта, устройство чтения компакт-дисков, мышь, USB-порт, операционная система Windows® 7.

Портативная система калибровки аудиометров

Модель xxxx



Преимущества:

- Портативность – легкость при переноске.
- Отсутствие требований к специальным навыкам.
- Автоматическая калибровка и создание отчета.
- Интерактивное руководство по калибровке.
- Автоматическая коррекция всех инструментов.
- Прослеживаемость измерений и контроль действительности калибровки.
- Простое хранение, получение и управление данными.
- Соответствие стандартам МЭК 60645, 389 и 8253.
- Технологическая гибкость, соответствующая профессиональному применению.

ИЗМЕРЕНИЕ ЗВУКА И ВИБРАЦИИ – КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ КОМПАНИИ BRÜEL & KJÆR

Brüel & Kjær – это глобальная компания, имеющая локальные представительства и сервисные центры по всему миру.

Brüel & Kjær
Sound & Vibration Measurement A/S
Отдел экспортных продаж
Skodsborgvej 307
DK-2850 Nærum, Denmark
Телефон: +45 7741 2000
Факс: +45 7741 2015
E-mail: export@bksv.com
www.bksv.com

Более подробная информация может быть получена в местном представительстве компании Brüel & Kjær: