

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧЕНИЙ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

А. В. Стерликов¹ ✉, Ю. В. Куриленко², А. А. Воронков²

¹ Научно-технический центр радиационно-химической безопасности и гигиены, Москва, Россия

² ООО «ПКФ Цифровые приборы», Москва, Россия

Важным критерием компетентности испытательных лабораторий являются результаты внешнего контроля качества в форме межлабораторных сличительных испытаний (МСИ). Целью работы было обобщить подходы к созданию объектов для проверки квалификации (ОПК) на основе физических моделей источников акустического шума, воздушного ультразвука, вибрации и их использования для проведения МСИ. Анализ эффективности ОПК на основе физических моделей факторов — испытательных стендов (ИС) производили по результатам их испытаний и аттестации, а также по результатам МСИ с их использованием. Рассмотрены результаты использования ИС в качестве ОПК факторами акустического шума, ультразвука и вибрации. При измерениях акустического шума ИС воспроизводил его запись с высокой стабильностью. Аналогичным образом осуществляли МСИ с измерением уровня воздушного ультразвука, но частота воспроизводимого акустического сигнала находилась в диапазоне 11–22 кГц. Для проведения МСИ с измерением локальной и общей вибрации были разработаны ИС на основе ручного механизированного инструмента и платформы с электромеханическим побудителем. Стабильность уровня генерируемой вибрации обеспечивало применение системы автоматизированного поддержания заданного уровня с обратной связью и использованием пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора. При организации и проведении МСИ с измерением шума и вибрации значительную роль играют методики, разработанные специально для проведения МСИ и позволяющие учесть все условия, влияющие на результаты измерений.

Ключевые слова: межлабораторные сличительные испытания, акустический шум, ультразвук, измерение вибрации

Вклад авторов: все авторы участвовали в сборе экспериментальных данных, их обобщении и подготовке статьи.

✉ **Для корреспонденции:** Александр Васильевич Стерликов
ул. Щукинская, д. 40, г. Москва, 123182; asterlikov@mail.ru

Статья получена: 27.05.2021 **Статья принята к печати:** 11.06.2021 **Опубликована онлайн:** 18.06.2021

DOI: 10.47183/mes.2021.012

FEATURES OF INTERLABORATORY COMPARISON METHODS WHEN MEASURING VIBROACOUSTIC PARAMETERS

Sterlikov AV¹ ✉, Kurilenko YuV², Voronkov AA²

¹ Research and Technical Center of Radiation-Chemical Safety and Hygiene of Federal Medical-Biological Agency, Moscow, Russia

² Tsifrovye Pribyory Ltd, Moscow, Russia

External quality control in the form of interlaboratory comparisons (ILCs) is an important criterion of the testing laboratory competence. The study was aimed to summarize the approaches to developing objects for proficiency testing (OPT) based on physical simulation of acoustic noise sources, airborne ultrasound, vibration, and the practice of their use for ILC. Analysis of the OPT effectiveness based on physical simulation of factors, the test benches (TBs), was performed based on their testing and certification results, as well as on the results of appropriate ILCs. The results of using TB as OPT are considered for the following factors: acoustic noise, airborne ultrasound, and vibration. When measuring acoustic noise, TB played back the acoustic noise record with high stability. ILC involving measurement of airborne ultrasound was performed the same way, however, the frequency of the acoustic signal being reproduced was in the range of 11–22 kHz. TBs, based on a manual mechanized tool and a platform equipped with electromechanical agitator, were developed for ILC involving the measurement of local and general vibration. Stability of vibration generated was provided by means of the automated system for maintaining the set level with feedback and proportional integral derivative (PID) controller. When arranging and performing ILCs involving measurement of noise and vibration, a crucial role is played by the methods developed specifically for ILCs, allowing one to take into account all the conditions that affect the measurement results.

Keywords: interlaboratory comparison, acoustic noise, ultrasound, vibration measurement

Author contribution: all authors contributed to data acquisition, data compilation, and manuscript writing.

✉ **Correspondence should be addressed:** Alexander V. Sterlikov
Shchukinskaya, 40, Moscow, 123182; asterlikov@mail.ru

Received: 27.05.2021 **Accepted:** 11.06.2021 **Published online:** 18.06.2021

DOI: 10.47183/mes.2021.012

Важным критерием компетентности испытательных лабораторий являются результаты внешнего контроля качества в форме межлабораторных сличительных испытаний (МСИ). Необходимость участия в МСИ присутствует среди требований к испытательным лабораториям, изложенным законодательно [1, 2]. Контроль над соблюдением этих требований осуществляет как Росаккредитация, так органы исполнительной власти, в чьем ведении находятся аккредитованные организации [3, 4].

