



Система для проведения статических сертификационных испытаний авиационных двигателей



Данные о проекте

Номер проекта компании Brüel & Kjær: #xxxxx

Номер системы компании Brüel & Kjær

Номер заказа:

Информация о документе

Дата выпуска: 27 ноября, 2008 г.

Имя файла: 20081127 Static Engine Test Certification System #xxxxx

Номер редакции: 01



Содержание

1	Введение	3
2	Система для проведения статических сертификационных испытаний авиационных двигателей (SECT).....	3
2.1	Схематический вид системы SECT	4
2.2	Модуль сбора данных с функцией генератора сигналов	5
2.3	Технические характеристики микрофонов и предварительных усилителей	5
2.4	Микрофонные кабели	5
2.5	Базы данных системы DAQ-H	5
2.6	Метеорологический пост.....	5
2.7	GPS приемник с генератором сигналов IRIG-B	6
3	Сценарий измерений.....	6
3.1	Setup (Настройка).....	7
3.2	Test Parameters (Параметры испытаний).....	8
3.3	Calibration (Калибровка).....	8
3.3.1	Full Calibration (Полная калибровка).....	8
3.3.2	Калибровка инжекцией заряда (CIC)	10
3.4	Recording & Validation (Запись и проверка данных)	12
3.5	Remote Validation (Удаленная проверка данных)	13
3.6	Additional Files (Дополнительные файлы).....	13
3.7	Post-Processing (Заключительная обработка)	14
3.8	Передача и удаление данных	14
3.9	Архивация	14
3.10	Составление отчетов	14
3.10.1	Составление отчетов через MS-Word	14
3.10.2	Экспорт в ASCII-формат или Excel	14
4	Пример системы для выполнения статических сертификационных испытаний авиационных двигателей	15
5	Дополнительные функции	17
5.1	Предварительные усилители	17
5.1.1	Калибровка инжекцией напряжения (VIC).....	18
5.1.2	Калибровка инжекцией заряда (CIC)	19

Редакции документа

Редакция:	Дата:	Описание:	Подготовил:	Проверил:	Одобрил:
00	04 июля 2008 г.	Общий документ, основанный на LAN-XI (первичный проект)	PW		
01	27 ноября 2008 г.	Обновление	PW		
02					

Ссылочные документы

Код документа	Название / описание
ARP 866A	Aerospace Recommended Practice (Рекомендованные методики испытаний аэрокосмического оборудования)
4 редакция, июль 2005 г.	Standard values of Atmospheric Absorption as a function of temperature and humidity (Стандартные значения атмосферного поглощения в зависимости от температуры и относительной влажности)
BU 0229	ICAO Annex16 Volume I Aircraft Noise (Международная организация гражданской авиации (ICAO), приложение 16, том I, шум самолета)
BP-2215-11	PULSE Software Product datasheet (Описание программного обеспечения системы PULSE)
BG-1695-11	Product data LAN-XI Data Acquisition Hardware Type 3660-D for PULSLE and I-deas (Описание блока сбора данных LAN-XI для системы PULSE и I-DEAS тип 3660-D)
Описание изделия ES 290 - 292	Brochure Less is More LAN-XI (Брошюра с описанием модуля Less is More LAN-XI)
BP-1380	IRIG-B Time Code Generators (Генераторы временного кода в формате IRIG-B)
	Falcon range 1/2" Microphones (Микрофоны типа Falcon диаметром 1/2 дюйма)



1 Введение

В настоящем документе описана система для проведения статических сертификационных испытаний двигателей, созданная компанией Brüel & Kjær.

Объем поставки включает микрофоны / предварительные усилители, систему сбора данных и систему анализа и обработки данных.

Сетевая инфраструктура, обеспечивающая работу системы, зависит от фактической компоновки и расположения системы и не рассматривается в настоящем документе.

2 Система для проведения статических сертификационных испытаний авиационных двигателей (SECT)

Система позволяет выполнять статические сертификационные испытания двигателей в соответствии с требованиями и методиками, указанными в промышленных стандартах Международной организации гражданской авиации ICAO, Приложение 16 and FAR36.

Система позволяет измерять:

- а) Параметры шума
- б) Погодные условия на земле

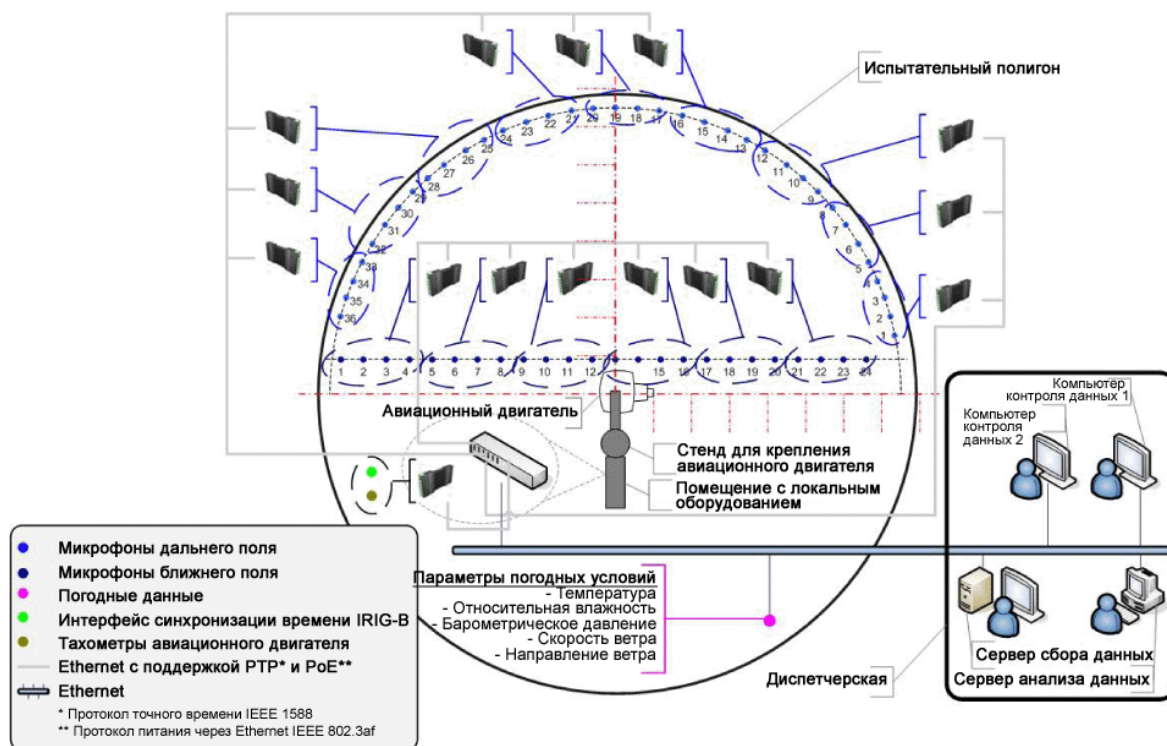
Поставляемое программное обеспечение позволяет выполнять коррекцию с учетом стандартных условий для:

- в) Измерительного оборудования
- г) Коррекции затухания звука (SAC) в соответствии с требованиями стандарта ARP 866A.

