

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ
ЦЕНТРОВ КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

МОСКВА

2015 г.

Под общей редакцией доктора технических наук, профессора А.Ю. Кузина

Составители:

А.Ю. Кузин, П.А. Тодуа, А.С. Батулин, А.В. Заблоцкий (*Государственный научный метрологический центр Акционерное общество «Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума», Московский физико-технический институт*);

А.С. Авиллов (*Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН*);

А.В. Латышев (*Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН*);

В.И. Панов (*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*);

Ю.Н. Пархоменко (*Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности «ГИРЕДМЕТ», Московский институт стали и сплавов*);

М.Н. Филиппов (*Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН*).

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные положения.....	4
2. Основные понятия в области метрологического обеспечения.....	9
3. Основные нормативные и методические документы в области метрологического обеспечения.....	12
Приложение 1 Испытания и утверждение типа средств измерений и стандартных образцов.....	15
Приложение 2 Поверка средств измерений.....	26
Приложение 3 Калибровка средств измерений.....	28
Приложение 4 Разработка и аттестация методик измерений.....	31
Приложение 5 Аттестация испытательного и технологического оборудования ЦКП.....	42
Приложение 6 Аттестация чистых помещений ЦКП.....	46
Приложение 7 Рекомендации по организации метрологического обеспечения ЦКП.....	53
Приложение 8 Копии документов по метрологическому обеспечению.....	57

1. Основные положения

Рекомендации содержат основные положения и требования по метрологическому обеспечению центров коллективного пользования (ЦКП), установленные действующими законодательными и нормативными актами Российской Федерации.

ЦКП в соответствии со своим целевым предназначением **обязан обеспечить доверие** к результатам своих исследований и измерений, проводимых как в интересах базовой организации ЦКП, так и в интересах внешних потребителей. Это достигается с помощью **метрологического обеспечения**, целью которого является обеспечение **достоверных, сопоставимых и прослеживаемых** результатов измерений.

Достоверность результатов измерений предполагает то, что результаты измерений должны иметь гарантированные показатели точности (неопределенность, погрешность).

Сопоставимость результатов измерений означает, что результаты измерений параметров (характеристик) одного и того же объекта измерений, полученные в различных лабораториях и ЦКП различными методами и на различном оборудовании, должны быть взаимоувязаны и выражены в узаконенных единицах величин.

Прослеживаемость результатов измерений означает подтвержденную связь результата каждого конкретного измерения с единицей величины, обеспеченную через неразрывную цепь сличений, поверок/калибровок.

Без достоверности, сопоставимости и прослеживаемости **не может быть доверия** к результатам исследований и измерений, проводимых на оборудовании ЦКП.

Основными метрологическими процедурами метрологического обеспечения являются:

- **калибровка/поверка средств измерений;**
- **аттестация методик (методов) измерений;**

- *испытания и утверждение типа средств измерений и стандартных образцов;*

- *менеджмент измерений.*

Поверка и калибровка средств измерений

Средство измерений - это техническое устройство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические характеристики. К средствам измерений относят измерительные приборы, преобразователи, установки и системы, ***меры и стандартные образцы***. От средств измерений зависит правильное определение значения измеряемой величины в процессе измерения.

Мера – это средство измерений, предназначенное для хранения физической величины заданного значения.

Стандартный образец – это мера для хранения единиц величин, характеризующих свойства или состав веществ и материалов.

Метрологические характеристики средства измерений – это характеристики, определяющие результат и показатели точности измерений. Например, метрологическими характеристиками средства измерений являются диапазон измерений, основная погрешность измерений, частотный (спектральный) диапазон и т.д.

Поверка – это подтверждение соответствия средства измерений ***метрологическим требованиям.***

Метрологические требования – это требования к метрологическим характеристикам средства измерений. Метрологические требования установлены в нормативно-технических документах и/или в технической документации на каждое средство измерений.

Осуществляется поверка в соответствии с установленным в РФ порядком организациями, ***аккредитованными*** государственными органами на право поверки данного класса приборов. Аккредитация подтверждается соответствующим аттестатом, пример которого приведен в Приложении 8.1.