В числе испытаний, исследований, измерений, проводимых с целью оценки соответствия гигиеническим нормативам, немало прямых измерений физических

факторов, в том числе акустического шума и вибрации. В последние годы отмечается тенденция к росту их числа [5].

Проведение МСИ при измерении физических факторов, воздействующих на человека в среде обитания, в том числе акустического шума и вибрации, имеет ряд особенностей. Главная из них заключается в том, что объект, свойства которого измеряют в лаборатории, невозможно направить участникам для проведения измерений. Примерами таких объектов могут быть рабочее место или территория жилой застройки. Поэтому используют модельные объекты для проверки квалификации (ОПК). В связи с этим возникает необходимость проведения МСИ на базе провайдера,

обеспечивающего наличие ОПК и стабильность их характеристик. Другая специфика измерений шума и вибрации — невозможность одновременного измерения одного объекта несколькими лабораториями, т. е. невозможность проведения МСИ с применением параллельной программы. Поэтому провайдеры МСИ используют последовательные программы с поочередным доступом к ОПК, являющемуся источником измеряемого фактора. При этом стабильность измеряемых характеристик ОПК контролирует референтная лаборатория [6], авторизованная провайдером МСИ.

Такая практика проведения МСИ осуществляется с 2016 г. в рамках добровольной системы сертификации «ФИЗФАКТОР-ТЕСТ», а также другими провайдерами МСИ [7, 8]. Описана методология организации и проведения МСИ при выполнении прямых измерений [9].

Ключевым требованием к проведению МСИ с использованием вышеописанного подхода является наличие ОПК, обладающего необходимыми характеристиками.

В качестве ОПК могут быть использованы натурные или модельные объекты. Стабильность исследуемых характеристик модельных объектов обеспечивают специальные испытательные стенды (далее ИС).

Для МСИ с измерением акустического шума и вибрации использование натурных объектов затруднительно вследствие малой стабильности, непредсказуемости изменений параметров в процессе измерений и невозможности установки заданных параметров.

Целью работы было обобщить подходы к созданию и практику использования ОПК на основе физических моделей источников акустического шума, воздушного ультразвука и вибрации для проведения МСИ и оценить эффективность использования разработанных ИС в качестве ОПК для МСИ при измерениях акустического шума и вибрации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализ эффективности ОПК на основе физических моделей факторов — испытательных стендов (ИС) производили по результатам испытаний и аттестации ИС, а также по результатам МСИ с их использованием.

Основными требованиями к ИС были следующие:

- уровень генерируемого фактора должен находиться в диапазоне от величины, втрое (или на 10 дБ) превышающей порог чувствительности наиболее распространенных среди лабораторий СИ, до уровня в зоне предельно допустимого значения;

- параметры исследуемой характеристики (далее — фактора) должны оставаться стабильными в течение не менее 20–60 мин;

- восприимчивость работы ИС к факторам окружающей среды должна быть минимальной, а также должна существовать возможность учета влияния этих факторов;

- должно быть обеспечено проведение измерений участниками МСИ в порядке последовательного доступа к ИС;

- должна быть учтена технология выполнения измерений (методика выполнения прямых измерений) и особенности применения СИ;

- ИС должен адекватно имитировать воздействие измеряемого фактора на окружающую среду (рабочее место, рабочую зону);

- при создании ИС следует соблюдать баланс между полной имитацией воздействия фактора на объектах

окружающей среды и обеспечением стабильности и воспроизводимости измеряемых показателей;

- ИС должен обеспечивать возможность установки различных режимов и интенсивности фактора;

- ИС должен обеспечивать воспроизводимость контролируемых показателей при повторных измерениях в течение периода его эксплуатации во время проведения МСИ;

- при использовании ИС должна быть обеспечена устойчивость к факторам помех измерениям (помехозащищенность).

Рассматривали результаты использования ИС в качестве ОПК по следующим факторам:

- акустический шум;

- воздушный ультразвук;

- локальная вибрация;

- общая технологическая и коммунальная вибрация.

МСИ и измерения в процессе испытаний ИС проводили в соответствии с разработанными заранее программами с использованием методик, прошедших метрологическую аттестацию. Участники МСИ были заранее ознакомлены с этими документами, а перед проведением МСИ проходили дополнительный инструктаж.