Программное приложение системы для проведения статических сертификационных испытаний авиационных двигателей (система SECT) называется как «система сбора и обработки данных» (сокращенно DAQ-H).



2.1 Схематический вид системы SECT



Состав оборудования система для проведения статических сертификационных испытаний авиационных двигателей (SECT):

- Два главных сервера (компьютеры сбора и анализа данных) с установленным лицензионным ПО для сбора и анализа данных и специализированным программным приложением DAQ-H для выполнения сертификационных испытаний авиационных двигателей.
- Два компьютера¹ контроля данных с установленным специализированным ПО подключаются к компьютеру сбора данных и позволяют нескольким пользователям осуществлять независимый контроль полученных данных.
- Несколько распределенных модулей LAN-XI² для подключения микрофонов дальнего и ближнего поля.
- Подключение распределенных модулей LAN-XI, устанавливаемых в помещении для локального оборудования, осуществляется по локальной сети с поддержкой протокола питания через Ethernet IEEE 802.3af (PoE) и протокола точного времени IEEE 1588 (PTP) для синхронизации модулей.
- Специализированный LAN-XI модуль, предназначенный для сбора сигналов с синхронизацией по интерфейсу GPS IRIG-B и сигналов тахометра авиационного двигателя, устанавливается в помещении для локального оборудования.

¹ Количество компьютеров проверки данных подбирается с учетом требований заказчика.

² Фактическое количество и расположение различных модулей подбирается с учетом требований заказчика.



2.2 Модуль сбора данных с функцией генератора сигналов

Система оборудована 4/2 канальными входными/выходными модулями сбора данных типа 3160-A-042. Эти модули оборудованы генератором сигналов, обеспечивающим функцию полной проверки системы через компьютер сбора данных (дополнительную информацию см. в п. 5.1 настоящего документа).

2.3 Технические характеристики микрофонов и предварительных усилителей

Система оборудована микрофонами и предварительными усилителями следующих типов:

- 1/2 дюймовый микрофон типа 4192 для измерения поля звукового давления, частотный диапазон от 0,07 Гц до 20 кГц с UC 0211, поляризация 200 В.
 - о Дополнительную информацию см. в технической документации на 1/2 дюймовые микрофоны типа Falcon.
- Предварительный усилитель типа 2669-W-004, поддерживающий функции электронного формуляра измерительного датчика (TEDS), калибровки инъекцией заряда (CIC) и инъекцией напряжения (VIC).
 - о Дополнительную информацию см. в п. 5.1 настоящего документа.

2.4 Микрофонные кабели

Микрофонные кабели (тип АО-0414-X-XXX-) входят в комплект поставки, и их длина подбирается с учетом выбранной конфигурации системы.

2.5 Базы данных системы DAQ-H

База данных программы управления данными PULSE Data Manager установлена на компьютерах сбора и анализа данных. В принципе, на компьютере сбора данных хранятся собранные данные, а на компьютере анализа данных хранятся собранные и проанализированные данные. Однако компьютер сбора данных также позволяет выполнять анализ данных. Кроме этого сервер анализа данных может быть установлен в другом месте/сети, при этом обмен данными будет осуществляться при помощи функций программы DAQ-H.

2.6 Метеорологический пост

Специализированное устройство обеспечивает сбор следующих метеорологических данных:

- Температура
- Скорость ветра
- Направление ветра
- Относительная влажность
- Барометрическое давление



2.7 GPS приемник с генератором сигналов IRIG-B

Система оборудована GPS приемником с генератором временного кода, предназначенным для присвоения временных меток для собранных данных.

Технические характеристики:

- Выводы IRIG-B и ASCII (интерфейс RS-232C)
- Двойной вывод 1 PPS (импульсов в секунду) (коэффициент заполнения 20% и 50%)
- Индикатор и вывод GPS «Lock»
- Смещение часового пояса
- Автоматический переход на летнее время
- Внутренняя/наружная антенна с кабелем длиной 16 футов
- Прочный алюминиевый корпус с порошковым отделочным покрытием
- Входное напряжение питания 11- 40 В постоянного тока

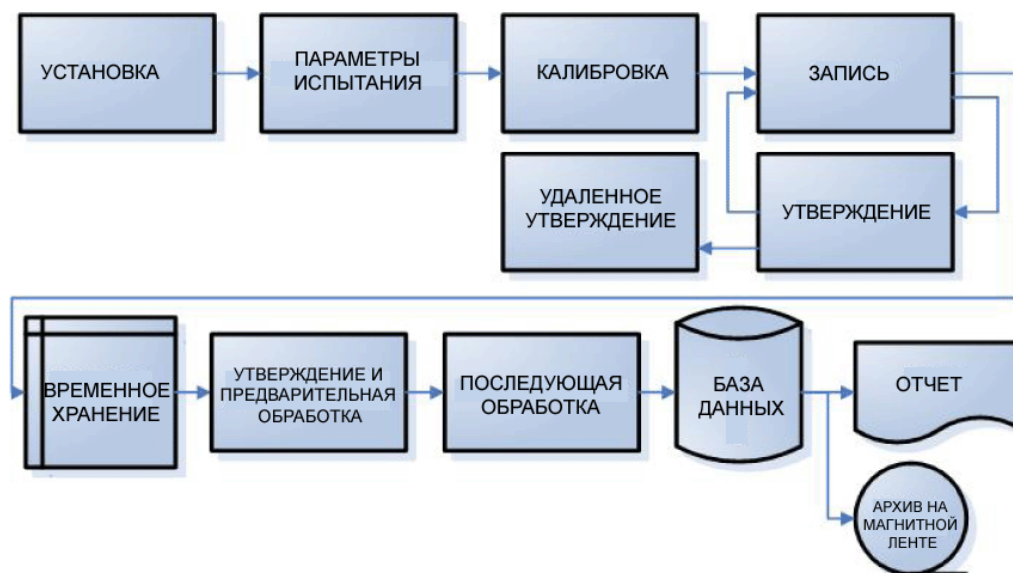


Высокоточный GPS приемник ES-291 обеспечивает получение временных и календарных данных от спутников глобальной системы определения местоположения (GPS) и вывод временных кодов в формате IRIG-B и ASCII (через интерфейс RS-232C).