При положительном результате поверки средства измерений выдается ***свидетельство о поверке*** (пример приведен в Приложении 8.2), при

отрицательном результате поверки средства измерений выдается извещение о непригодности и/или в обоих случаях делается соответствующая отметка в документации (паспорте, формуляре) на данное средство измерений.

Калибровка – это определение действительных значений метрологических характеристик средства измерений. В отличие от поверки, где результатом является «годен – не годен» прибор, при калибровке результатом являются конкретные значения метрологических характеристик прибора, **прослеживаемые** к единицам физических величин.

Калибровку осуществляют **компетентные метрологические организации**, располагающие необходимыми эталонами, стандартными образцами, мерами, специалистами и документацией (нормативно-технической и методической).

В результате калибровки каждого конкретного прибора организацией, осуществляющей калибровку, выдается **сертификат калибровки** (пример приведен в Приложении 8.3), в котором обязательно приведены доказательство прослеживаемости результата калибровки и оценка его точности (в соответствии с рекомендациями международных метрологических организаций необходимо приводить неопределенность измерений).

Как правило, в ЦКП осуществляется **калибровка** основных средств измерений, составляющих приборно-аналитический базис ЦКП.

Свидетельство о поверке и **сертификат** калибровки имеют ограниченный срок действия (как правило, один год), поэтому процедуры как поверки, так и калибровки проводятся регулярно с периодичностью, установленной в технической документации на прибор.

Аттестация методик (методов) измерений.

Погрешность многих измерений зависит не только от характеристик прибора, но и от других причин, определяемых методом и процедурой измерений (погрешность метода, погрешности, возникающие при отборе и приготовлении проб, погрешности оператора, условия измерений и др.). Поэтому часто необходима разработка и аттестация методик измерений, учитывающих свойства не только прибора, но и объекта и условий измерений.

Методика (метод) измерений – это документированная процедура, обеспечивающая получение результата измерений с заданными показателями точности. Документ, в котором изложена методика измерений, утверждается руководителем организации разработчика методики после ее **аттестации**.

Аттестация методик (методов) измерений – это исследование и подтверждение их соответствия метрологическим требованиям. При аттестации оцениваются выбранный метод измерений, применяемые приборы и способ обработки результатов, изложение и оформление методики.

Проводят аттестацию методик (методов) измерений **аккредитованные** в установленном порядке организации, компетентность которых подтверждается соответствующим **аттестатом аккредитации** (пример приведен в Приложении 8.4).

В результате аттестации методики (метода) измерений базовой организации ЦКП выдается **свидетельство об аттестации** (пример приведен в Приложении 8.5), в котором обязательно должны быть указаны показатели точности методики, подтвержденные в процессе аттестации.

Испытания и утверждение типа средств измерений и стандартных образцов

Утверждение типа средства измерений и стандартного образца – это документальное признание уполномоченным государственным органом (Росстандартом) **соответствия их параметров установленным требованиям и допуск к применению в Российской Федерации**. Утверждение типа средства измерений, стандартного образца осуществляется Росстандартом на основании **положительных результатов испытаний**, проведенных аккредитованными государственными центрами испытаний средств измерений, при которых проверяются характеристики и используемое программное обеспечение, оценивается метрологическая надежность и разрабатывается методика поверки прибора.

Использование ЦКП приборов, тип которых утвержден, обеспечивает подтверждение качества исследований и измерений, осуществляемых ЦКП, и, соответственно, **доверие потребителей** его услуг.

Поэтому при закупках измерительного оборудования необходимо требовать от поставщиков (изготовителей) предоставления документов, подтверждающих утверждение типа приборов и допуск тем самым к обращению на территории Российской Федерации. Таким документом является *свидетельство об утверждении типа*, выдаваемое Росстандартом (пример приведен в Приложении 8.6). Как правило, процедуру утверждения типа организует поставщик или изготовитель прибора. В случае поставки в ЦКП прибора неутвержденного типа, по заявке базовой организации ЦКП - владельца прибора, проводится процедура утверждения типа *единичного экземпляра* прибора. Подробно процедура утверждения типа приборов и стандартных образцов и необходимые для этого действия ЦКП представлены в Приложении 1.