Все измерения проводили с использованием средств измерений:

- комплекса «ЭКОФИЗИКА-110А» («ОКТАВА-Электрон-Дизайн»; Россия);

- акустический калибратор «АК-1000» («ОКТАВА-Электрон-Дизайн»; Россия);

- портативное устройство воспроизведения вибрации (виброкалибратор) «КВ-160» («ОКТАВА-ЭлектронДизайн»; Россия).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Первым видом МСИ физических факторов был акустический шум. В настоящее время известна практика рассылки записей акустического сигнала в качестве образца для проверки квалификации. Однако, во-первых, при таком подходе нельзя говорить о том, что ОПК — это тот же объект, что является объектом исследования лаборатории. Лаборатории, согласно их области аккредитации, проводят измерения на различных объектах окружающей среды (рабочие зоны, среда обитания человека) или проводят испытания оборудования. А при описанном выше подходе ОПК — это колонка или цифровая запись; во-вторых, такой подход в существующем виде себя изжил и не позволяет судить о квалификации участника МСИ ввиду невозможности количественного сравнения результатов измерений с воспроизведенным значением. Кроме того, содержание заданий по проведению измерений не соответствует изменившейся нормативной базе.

Нами для обеспечения межлабораторных сличений были созданы ИС, воспроизводящие сигнал шума с высокой стабильностью, включающие генератор сигналов, усилитель мощности и высококачественный широкополосный громкоговоритель. Для оценки краткосрочной стабильности использовали воспроизводимые ИС шумовые характеристики модельного ОПК, усредненные за время прямого измерения. На коротких периодах, соответствующих типичной продолжительности МСИ (до 120 мин), этот параметр варьировал в пределах $\pm 0,5$ дБ, что обеспечивает подходящую для МСИ краткосрочную стабильность ИС. На интервале в несколько месяцев при

одинаковых настройках воспроизводимый ИС уровень шума варьировал в пределах ± 2 Дб, что обеспечивает подходящую для непрерывной работы ИС долгосрочную стабильность.

Площадь помещения, где проводят измерения, должна быть не менее 40 м², наименьший линейный размер — не менее 2,5 м². В помещении необходимо соблюдать нормальные условия по параметрам температуры, влажности, давления и скорости движения воздуха.

Точки измерения следует выбирать на расстоянии 1 м от источника звука на высоте 1,5 м от поверхности пола. Контрольная точка должна находиться не ближе 1 м от стен, оконных и дверных проемов. Число контрольных точек в зависимости от набора измеряемых шумовых характеристик и программы измерений может составлять от 1 до 4.

Перед измерением проводили проверку чувствительности измерительного тракта шумомера (измерительной системы). Проверку выполняли в соответствии с руководством по эксплуатации шумомера. Для проверки чувствительности применяли акустический калибратор класса 1 по ГОСТ МЭК 60942, имеющий свидетельство о поверке и разрешенный к применению изготовителем шумомера.

В процессе измерений уровень звука (звукового давления) остаточного (фоновый) шума должен отличаться от уровня звука (звукового давления) при работающем источнике не менее чем на 10 дБ. В помещении не должны возникать случайные шумы.

Продолжительность измерений составляла не менее 1 мин, а число измерений в каждой контрольной точке — не менее 3.

Точность измерений в соответствии с используемой методикой [10, 11] характеризуется расширенной неопределенностью измерений при коэффициенте охвата 2, соответствующем уровню доверия 95%. Расширенная неопределенность измерений уровня звука по применяемым методикам не превышает 1,2 дБ, а расширенная неопределенность измерений уровня звукового давления не превышает 2,2 дБ.

Всего было проведено более 150 межлабораторных сличений.

Проведение МСИ с измерением уровня звука (звукового давления) при использовании описанного ИС позволяло обеспечить корректное сравнение результатов участников МСИ с результатами референтной лаборатории, а также адекватно моделировать реальные условия измерений характеристик акустического шума на рабочем месте или других объектах. Предлагаемый способ МСИ позволял задавать различный уровень измеряемого фактора. При проведении измерений следует соблюдать условия, необходимые для предотвращения получения ошибочных результатов.

Аналогичным образом осуществляли МСИ с измерением уровня воздушного ультразвука. Конструкция ИС, являющегося объектом для проверки квалификации, примерно такая же, но частота воспроизводимого акустического сигнала лежит в диапазоне 11–22 кГц. Для воспроизведения ультразвука использовали высокочастотный преобразователь с фильтром высоких частот со срезом на частоте 7–9 кГц.