Приемник стандартно оборудован двумя выводами: вывод импульсов в секунду (PPS) и вывод GPS «Lock». Восьмиканальный приемник позволяет одновременно принимать сигналы от восьми (8) спутников, несмотря на то, что для вывода сигнала времени достаточно сигнала одного спутника.

3 Сценарий измерений

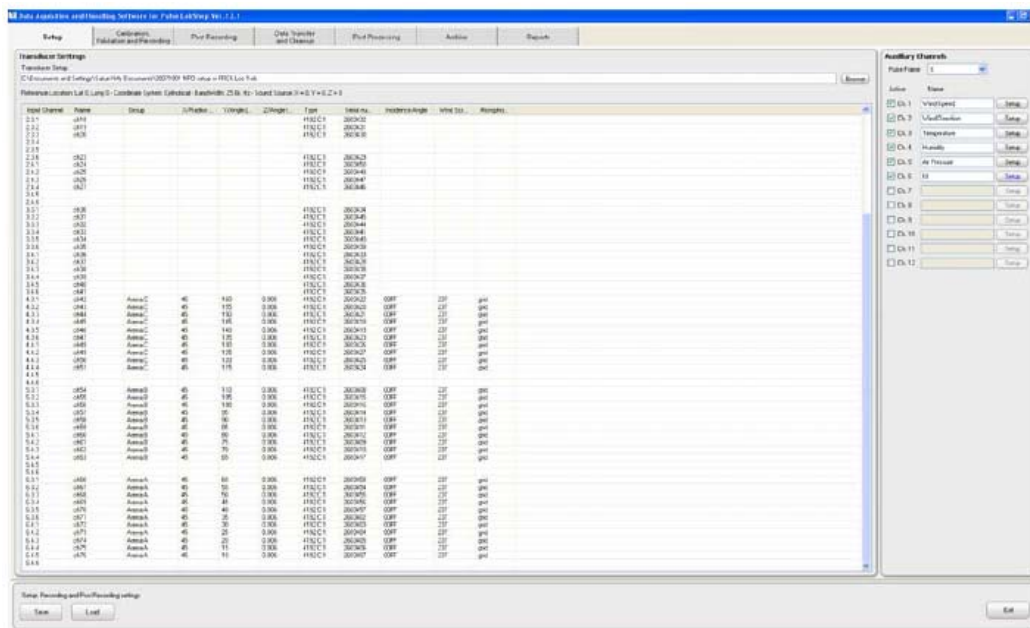
Предлагаемая система для проведения статических сертификационных испытаний авиационных двигателей поставляется вместе со специализированным программным обеспечением PULSE, предназначенным для сбора и обработки данных. Данное ПО позволяет пользователю настроить сценарий сертификационных измерений шума авиационного двигателя.





3.1 Setup (Настройка)

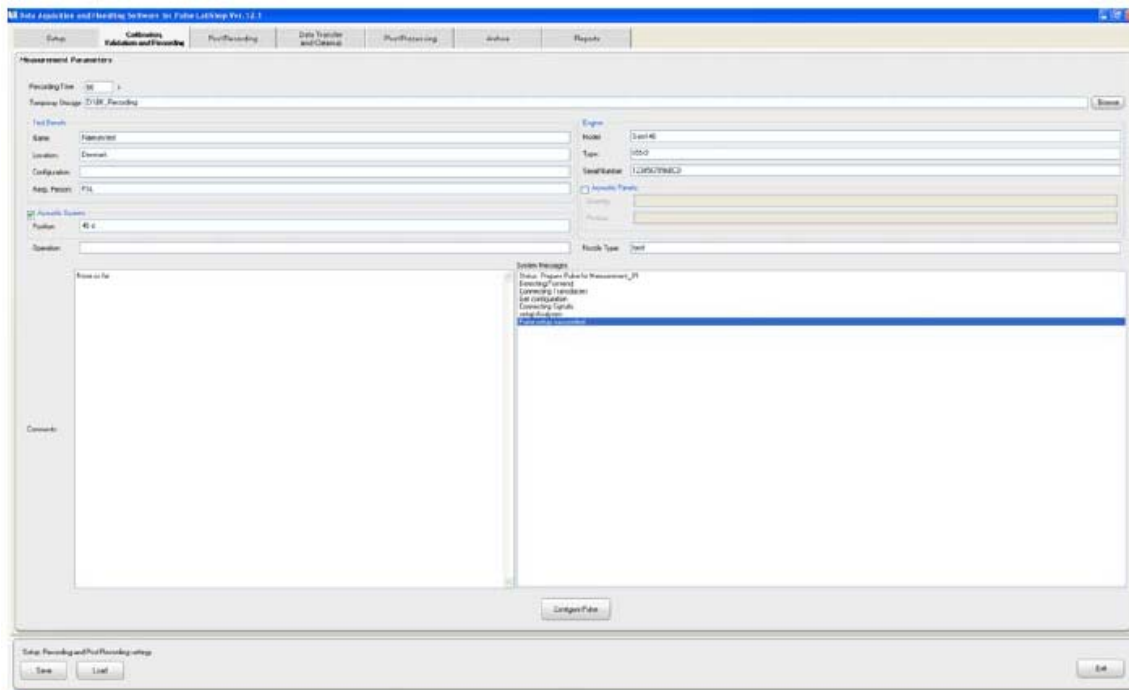
Задача настройки состоит в инициализации системы, подключении всех входных каналов, выполнении различных внутренних тестов, загрузке и настройке конфигурации системы PULSE. Настройка аппаратных средств осуществляется при помощи специального настроечного файла (крупноформатная электронная таблица), после чего параметры настройки загружаются в приложение DAQ-H. Система позволяет осуществлять гибкую подготовку, хранение и управление наборами настроечных файлов, связанных с различными испытаниями и компоновкой микрофонов.