Менеджмент измерений

Кроме описанных выше метрологических процедур, в ЦКП осуществляются *организационные мероприятия* (менеджмент измерений) в соответствии с международным стандартом ГОСТ Р ИСО 10012-2008 «Менеджмент организаций. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию». Эти мероприятия проводятся в рамках системы управления качеством ЦКП. Некоторые из организационных процедур по менеджменту измерений подробно описаны в Приложение 7.

Целесообразно на рабочем месте каждой единицы основного измерительного оборудования ЦКП, составляющего приборно-аналитический базис ЦКП, иметь: *копию свидетельства об утверждении типа* этого оборудования, *оригинал сертификата калибровки/свидетельства о поверке* этого оборудования, *оригинал свидетельства (свидетельств) об аттестации* методики (методик) измерений и саму *утвержденную методику* (методики) измерений, проводимых на этом оборудовании.

2. Основные понятия в области метрологического обеспечения

В настоящих рекомендациях применяются следующие основные понятия :

аттестация методик (методов) измерений: исследование и подтверждение соответствия методик (методов) измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям;

аттестация испытательного и технологического оборудования: определение нормированных точностных характеристик оборудования, их соответствия требованиям нормативно-технической документации и установление пригодности этого оборудования к эксплуатации;

единица величины: фиксированное значение величины, которое принято за единицу данной величины и применяется для количественного выражения однородных с ней величин;

единство измерений: состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы;

измерение: совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины;

испытания стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа: работы по определению метрологических и технических характеристик однотипных стандартных образцов или средств измерений;

испытательное и технологическое оборудование: оборудование, обеспечивающее воспроизведение условий испытаний или производства и имеющее нормированные точностные характеристики;

калибровка средств измерений: совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений;

методика (метод) измерений: совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности;

метрологическое обеспечение: установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства, требуемых точности, полноты, своевременности, оперативности измерений, проводимых в ЦКП;

метрологические требования: требования к влияющим на результат и показатели точности измерений характеристикам (параметрам) измерений, эталонов единиц величин, стандартных образцов, средств измерений, а также к условиям, при которых эти характеристики (параметры) должны быть обеспечены;

метрологическая экспертиза: анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту, подвергаемому экспертизе;

обеспечение единства измерений: деятельность, направленная на установление и применение научных, правовых, организационных и технических основ, правил, норм и средств, необходимых для достижения заданного уровня единства измерений;

передача единицы величины: приведение единицы величины, хранимой средством измерений, к единице величины, воспроизводимой эталоном данной единицы величины или стандартным образцом;

поверка средств измерений: совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям;

погрешность (неопределенность) измерения: отклонение результата измерения значения измеряемой величины от истинного значения (источники погрешности – инструментальная погрешность средства измерений, погрешность методики измерений, погрешность, вносимая оператором, и т.д.);

погрешность случайная: погрешность, меняющая знак и значение от измерения к измерению;

погрешность систематическая: погрешность, не изменяющая знак в последовательности измерений;

прослеживаемость: свойство эталона единицы величины или средства измерений, заключающееся в документально подтвержденном установлении их связи с государственным первичным эталоном соответствующей единицы величины посредством сличения эталонов единиц величин, поверки, калибровки средств измерений;

средство измерений: техническое средство, предназначенное для измерений;

стандартный образец: образец вещества (материала) с установленными по результатам испытаний значениями одной и более величин, характеризующих состав или свойство этого вещества (материала);

тип средств измерений: совокупность средств измерений, предназначенных для измерений одних и тех же величин, выраженных в одних и тех же единицах величин, основанных на одном и том же принципе действия, имеющих одинаковую конструкцию и изготовленных по одной и той же технической документации;

тип стандартных образцов: совокупность стандартных образцов одного и того же назначения, изготавливаемых из одного и того же вещества (материала) по одной и той же технической документации;

условия испытаний: совокупность воздействующих факторов и (или) режимов функционирования объекта при испытаниях;

утверждение типа стандартных образцов или типа средств измерений: документально оформленное в установленном порядке решение о признании соответствия типа стандартных образцов или типа средств измерений метрологическим и техническим требованиям (характеристикам) на основании результатов испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа;

эталон единицы величины: техническое средство, предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины.