ИС моделировал источник воздушного ультразвука на рабочем месте. Измеряемые показатели — уровень звукового давления в 1/3-октавных полосах частот. ИС позволял создать уровни звукового давления до 85–87 дБ.

Требования к проведению измерений в целом те же, что и для измерения параметров акустического шума, однако важным фактором, влияющим на результаты измерений, является направление оси микрофона шумомера на источник ультразвука. Для некоторых микрофонов необходимо учитывать поправку в характеристике для ультразвукового диапазона частот.

Все акустические измерения в процессе МСИ проводили с фиксацией микрофона в контрольной точке с помощью штатива.

Межлабораторные сличения при измерении вибрации испытательными лабораториями являются не менее актуальными и существенно более сложными по организации и проведению. На результат измерений оказывают влияние многочисленные факторы: стабильность работы источника вибрации, обусловленная его конструкцией и режимом работы, характер и качество крепления датчика СИ, механическое взаимодействие элементов системы «работник — инструмент — объект обработки» и др. Поэтому измерения вибрации при простой имитации трудового процесса с управлением ручным механизированным инструментом оператором приведут к значительному разбросу результатов, т. е. фактически будет отсутствовать как долгосрочная, так и краткосрочная стабильность измерений. Это затруднит их сравнение в случае межлабораторных сличений. Кроме того, оператор будет подвергаться неблагоприятному воздействию вибрации. Еще большие трудности возникают при обеспечении измерений общей вибрации, источником которой, как правило, являются массивное оборудование и транспорт.

Вышеописанные обстоятельства привели к необходимости разработки ИС, которые можно было бы использовать в составе ОПК для измерения уровня общей вибрации при МСИ.

Первоначально исследовали возможность измерений локальной вибрации в режиме работы инструмента на холостом ходу или с нагрузкой на эксцентрик. Однако в этом случае стабильность оказалась недостаточно высокой. В связи с этим разработали ИС с автоматизированным поддержанием заданного уровня вибрации механизированного инструмента с помощью пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулятора (рис. 1). В качестве ручного механизированного инструмента использовали многофункциональный инструмент или сверлильную машину, закрепленную в пространстве на подвесах (растяжках).

Результаты сравнительных измерений уровня вибрации при отсутствии и наличии обратной связи представлены на рис. 2.

Из представленных данных видно, что система с обратной связью по виброускорению обладает существенно более стабильным уровнем генерируемой локальной вибрации. Это оправдывает усложнение конструкции ИС для проведения МСИ с измерением локальной вибрации.

К настоящему времени с использованием описанного ИС было проведено более 100 межлабораторных сличений.

При проведении МСИ с измерением локальной вибрации трехкомпонентный датчик вибрации крепили на рукоятке инструмента в соответствии с ГОСТ 31192.2 [12] с помощью адаптера типа «кубик». Оси чувствительности датчиков вибрации ориентировали в направлениях Z, X и Y в соответствии с базисной триаксиальной системой координат кисти руки человека при выполнении работы

[13]. Перед измерениями контролировали отсутствие помех, вызванных электромагнитными полями и движением кабеля датчика. Микроклиматические условия соответствовали условиям эксплуатации СИ.

Измерения проводили в течение нескольких периодов наблюдения. На каждом периоде наблюдения осуществляли не менее четырех замеров скорректированного ускорения по каждому направлению в каждой контрольной точке. Продолжительность каждого замера составляла не менее 15 с.

Точность измерений в соответствии с используемой методикой [14] характеризуется расширенной неопределенностью измерений при коэффициенте охвата 2, соответствующем уровню доверия 95%. Расширенная неопределенность измерений по данной методике не превышает 3,8 дБ.

ИС позволял создать уровни виброускорения до 135 дБ.

Описанный подход к проведению МСИ с использованием ИС для генерации стабильной вибрации обеспечивал корректное сравнение результатов участников МСИ с результатами референтной лаборатории и адекватное моделирование реальных условий измерений локальной вибрации на рабочем месте. Разработанный ИС позволял задавать различный уровень измеряемого фактора и генерацию вибрации со стабильным уровнем.

Ряд испытательных лабораторий испытывает необходимость в проведении межлабораторных сличений при измерении общей технологической либо коммунальной вибрации. Гигиенические характеристики и нормативы общей технологической вибрации, а также процедура ее измерения существенно отличаются от аналогичных показателей для локальной вибрации. Общая технологическая и коммунальная виды вибрации являются низкочастотными, и их измеряют с помощью адаптера, например напольной платформы, устанавливаемой на поверхность, на которой производят измерение.