Настроечный файл также позволяет выполнить коррекцию параметров микрофонов (см. колонки «Incidence Angle» (угол атаки) и «Wind Screen Model» (модель ветрового экрана)). Эти настройки вместе с калибровочными данными, которые привязаны к конкретному микрофону по его серийному номеру, используются для коррекции каждого канала для приведения его к условиям стандартной атмосферы.

Test Parameters (Параметры испытаний)

Меню Test Parameters предназначено для ввода идентификации сертификационного органа, описания авиационного двигателя и конфигурации испытаний.

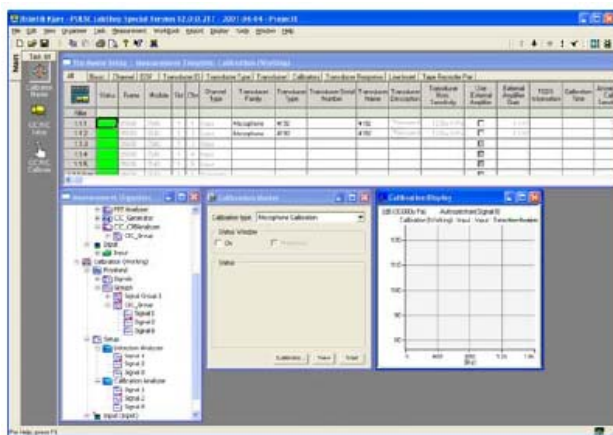


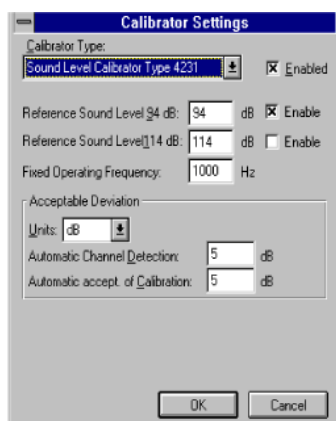
Calibration (Калибровка)

Мастер калибровки системы PULSE позволяет выполнить калибровку измерительных датчиков методом полной калибровки (Full Calibration), калибровку инъекцией заряда (Charge Injection Check) или инъекцией напряжения (Voltage Injection Check).

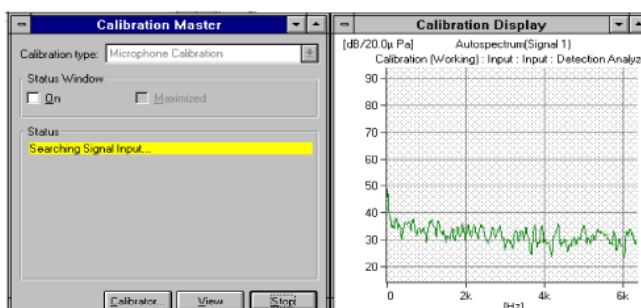
Full Calibration (Полная калибровка)

Полная калибровка, как правило, осуществляется в начале и в конце каждого дня измерений.



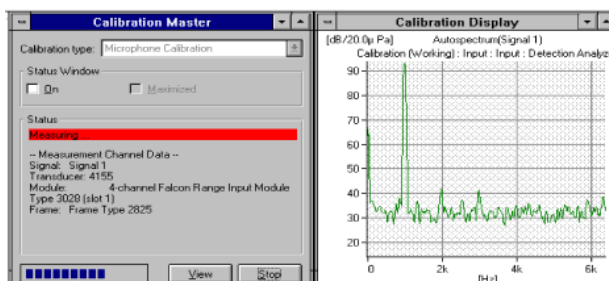


Мастер калибровки (Calibration Master) выполняет быструю калибровку системы, упрощая работу, которая может быть выполнена одним оператором.

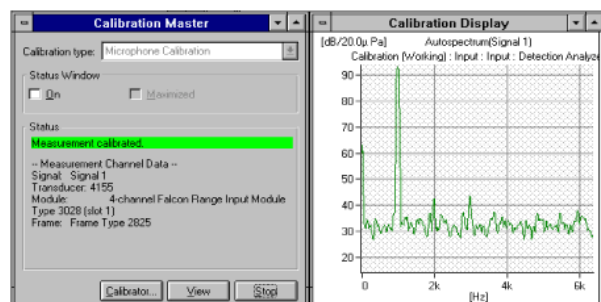


Выделение желтым цветом:
Мастер калибровки (Calibration Master) выполняет поиск сигнала калибровки.

Выполнение калибровки одного из датчиков.



Выделение красным цветом:
Мастер калибровки (Calibration Master) обнаружил канал сигнала калибровки и начал калибровку этого канала.



Выделение зеленым цветом:

- Калибровка канала завершилась успешно.
- Неудачное завершение калибровки отображается на экране выделением черного цвета.
- Переход процедуры калибровки на следующий канал.
- Работа продолжается подобным образом до тех пор, пока все каналы не будут откалиброваны.



3.3.2 Калибровка инъекцией заряда (CIC)

При работе с проектом PULSE пользователю доступен набор кнопок управления процедурой калибровки инъекцией заряда (CIC). Калибровка цепи измерения осуществляется путем выполнения измерения и сравнения его результатов с результатами предыдущего измерения.

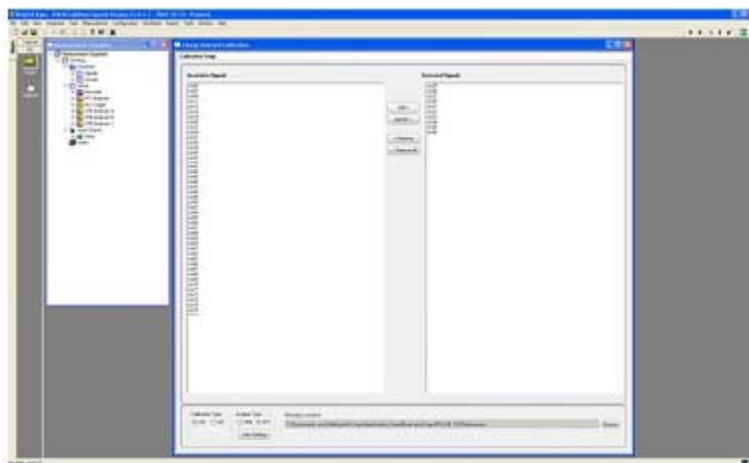
Предусмотрены четыре настройки:

1. Калибровка инъекцией заряда с использованием CPB анализа (полоса с постоянной относительной шириной).
2. Калибровка инъекцией заряда с использованием БФП анализа.