3. Основные нормативные и методические документы в области метрологического обеспечения

Основные положения и требования по метрологическому обеспечению установлены следующими нормативно-правовыми и методическими документами:

1. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений», 2008 г.
2. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ № 1081 от 30 ноября 2009 г., зарегистрирован Минюстом 25 декабря 2009 г., №15866. Об утверждении Порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, Порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, Порядка выдачи свидетельств об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, установления и изменения срока действия указанных свидетельств и интервала между поверками средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения.
3. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ № 122 от 15 февраля 2010 г., зарегистрирован Минюстом 22 марта 2010 г., №16674. Об утверждении административного регламента исполнения Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии государственной функции по отнесению технических средств к средствам измерений.
4. ГОСТ Р 8.000-2000 ГСИ. Основные положения.
5. ГОСТ Р 8.563-2009 ГСИ. Методики (методы) измерений.
6. ГОСТ 8.417-81 ГСИ. Единицы физических величин.
7. ГОСТ Р 8.628-2007 ГСИ. Меры рельефные нанометрового диапазона из монокристаллического кремния. Требования к геометрическим формам, линейным размерам и выбору материала для изготовления.
8. ГОСТ Р 8.629-2007 ГСИ. Меры рельефные нанометрового диапазона с трапецидальным профилем элементов. Методика поверки.

9. ГОСТ Р 8.630-2007 ГСИ. Микроскопы сканирующие зондовые атомно-силовые измерительные. Методика поверки.
10. ГОСТ Р 8.631-2007 ГСИ. Микроскопы электронные растровые измерительные. Методика поверки.
11. ГОСТ Р 8.635-2007 ГСИ. Микроскопы сканирующие зондовые атомно-силовые. Методика калибровки.
12. ГОСТ Р 8.636-2007 ГСИ. Микроскопы электронные растровые. Методика калибровки.
13. ГОСТ Р 8.644-2008 ГСИ. Меры рельефные нанометрового диапазона с трапецеидальным профилем элементов. Методика калибровки.
14. ГОСТ Р 8.696-2010 ГСИ. Межплоскостные расстояния в кристаллах и распределение интенсивностей в дифракционных картинах. Методика выполнения измерений с помощью электронного дифрактометра.
15. ГОСТ Р 8.697-2010 ГСИ. Межплоскостные расстояния в кристаллах. Методика выполнения измерений с помощью просвечивающего электронного микроскопа.
16. ГОСТ Р 8.698-2010 ГСИ. Размерные параметры наночастиц и тонких пленок. Методика выполнения измерений с помощью малоуглового рентгеновского дифрактометра.
17. ГОСТ Р 8. 700-2010 ГСИ. Методика измерений эффективной высоты шероховатости поверхности с помощью сканирующего зондового атомно-силового микроскопа.
18. ГОСТ Р ИСО 10012-2008 Менеджмент организаций. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию.
19. ГОСТ Р ИСО 14644-1 – 2002 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха.
20. ГОСТ Р ИСО 14644-2 – 2001 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 2. Требования к контролю и мониторингу для подтверждения постоянного соответствия ГОСТ Р ИСО 14644-1.

21. ГОСТ Р ИСО 14644-3 – 2007 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 3. Методы испытаний.
22. ГОСТ Р ИСО 14644-4 – 2002 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 4. Проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию.
23. ГОСТ Р ИСО 14644-5 – 2005 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 5. Эксплуатация.
24. ГОСТ Р ИСО 14644-7 – 2007 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 7. Изолирующие устройства (укрытия с чистым воздухом, боксы перчаточные, изоляторы и миниокружения).
25. ГОСТ Р ИСО 14644-8 – 2008 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 8. Классификация молекулярных загрязнений в воздухе.
26. РМГ 29-99 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
27. МИ 1317-86 ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.
28. РМГ 63-2003. ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации.
29. ИСО 14644-1 - 1999 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1: Классификация чистоты воздуха (Cleanrooms and associated controlled environments - Part 1: Classification of air cleanliness).
30. Нанотехнологии, метрология, стандартизация и сертификация в терминах и определениях. Под редакцией М.В. Ковальчука, П.А. Тодуа. Техносфера, 2009. – 136 с.