Проведение МСИ с измерением общей вибрации на базе натуральных объектов весьма затруднительно и в связи с этим было необходимо разработать ИС, моделирующий источник общей вибрации. Такой ИС был создан. Он представлял собой платформу размером 300 × 300 мм с закрепленным снизу электродвигателем с собственной частотой вращения 3000 об./мин. Электродвигатель был нагружен на эксцентрик, что вызывало вибрацию станда. Для обеспечения стабильности, а также с целью задания уровня виброускорения электродвигатель включали в контур автоматического регулирования с обратной связью

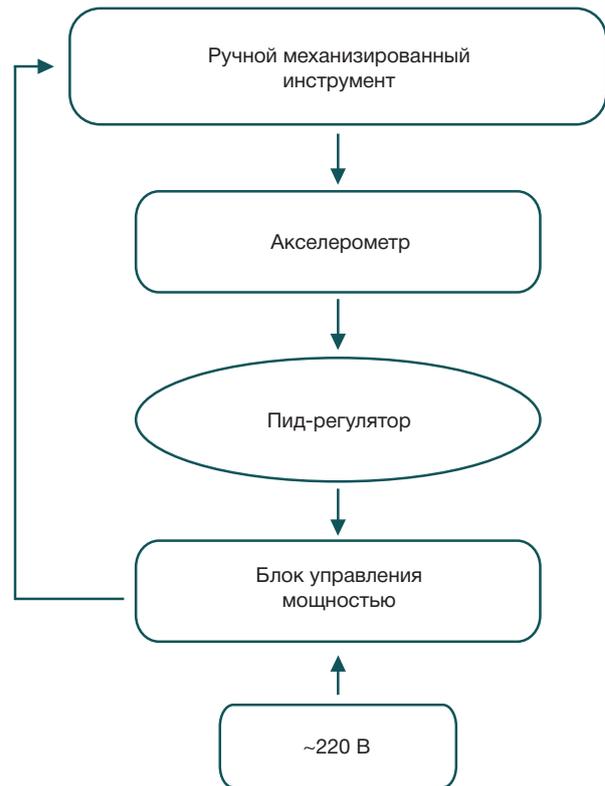


Рис. 1. Блок-схема физической модели ИС для ОПК локальной вибрации с применением автоматизированного поддержания заданного уровня виброускорения

по виброускорению, как описано выше. При измерениях акселерометр СИ размещали на поверхности платформы. Саму платформу размещали на амортизирующем материале.

ИС позволял создать уровни виброускорения до 130 дБ. В процессе аттестации ИС установлено, что в среднем уровень генерируемой общей вибрации (по оси Z – Lz) в зависимости от частоты (F) выглядит следующим образом:

F, Hz	Lz, dB
4	60,1
8	81,6
16	103,1
31,5	109,4
64	94,5

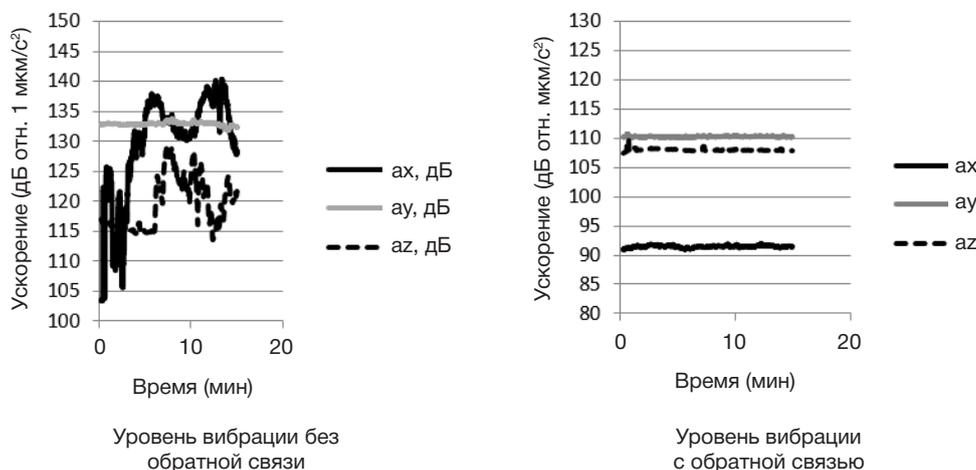


Рис. 2. Уровни вибрации multifunctional instrument при отключенной и включенной системе поддержания заданного уровня виброускорения

Другими словами, максимум энергии виброускорения приходился на октавные полосы 16 и 31,5 Гц, что типично для общей либо коммунальной вибрации. Такой спектр, например, соответствует спектру вибрации от метрополитена, а вибрация на частотах 20–50 Гц характерна для множества промышленных источников общей вибрации.