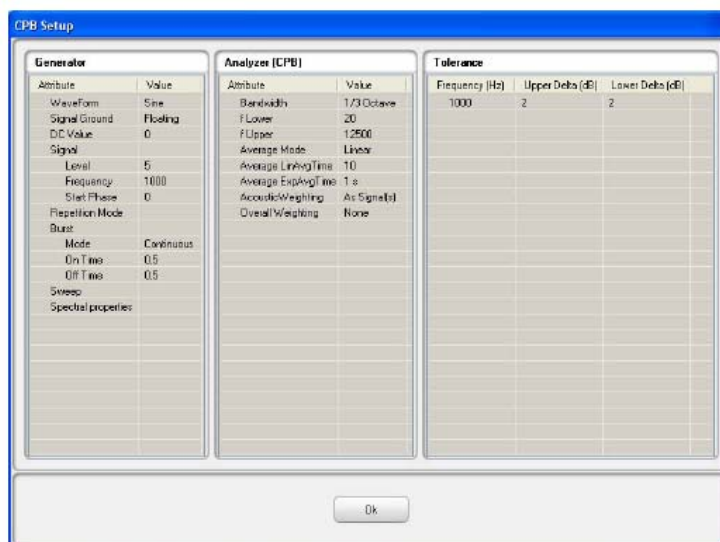
Параметры каждой настройки определяются в отдельном xml-файле, в котором указываются параметры анализа и сигнала возбуждения. Пользователь также может настроить параметры сравнения данных в виде таблицы для одной и более частот, а также указать верхние и нижние пределы допуска. Доступные формы сигнала возбуждения:

- Синусоидальный
- Двойная синусоида
- Случайный
- Псевдослучайный
- Периодический случайный
- Розовый шум

Выбор канала и вид окна
настройки проверки
измерительной цепи

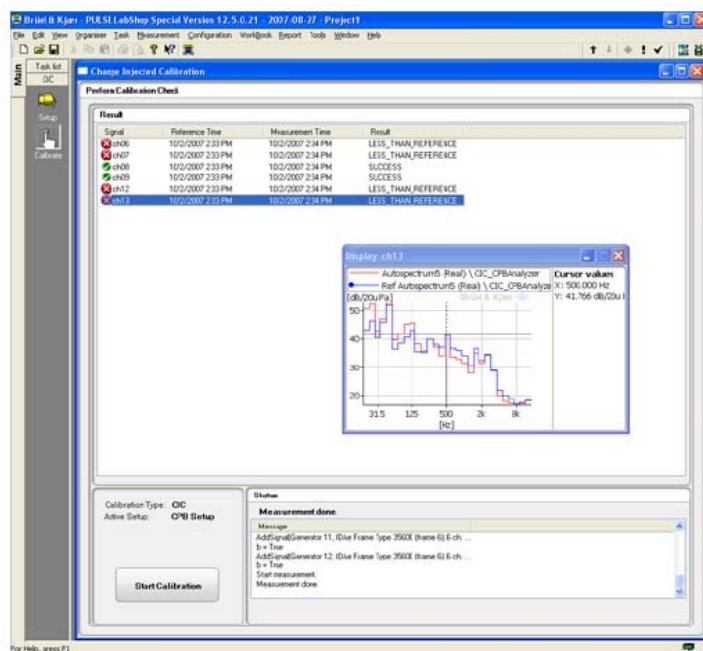


Пример просмотра параметров
одной настройки при включении
функции «View Settings»
(Просмотр установленных
параметров). Просмотр доступен
только в режиме чтения.





Окно просмотра результатов проверки измерительной цепи



После выполнения проверки цепи измерения на дисплей выводятся результаты проверки для каждого канала:

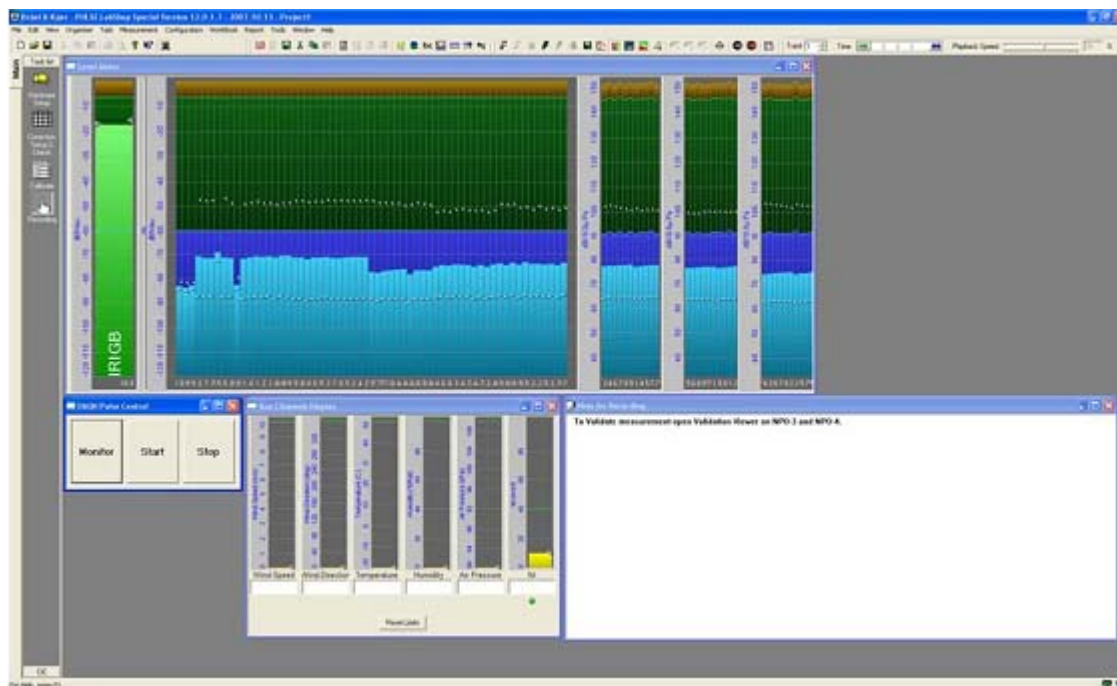
- SUCCESS (успешно)
- LESS_THAN_REFERENCE (ниже контрольного уровня)
- MORE_THAN_REFERENCE (выше контрольного уровня)

Для просмотра детальной информации по каждому каналу два раза щелкните мышью, наведя ее указатель на строку соответствующего канала. Пользователь может просматривать контрольные спектры и измеренные спектры.