Испытания и утверждение типа средств измерений и стандартных образцов

Данная процедура проводится для измерительного оборудования и стандартных образцов, не имеющих утвержденного типа (не имеющих *свидетельства* об утверждении типа).

Утверждение типа средства измерений и стандартного образца является по своей сути документально оформленным решением, принимаемым уполномоченным органом государственной власти – ***Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии***, о признании средства измерений и стандартного образца соответствующим предъявляемым к ним требованиям.

Данное решение принимается на основании положительных результатов испытаний средств измерений и стандартных образцов, проводимых специальными организациями – ***государственными центрами испытаний средств измерений и стандартных образцов (ГЦИ)***, аккредитованными в установленном порядке. Требования к проведению испытаний и утверждению типа средств измерений и стандартных образцов установлены Приказом Минпромторга РФ № 1081 от 30 ноября 2009 г.

На этапе испытаний определяются метрологические и технические характеристики средства измерений, оценивается программное обеспечение, разрабатывается методика поверки, а также оценивается метрологическая надежность средства измерений, то есть его способность сохранять свои метрологические характеристики в течение определенного периода времени. Важно отметить, что при разработке методики поверки средства измерений фактически устанавливаются процедура и средства (эталон и стандартные образцы) контроля метрологических характеристик измерительного оборудования в процессе его эксплуатации. При испытаниях стандартного образца также анализируют отчет о его разработке, оценивают характеристики состава (свойств) вещества (материала) из которого изготовлен стандартный

образец, неоднородность, нестабильность и др., при необходимости при испытаниях стандартных образцов проводят межлабораторные эксперименты с участием компетентных лабораторий.

На этапе принятия решения Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии оцениваются материалы испытаний и принимается соответствующее решение в форме приказа агентства, которое документально оформляется и размещается на соответствующих информационных ресурсах: на сайте агентства и в Федеральном информационном фонде.

Для организации испытаний и утверждения типа средств измерений и стандартных образцов ЦКП должен:

- определить перечень измерительного оборудования и стандартных образцов, имеющихся в ЦКП, подлежащих утверждению типа. В обязательном порядке утверждению типа подлежат средства измерений и стандартные образцы, применяемые в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений в соответствии с Законом РФ «Об обеспечении единства измерений». Также рекомендуется утверждение типа средств измерений и стандартных образцов, применяемых ЦКП при выполнении государственных контрактов, а также при оказании услуг сторонним организациям;

- подать в аккредитованный ГЦИ заявку на проведение испытаний;

- заключить с ГЦИ договор на проведение испытаний;

- согласовать программу испытаний, разработанную ГЦИ;

- представить на испытания в ГЦИ образцы средств измерений или стандартных образцов;

- получить после завершения испытаний из ГЦИ материалы испытаний: акт испытаний с приложениями;

- подать в Федеральное агентство заявку на утверждение типа средства измерений или стандартного образца с приложением копии заявки в ГЦИ на проведение испытаний с приложениями, программы испытаний и акта испытаний с положительными результатами испытаний и приложениями.

Заявка на проведение испытаний средства измерений должна содержать:

- полное наименование и адрес базовой организации ЦКП;
- полное наименование и адрес изготовителя и/или изготовителей данного типа средств измерений;
- наименование средства измерений;
- назначение средства измерений;
- область применения средства измерений с указанием необходимых разрешительных документов и их наличии (при необходимости);
- характер производства средства измерений (серийное или единичное);
- сведения о наличии программного продукта, используемого для получения результатов измерений;
- заявляемые метрологические и технические характеристики средства измерений, включая показатели точности;
- сведения о документе на методику поверки;
- сведения о документах, по которым осуществляется изготовление средства измерений;
- сведения о наличии протоколов предварительных испытаний средства измерений;
- сведения об обязательных метрологических и технических требованиях к средствам измерений (при необходимости).