Измерения виброускорения проводили в течение 6 дней, по 4–6 измерений продолжительностью по 5 мин. В результате установлено, что за весь период наблюдений измеренный эквивалентный уровень виброускорения колебался для оси X в пределах не более 0,7 дБ; для оси Y — в пределах не более 2,3 дБ и для оси Z — в пределах не более 1,0 дБ. В течение одного сеанса измерений колебания измеренного значения виброускорения не превышали для оси X 0,2 дБ; для оси Y — 0,6 дБ и для оси Z — 0,5 дБ, что показывает подходящую для МСИ краткосрочную стабильность измерений.

Таким образом, ИС, разработанный для использования при проведении МСИ по фактору общей вибрации, обеспечивает адекватное моделирование реальных условий измерения уровня общей вибрации и позволяет осуществлять измерения с последовательным доступом участников МСИ к нему. Использование описанного ИС позволит производить корректное сравнение результатов измерений общей вибрации участников МСИ с результатами референтной лаборатории. ИС уже внедрен в практическую работу координатора МСИ, действующего в рамках добровольной системы сертификации «ФИЗФАКТОР-ТЕСТ».

При небольшом разбросе измеренных значений виброускорения расширенную неопределенность измерений можно рассчитывать, классифицируя измерения общей вибрации, как измерения с однократным наблюдением [15].

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Моделирование технологического процесса или обстановки на объектах окружающей среды в настоящее время достаточно распространено при проведении измерений нормируемых физических факторов. Поэтому разработка и применение физических моделей источников шума и вибрации для целей МСИ соответствует сложившейся практике измерений этих факторов. Необходимость такого моделирования в целях проведения МСИ обусловлена требованиями к ОКП.

Описанные в настоящей работе ИС адекватно моделируют источники акустического шума и вибрации на

рабочих местах и других объектах окружающей среды и позволяют обеспечить проведение межлабораторных сличений для всех используемых методов измерения параметров акустического шума и вибрации.

В конструкцию ИС включены микроконтроллерные средства управления побудителем вибрации с обратной связью, что обеспечило необходимую стабильность генерируемого уровня локальной и общей вибрации.

При организации и проведении МСИ с измерением шума и вибрации значительную роль играют методики, разработанные специально для проведения МСИ. Применение аттестованных методик измерений позволяет системно учитывать все условия, влияющие на результаты измерений, и метрологически обеспечивает измерения в рамках МСИ [10, 11, 14]. Измерения звукового давления в ультразвуковом диапазоне и виброускорения общей вибрации проводят как прямые измерения в соответствии с программами МСИ, однако и для этих факторов планируются разработка и последующая аттестация методик измерения.

Оценку результатов МСИ проводят с использованием критерия $|En|$ [6, 16], обеспечивающего объективность суждения об уровне квалификации лаборатории-участника.

Одновременно с результатом измерений при проведении МСИ возможно оценить соблюдение процедуры измерений, что также в немалой степени можно использовать для оценки квалификации участников.

Участие в МСИ по вышеописанной технологии по отзывам участников имеет для них большое значение с точки зрения повышения как самооценки, так и персональной квалификации.

ВЫВОДЫ

Обоснована технология физического моделирования источников акустического шума и вибрации с целью использования в качестве объектов проверки квалификации при межлабораторных сличительных испытаниях. Разработанные испытательные стенды обладают необходимыми характеристиками как объекты проверки квалификации, а также адекватно моделируют условия рабочих мест и других объектов окружающей среды. При проверке квалификации лабораторий необходимо оценивать не только результат измерений, но и соблюдение процедуры их выполнения.

Литература

1. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. М.: Стандартиформ, 2019.
2. Об утверждении Критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации. Приказ Минэкономразвития России от 30 мая 2014 г. Доступно по ссылке: <http://base.garant.ru/70712358/> (дата обращения: 05.12.2016).
3. Об утверждении Положения о составе сведений о результатах деятельности аккредитованных лиц, об

- изменениях состава их работников и о компетентности этих работников, об изменениях технической оснащенности, представляемых аккредитованными лицами в Федеральную службу по аккредитации, порядке и сроках представления аккредитованными лицами таких сведений в Федеральную службу по аккредитации. Приказ Минэкономразвития России от 30 мая 2014 г. № 329. Доступно по ссылке: <http://docs.cntd.ru/document/420203445> (дата обращения: 12.06.2020).
4. Политика Росаккредитации в отношении проверки квалификации путем проведения межлабораторных сличительных (сравнительных) испытаний, утверждена руководителем Федеральной службы по аккредитации 28.10.2016. Доступно по ссылке: <http://docs.cntd.ru/document/456085241> (дата обращения: 12.06.2020).