3.4 Recording & Validation (Запись и проверка данных)

На компьютере сбора данных отображается индикатор уровня и дополнительные каналы в режиме сбора и мониторинга процесса сбора характеристик шума и метеорологических данных.



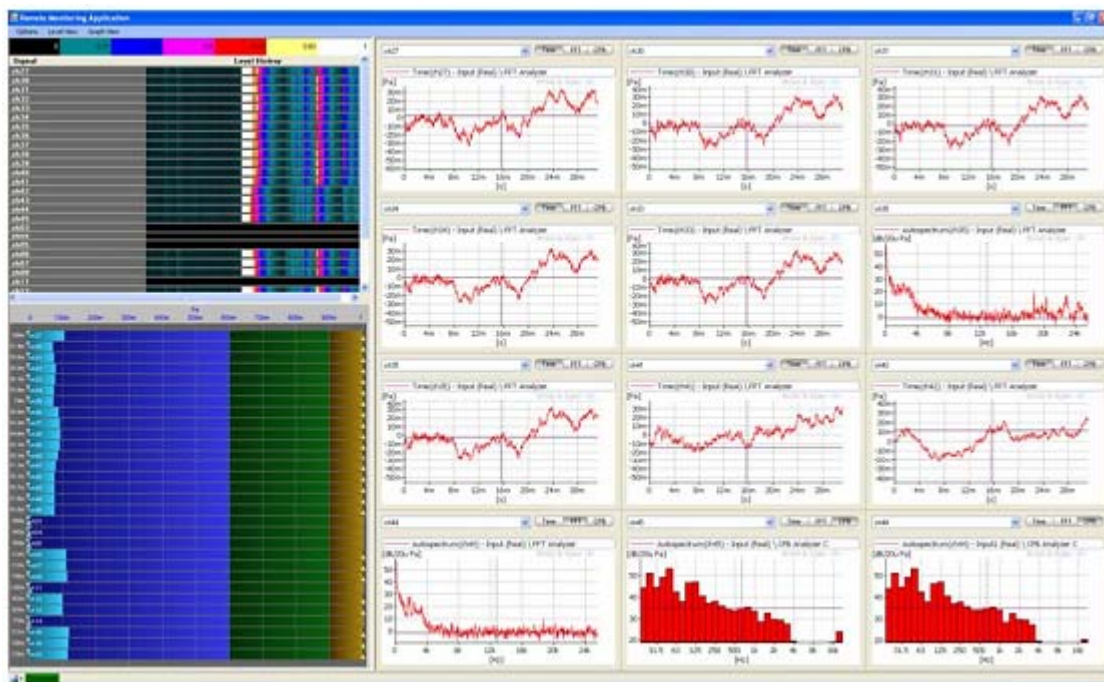
Пуск и останов регистрации данных осуществляется при помощи кнопок Start (Пуск) и Stop (Останов). Пользователь может установить для метеорологических данных предельные значения, после чего становятся доступными следующие индикаторы.

- Под числовым значением отображается индикатор (точка), который показывает пиковое значение «reakhold» с момента запуска и до завершения процесса регистрации данных.
 - Зеленый индикатор означает, что уровень сигнала находится в заданном пределе.
 - Желтый индикатор означает, что уровень сигнала находится ниже заданного предела.
 - Красный индикатор означает, что уровень сигнала находится выше заданного уровня.
 - Отсутствие индикатора означает, что для данного канала не установлены предельные значения.
- Цветовая кодировка столбчатой диаграммы уровня соответствует кодировке, описанной выше.



3.5 Remote Validation (Удаленная проверка данных)

Компонент Validation позволяет пользователям, работающим на других компьютерах, получать данные от сервера сбора данных. Опция позволяет параллельно со сбором данных выполнять детальную проверку временных данных, БФР спектров и CPB (полоса с постоянной относительной шириной) спектров по нескольким выбранным каналам.



Компонент Validation позволяет пользователю просматривать спектральные или временные данные по нескольким выбранным каналам и имеет функцию гистограммы и индикатора уровня. Управление компонентом Validation, а именно выбор каналов, частота обновления, количество отображаемых графиков и т.д., осуществляется через пункт Menu (Меню).

Графики могут отображать временные данные, БФР спектры или CPB спектры. В окне Level View (Просмотр уровня) отображается Time Histogram (Временная гистограмма), Level Meter (Индикатор уровня) или оба элемента (см. рисунок выше).

Производительность компонента Validation зависит от производительности компьютера сбора данных. Тем не менее, каждый компьютер сбора данных поддерживает до 32 входных каналов.

3.6 Additional Files (Дополнительные файлы)

Это меню позволяет пользователю создавать дополнительные файлы и сохранять их вместе с результатами испытаний в базе данных.

Post-Processing (Заключительная обработка)

Передача и удаление данных

Архивация

Составление отчетов

Составление отчетов через MS-Word

Экспорт в ASCII-формат или Excel



4 Пример системы для выполнения статических сертификационных испытаний авиационных двигателей

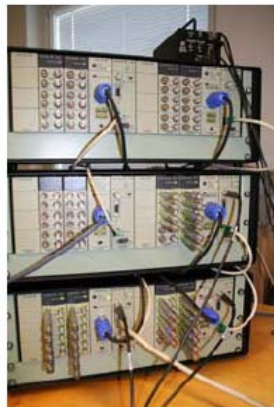
На следующей фотографии показана система для выполнения статических сертификационных испытаний авиационных двигателей во время заводских приемочных испытаний в головном офисе компании Brüel & Kjær.