Заявка на проведение испытаний единичных экземпляров средств измерений дополнительно должна содержать заводские номера предъявляемых на испытания экземпляров средств измерений.

Заявка должна также содержать обязательство оплаты базовой организацией ЦКП расходов на проведение испытаний средств измерений в соответствии с условиями заключаемого договора (контракта).

Вместе с заявкой представляются эксплуатационные документы на средство измерений (руководство по эксплуатации, формуляр, паспорт), а также фотографии общего вида средств измерений и (или) рекламные проспекты.

Эксплуатационные документы на средства измерений должны быть оформлены на русском языке.

Программа испытаний средства измерений должна разрабатываться с учетом положений национальных стандартов, устанавливающих общие требования к средствам измерений, их разработке, испытаниям и применению (при наличии соответствующих национальных стандартов), а также обязательных метрологических и технических требований к средствам измерений, установленных законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений и законодательством Российской Федерации о техническом регулировании (при их наличии).

Программа испытаний должна устанавливать:

- объект испытаний;
- количество представляемых на испытания образцов средств измерений;
- содержание и объем испытаний;
- методы (методики) испытаний;
- условия проведения испытаний;
- алгоритмы обработки полученных при испытаниях результатов.

Программа испытаний должна предусматривать:

- определение метрологических и технических характеристик средства измерений, включая показатели точности, выраженных в единицах величин, допущенных к применению в Российской Федерации;
- идентификацию программного обеспечения и оценку его влияния на метрологические характеристики средства измерений (при наличии программного обеспечения);
- разработку или выбор методики поверки и ее опробование;
- определение интервала между поверками;
- анализ конструкции испытываемого средства измерений на наличие ограничений доступа к определенным частям средств измерений (включая программное обеспечение) с целью предотвращения несанкционированной настройки и вмешательства, которые могут привести к искажению результатов измерений.

При наличии обязательных требований к средствам измерений, в том числе требований к их составным частям, программному обеспечению и

условиям эксплуатации средств измерений, программа испытаний должна предусматривать проверку их выполнения.

В акте испытаний средства измерений должны быть указаны:

а) название акта испытаний средства измерений с приведением полного наименования типа представленного средства измерений и полного наименования базовой организации ЦКП;

б) сведения о проведении испытаний (наименование и номер аттестата аккредитации государственного центра испытаний (ГЦИ), полное наименование типа средств измерений, представленных на испытания, наименование изготовителя или изготовителей средств измерений, сроки проведения испытаний, основание проведения испытаний с указанием даты и номера заявки, место проведения испытаний);

в) сведения о представленных для проведения испытаний образцах (полное наименование типа средств измерений, заводские номера представленных образцов);

г) общие сведения о результатах испытаний (полное наименование типа испытанных средств измерений, наименование программы, в соответствии с которой испытания проведены);

д) оценка результатов испытаний (положительные или отрицательные);

е) детализированные сведения по результатам испытаний (установленные значения метрологических и других технических характеристик, факт опробования методики поверки с приведением информации о ней, рекомендованный интервал между поверками, факт разработки проекта описания типа средства измерений);

ж) сведения о результатах проверки обязательных метрологических и технических требований к средствам измерений (при наличии в программе испытаний);

з) прилагаемое к акту испытаний средства измерений приложение (протоколы испытаний средства измерений, проект описания типа средства измерений, методика поверки).

Акт испытаний средства измерений должен быть оформлен на бланке государственного центра испытаний в двух экземплярах и подписан руководителем и представителями организации ГЦИ, с указанием занимаемых ими должностей и расшифровки подписей. Подпись руководителя заверяется гербовой печатью ГЦИ, под подписью указывается дата подписания акта испытаний средства измерений.