5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году. Государственный доклад [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: <https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/798/gosudarstvennyy-doklad-o-sostoyanii-sanitarno-epidemiologicheskogo-blagopoluchiya-naseleniya-v-rossiyskoy-federatsii-v-2018-godu.pdf> (дата обращения: 12.06.2020).
6. Оценка соответствия. Основные требования к проведению проверки квалификации ГОСТ ISO/IEC 17043-2013. Доступно по ссылке: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293774/4293774569.pdf> (дата обращения: 12.06.2020).
7. Центр межлабораторных сравнительных испытаний СДС ФИЗФАТОР-ТЕСТ https://www.octava.info/interlaboratory_comparison. Доступно по ссылке: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293774/4293774569.pdf> (дата обращения: 12.06.2020).
8. План проведения межлабораторных сличительных испытаний провайдера УНИИМ — филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» на 2020 год. Доступно по ссылке: <https://uniim.ru/planmsi2020/> (дата обращения: 12.06.2020).
9. Семён С. Ю., Стерликов А. В., Тананькин Н. И., Колбутова К. Б., Куриленко Ю. В., Воронков А. А. Внешний контроль качества исследований в испытательных лабораториях при проведении прямых измерений. Медицина экстремальных ситуаций. 2018; 20 (2): 223–30.
10. Методика измерений уровней звука и звукового давления излучения источников звука МИ НПФ-15-032 (ФР. 1.36.2016.23826). ООО «НПФ ЭлектронДизайн». М., 2015; 15 с.
11. Методика измерений уровней звука и звукового давления излучения источников звука МИ НПФ-17-032 (ФР. 1.36.2017.26200). ООО НПФ «ЭлектронДизайн». М., 2017; 15 с.
12. Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Требования к проведению измерений на рабочих местах, ГОСТ 31192.2-2005. Доступно по ссылке: <http://docs.cntd.ru/document/1200060914> (дата обращения: 12.06.2020).
13. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. СанПиН 1.2.3685-21. Доступно по ссылке: <https://docs.cntd.ru/search?q=%D0%A1%D0%B0%D0%BD%D0%9F%D0%B8%D0%9D%201.2.3685-2> (дата обращения: 10.06.2021).
14. Методика измерений вибрации ручной машины, МИ НПФ-16-033. ООО «НПФ ЭлектронДизайн». М., 2016; 18 с.
15. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений Р 50.2.038-2004 Группа Т80. Рекомендации по метрологии. Доступно по ссылке: <http://docs.cntd.ru/document/1200037562> (дата обращения: 12.06.2020).
16. Статистические методы. Применение при экспериментальной проверке компетентности посредством межлабораторных сравнительных испытаний, ГОСТ Р 50779.60-2017 (ISO 13528:2015). Доступно по ссылке: <https://docs.cntd.ru/document/1200146875> (дата обращения: 10.06.2021).