Слева на право

1. Шкаф, устанавливаемый в диспетчерской, для оборудования сбора сигналов микрофонов ближнего поля.
2. 3 блока PULSE (установлены друг над другом). Устанавливаются на испытательном полигоне и подключаются к микрофонам дальнего поля.
3. Оборудование диспетчерской
 - а) Один сервер сбора данных с двумя мониторами
 - б) Один сервер анализа данных с одним монитором
 - в) Два компьютера для проверки данных. Каждый компьютер оборудован двумя мониторами.

Детальные фотографии оборудования для сбора данных.





Фактический снимок экрана с окном программы проверки данных. В окне программы показаны временные диаграммы и индикаторы уровня для всех каналов, а также временные графики, графики БПФ и CPV для 16 выбранных каналов на одном дисплее (обратите внимание, что каждый компьютер для проверки данных комплектуется двумя дисплеями).





5 Дополнительные функции

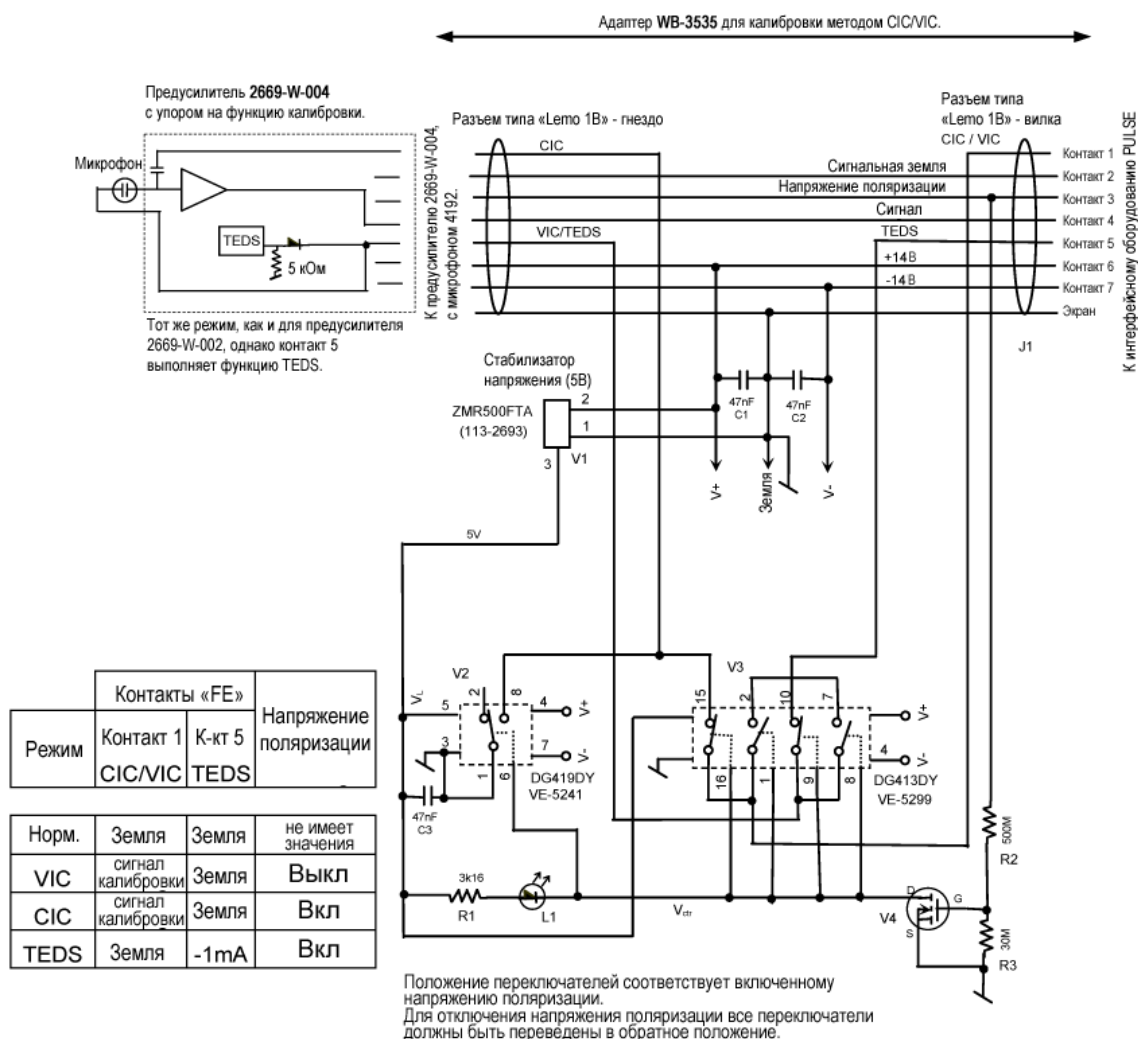
5.1 Предварительные усилители

Система оборудована предварительными усилителями типа 2669-W-004, обеспечивающими следующие функции:

- Калибровка инжекцией заряда (CIC)
- Калибровка инжекцией напряжения (VIC)
- Электронный формуляр измерительного датчика (TEDS)

Предварительный усилитель типа 2669-W-004 построен на базе схемы, реализованной в микрофонных предварительных усилителях типа Falcon™, диаметром 1/2 дюйма, типа 2669. Отличия включают:

- 5-й контакт соединительного разъема предварительного усилителя предназначен для инжекции напряжения (VIC).
- Корпус предварительного усилителя имеет изолированную верхнюю часть. Изоляция необходима для реализации функции калибровки инжекцией напряжения (VIC) (при использовании адаптера типа WB-3535).
- Подключение предварительного усилителя прямо к удлинителю кабелю.



Подробную спецификацию см. в техническом описании предусилителя типа 2669-W-004.



5.1.1 Калибровка инъекцией напряжения (VIC)

В соответствии с требованиями Международной организации гражданской авиации (ICAO), приложение 16 и стандарта:

А36.3.9.5 Частотная характеристика всей измерительной системы во время полевых испытаний, исключая микрофоны, должна находиться в пределах 5 дБ уровня, соответствующего калибровочному уровню звукового давления в диапазоне, используемом во время испытаний в любой 1/3 октавной полосе частот от 50 Гц до 100 кГц включительно, с использованием случайного или псевдослучайного розового шума. Поправка на неравномерность частотной характеристики должна указываться в документах, передаваемых в Федеральное авиационное агентство США, и применяться к уровням звукового давления в 1/3 октавных полосах частот, измеренным на выходе анализатора.