Заявка на проведение испытаний стандартного образца должна содержать следующую информацию:

- полное наименование и адрес базовой организации ЦКП;
- полное наименование и адрес изготовителя и/или изготовителей стандартного образца, предъявляемого на испытания;
- наименование стандартного образца;
- сведения о назначении и области применения стандартного образца с указанием мер безопасности при работе с материалом стандартного образца и о необходимых разрешительных документах и об их наличии;
- характер производства стандартного образца (серийное или единичное);
- сведения о документе, по которому осуществляется изготовление стандартного образца;
- заявляемые метрологические и технические характеристики стандартного образца;
- сведения о наличии отчета о разработке, содержащего описание и выбор материала стандартного образца, отвечающего его назначению, обоснование выбора метрологических и технических характеристик, срок годности стандартного образца, описание условий применения, хранения, транспортирования (при необходимости).

В заявке на проведение испытаний стандартных образцов единичного производства указываются дополнительно заводские номера предъявляемых на испытания экземпляров стандартных образцов.

Заявка должна также содержать обязательство оплаты базовой организацией ЦКП расходов на проведение испытаний стандартного образца в соответствии с условиями заключаемого договора (контракта).

Базовая организация ЦКП представляет с заявкой сопроводительные документы к стандартным образцам (паспорт или сертификат на стандартный образец).

Сопроводительные документы к стандартным образцам представляются на русском языке.

Программа испытаний стандартного образца разрабатывается с учетом положений национальных стандартов, устанавливающих общие требования к стандартным образцам, их разработке, испытаниям и применению (при наличии соответствующих национальных стандартов).

Программа испытаний должна устанавливать:

- содержание, объем, условия проведения испытаний стандартного образца в целях утверждения типа, количество представляемых на испытания образцов, алгоритмы обработки полученных при испытаниях результатов;
- требования к процедуре отбора и количеству вещества (материала) стандартного образца, необходимого для испытаний;
- методику подготовки проб вещества (материала) стандартного образца для выполнения измерений;
- методики определения метрологических и технических характеристик стандартного образца, включая: величины, характеризующие состав или свойство вещества (материала) стандартного образца, неоднородность, нестабильность, показатели точности стандартного образца;
- методику проверки прослеживаемости метрологических характеристик стандартного образца;
- перечень компетентных лабораторий юридических лиц, принимающих участие в межлабораторном эксперименте (при необходимости).

Программа испытаний должна предусматривать:

- анализ отчета о разработке стандартного образца (при его наличии);
- определение метрологических и технических характеристик стандартного образца, выраженных в единицах величин, допущенных к применению в Российской Федерации.

В акте испытаний стандартного образца должны быть указаны:

а) название акта испытаний стандартного образца с приведением полного наименования типа стандартного образца, представленного базовой организацией ЦКП, и полного наименования организации;

б) сведения о проведении испытаний (наименование и номер аттестата аккредитации государственного центра испытаний, полное наименование типа стандартного образца, представленного на испытания, наименование изготовителя стандартного образца, сроки проведения испытаний, основание проведения испытаний с указанием даты и номера заявки);

в) сведения о представленных для проведения испытаний образцах (заводские номера представленных образцов);

г) полное наименование типа испытанного стандартного образца, наименование программы, в соответствии с которой испытания проведены;

д) оценка результатов испытаний (положительные или отрицательные);

е) полученные результаты испытаний (установленные значения метрологических и других технических характеристик, факт разработки проекта описания типа стандартного образца);

ж) прилагаемое к акту испытаний стандартного образца приложение (протоколы испытаний стандартного образца, проект описания типа стандартного образца).

Акт испытаний стандартного образца должен быть оформлен на бланке государственного центра испытаний в двух экземплярах и подписан руководителем и представителями ГЦИ, с указанием занимаемых ими должностей и расшифровки подписей. Подпись руководителя заверяется гербовой печатью ГЦИ, под подписью указывается дата подписания акта испытаний стандартного образца.

В результате работ по испытаниям и утверждению типа средства измерений и стандартных образцов заявитель должен получить в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии свидетельство об утверждении типа и описание типа. В свидетельстве должно быть указано:

а) номер свидетельства;

б) срок действия свидетельства;

в) полное наименование типа средства измерений или стандартного образца;

г) полное наименование изготовителя средства измерений или стандартного образца;

д) регистрационный номер типа средства измерений или стандартного образца.