References

1. Obshhie trebovaniya k kompetentnosti ispytatel'nyh i kalibrovocnyh laboratorij GOST ISO/IEC 17025-2019. M.: Standartinform, 2019. Russian.
2. Ob utverzhdenii Kriteyev akkreditatsii, perechnja dokumentov, podtverzhdashhih sootvetstvie zajavitelja, akkreditovannogo lica kriterijam akkreditatsii, i perechnja dokumentov v oblasti standartizatsii, sobljudenie trebovanij kotoryh zajaviteljami, akkreditovannymi licami obespechivaet ih sootvetstvie kriterijam akkreditatsii. Prikaz Minjekonomrazvitiya Rossii ot 30 maja 2014 g. Dostupno po ssylke: <http://base.garant.ru/70712358/> (data obrashhenija: 05.12.2016). Russian.
3. Ob utverzhdenii Polozhenija o sostave svedenij o rezul'tatah dejatel'nosti akkreditovannyh lic, ob izmenenijah sostava ih rabotnikov i o kompetentnosti jetih rabotnikov, ob izmenenijah tehničkoj osnashhennosti, predstavljajemyh akkreditovannymi licami v Federal'nuju sluzhbu po akkreditatsii, porjadke i srokah predstavljenija akkreditovannymi licami takih svedenij v Federal'nuju sluzhbu po akkreditatsii. Prikaz Minjekonomrazvitiya Rossii ot 30 maja 2014 g. # 329. Dostupno po ssylke: <http://docs.cntd.ru/document/420203445> (data obrashhenija: 12.06.2020). Russian.
4. Politika Rosakkreditatsii v otnoshenii proverki kvalifikatsii putem provedenija mezhlaboratornyh slichitel'nyh (sravnitel'nyh) ispytanij, utverzhdena rukovoditelem Federal'noj sluzhby po akkreditatsii 28.10.2016. Dostupno po ssylke: <http://docs.cntd.ru/document/456085241> (data obrashhenija: 12.06.2020). Russian.
5. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Rossijskoj Federacii v 2018 godu. Gosudarstvennyj doklad [Jelektronnyj resurs]. Dostupno po ssylke: <https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/798/gosudarstvennyy-doklad-o-sostoyanii-sanitarno-epidemiologicheskogo-blagopoluchija-naseleniya-v-rossiyskoy-federatsii-v-2018-godu.pdf> (data obrashhenija: 12.06.2020). Russian.
6. Ocenka sootvetstvija. Osnovnye trebovaniya k provedeniju proverki kvalifikatsii GOST ISO/IEC 17043-2013. Dostupno po ssylke: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293774/4293774569.pdf> (data obrashhenija: 12.06.2020). Russian.
7. Centr mezhlaboratornyh sravnitel'nyh ispytanij SDS FIZFATOR-TEST https://www.octava.info/interlaboratory_comparison. Dostupno po ssylke: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293774/4293774569.pdf> (data obrashhenija: 12.06.2020). Russian.
8. Plan provedenija mezhlaboratornyh slichitel'nyh ispytanij provajdera UNIIIM — filial FGUP «VNIIM im. D.I. Mendeleeva» na 2020 god. Dostupno po ssylke: <https://uniim.ru/planmsi2020/> (data obrashhenija: 12.06.2020). Russian.
9. Semjonov SYu, Sterlikov AV, Tananykin NI, Kolbutova KB, Kurilenko YuV, Voronkov AA. Vneshnij kontrol' kachestva issledovanij v ispytatel'nyh laboratorijah pri provedenii prjamyh izmerenij. Medicina jekstremal'nyh situacij. 2018; 20 (2): 223–30. Russian.
10. Metodika izmerenij urovnej zvuka i zvukovogo davlenija izluchenija istochnikov zvuka MI NPF-15-032 (FR. 1.36.2016.23826). ООО «NPF JelektronDizajn». М., 2015; 15 s. Russian.
11. Metodika izmerenij urovnej zvuka i zvukovogo davlenija izluchenija istochnikov zvuka MI NPF-17-032 (FR. 1.36.2017.26200). ООО NPF «JelektronDizajn». М., 2017; 15 s. Russian.
12. Vibracija. Izmerenie lokal'noj vibracii i ocenka ee vozdeystvija na cheloveka. Chast' 2. Trebovaniya k provedeniju izmerenij na rabochnih mestah, GOST 31192.2-2005. Dostupno po ssylke: <http://docs.cntd.ru/document/1200060914> (data obrashhenija: 12.06.2020). Russian.
13. Gigienicheskie normativy i trebovaniya k obespečeniju bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlja cheloveka faktorov sredy obitanija. SanPiN 1.2.3685-21. Dostupno po ssylke: <https://docs.cntd.ru/search?q=%D0%A1%D0%B0%D0%BD%D0%9F%D0%B8%D0%9D%201.2.3685-2> (data obrashhenija: 10.06.2021). Russian.
14. Metodika izmerenij vibracii ruchnoj mashiny, MI NPF-16-033. ООО «NPF JelektronDizajn». М., 2016; 18 s. Russian.
15. Izmerenija prjamyje odnokratnye. Ocenivanie pogreshnostej i neopredelennosti rezul'tata izmerenij R 50.2.038-2004 Gruppy T80. Rekomendacii po metrologii. Dostupno po ssylke: <http://docs.cntd.ru/document/1200037562> (data obrashhenija: 12.06.2020). Russian.
16. Statisticheskie metody. Primenenie pri jeksperimental'noj proverke kompetentnosti posredstvom mezhlaboratornyh sravnitel'nyh ispytanij, GOST R 50779.60-2017 (ISO 13528:2015). Dostupno po ssylke: <https://docs.cntd.ru/document/1200146875> (data obrashhenija: 10.06.2021). Russian.