Методика калибровки инъекцией напряжения, разработанная компанией Brüel & Kjær, может использоваться для следующих целей:

1. В калибровочных лабораториях методика позволяет оценить чувствительность микрофона при разомкнутой цепи.
2. Методика обеспечивает удобную проверку в полевых условиях электрической чувствительности всей измерительной системы, включая предусилители и кабели.

Однако данная методика не учитывает механические параметры, которые определяют акустические характеристики самого микрофона. Для реализации этой методики необходим специальный предусилитель, например, типа 2669-W-004, который способен изолировать корпус микрофона от корпуса предусилителя. Это позволяет выполнять инъекцию напряжения непосредственно на диафрагму микрофона (корпус). При известном значении напряжения инъекции V_i , когда микрофон и предусилитель подключены удаленно к измерительному оборудованию, или если по любым другим причинам удобнее подавать звуковое давление непосредственно на микрофон, методика калибровки инъекцией напряжения может использоваться для регулировки чувствительности измерительного оборудования.

Эта методика позволяет выполнять калибровку системы только при постоянном значении напряжения инъекции.

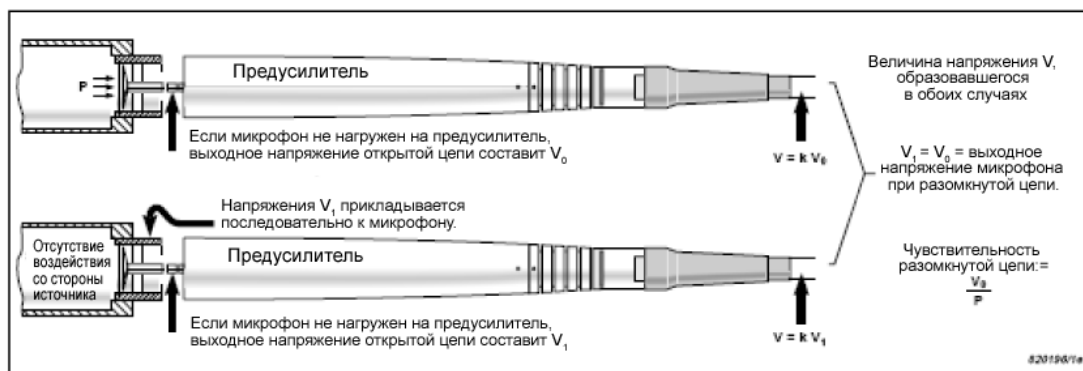


Рис. 6.4 Принцип методики калибровки инъекцией напряжения

При использовании данной методики для проверки измерительных каналов, как правило, требуется начальная калибровка, после чего контрольный уровень измеряется путем инъекции напряжения. Каждый раз при необходимости проверки канала, результаты нового измерения с напряжением инъекции сравниваются с контрольным уровнем.

Недостатком данной методики по сравнению с методикой калибровки инъекцией заряда (CIC) (см. следующий пункт) является то, что она не позволяет выявить неисправности микрофона.



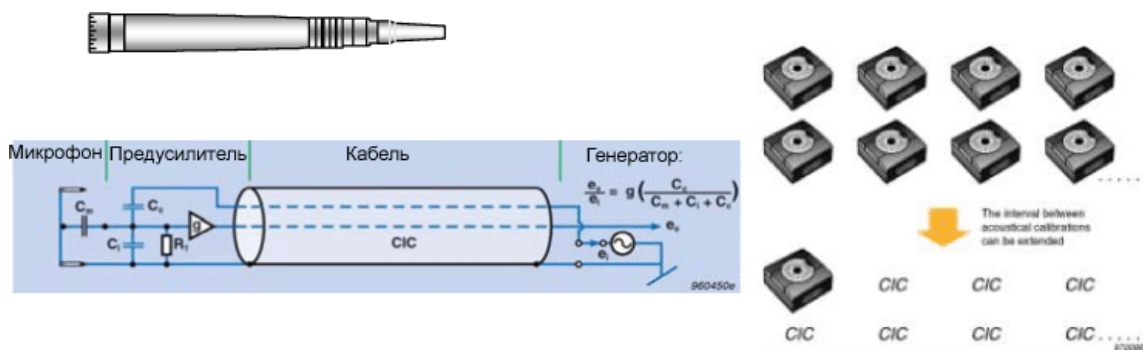
Программное обеспечение для сертификационных испытаний авиационных двигателей вместе с генератором сигналов для выбранного модуля (тип 3160-A-042 или 3160-A-022) позволяет генерировать синусоидальные сигналы, случайный шум и розовый шум, обеспечивая требуемую частотную характеристику всей системы. Управление этими процессами осуществляется с центрального измерительного компьютера. При этом отсутствует необходимость нахождения оператора на измерительной площадке, что позволяет более эффективно использовать рабочее время.

Кроме этого не нужно разбирать микрофоны, микрофонные капсули и предусилители. За счет этого снижается риск нарушения соединения между капсулем микрофона и предусилителем, что в свою очередь позволяет исключить вероятность внесения погрешностей в результаты измерений.

5.1.2 Калибровка инъекцией заряда (CIC)

Функция калибровки инъекцией заряда позволяет выполнять проверку всей цепи измерения, включая микрофонные капсули (в данном случае микрофон типа 4192). Данная методика предназначена для мониторинга каналов микрофонов и для ее применения требуется предусилитель со стабильным встроенным конденсатором (например, предусилитель типа 2669-W-002). Методика калибровки инъекцией заряда позволяет подавать электрический сигнал на вход предусилителя (и микрофона).

Методика калибровки инъекцией заряда, разработанная и запатентованная компанией Brüel & Kjær, основана на определении разницы сопротивления на входе измерительного микрофона путем сравнения результатов измерения с результатами начального контрольного измерения. Методика CIC обеспечивает быструю диагностику неисправностей/проверку микрофонных капсулей, предусилителей, кабелей и цепи сбора данных для всех измерительных каналов.



Программное обеспечение для сертификационных измерений шума поддерживает проверку допустимых отклонений между несколькими измерениями CIC с целью выявления возможных погрешностей.