е) дата и номер решения (приказа) Росстандарта об утверждении типа средства измерений или стандартного образца;

ж) информация о методике поверки (только в свидетельстве об утверждении типа средства измерений);

з) заводской номер средства измерений или стандартного образца (только в свидетельстве об утверждении типа стандартного образца или типа средства измерений единичного производства);

и) интервал между поверками (только в свидетельстве об утверждении типа средства измерений).

Свидетельство оформляется в одном экземпляре отдельно на каждый тип средства измерений или типа стандартного образца с учетом характера их производства (серийное или единичное) и имеет обязательное приложение, содержащее описание типа средства измерений или типа стандартного образца.

Свидетельство должно быть подписано заместителем руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии с указанием даты подписания и заверено гербовой печатью Росстандарта.

В описании типа средства измерений или типа стандартного образца должно быть указано:

а) для стандартных образцов:

- наименование типа стандартного образца;
- назначение и область применения;
- описание стандартного образца (форма, размеры, агрегатное состояние, материал, используемый в качестве основы стандартного образца, расфасовка);
- показатели точности;

- срок годности (только в свидетельстве об утверждении типа стандартного образца единичного производства);

- место и способ нанесения знака утверждения типа на сопроводительные документы стандартного образца;

- изготовитель стандартного образца (полное наименование и юридический адрес).

б) для средств измерений:

- наименование типа средства измерений;

- назначение средства измерений;

- описание средства измерений (конструкция, принцип действия, число модификаций, их обозначение и особенности, описание программного обеспечения при его наличии);

- метрологические, в том числе показатели точности, и технические характеристики средства измерений, включая идентификационные данные программного обеспечения, оценку его влияния на метрологические характеристики средства измерений и уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений (при наличии программного обеспечения);

- место и способ нанесения знака утверждения типа на средство измерений и (или) сопроводительные документы;

- комплектность средства измерений;

- наименование и обозначение методики поверки, перечень эталонов, применяемых при поверке;

- сведения о методиках (методах) измерений (наименование эксплуатационного документа, в котором содержится методика или метод измерений);

- нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений конкретного типа, метод его испытаний и методики поверки;

- рекомендация по области применения (при наличии);

- изготовитель средства измерений (полное наименование и юридический адрес).

Описание типа средства измерений или типа стандартного образца должно быть подписано заместителем руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии с указанием даты подписания и заверено гербовой печатью Росстандарта.

Поверка средств измерений

Поверка средств измерений является основной метрологической процедурой, направленной на подтверждение соответствия средств измерений в процессе их эксплуатации. Поверке подвергаются средства измерений утвержденных типов по методике поверки и с периодичностью, установленными при утверждении их типа. Осуществляют поверку компетентные организации, аккредитованные на это право в установленном порядке. Результатом поверки является подтверждение пригодности средства измерений к применению или признание средства измерений непригодным к применению. Если средство измерений по результатам поверки признано пригодным к применению, то на него наносится поверительное клеймо, вносится соответствующая запись в документацию или выдается свидетельство о поверке по установленной форме. Если средство измерений по результатам поверки признано непригодным к применению, то поверительное клеймо гасится, свидетельство о поверке аннулируется, выдается извещение о непригодности по установленной форме и вносится соответствующая запись в документацию.

Для организации работ по поверке средств измерений ЦКП должен:

- провести анализ всех имеющихся в ЦКП средств измерений (научного оборудования, применяемого для измерений), в том числе встроенных или являющихся составными частями более сложного научного или технологического оборудования;
- составить полный перечень имеющегося измерительного оборудования с указанием метрологического статуса каждой единицы оборудования (утвержден тип или нет, подвергается поверке или калибровке);
- определить для каждой единицы измерительного оборудования компетентную специализированную организацию, которая в соответствии с областью аккредитации может выполнить поверку данного измерительного оборудования;

- составить график поверки измерительного оборудования, имеющегося в ЦКП, согласованный по срокам с межповерочным интервалом каждой единицы измерительного оборудования (график поверки должен составляться на каждый календарный год);

- согласовать выписки из графика поверки с аккредитованными организациями, в которых планируется поверка измерительного оборудования ЦКП, в части их касающейся;

- представлять измерительное оборудование на поверку аккредитованным организациям в соответствии с графиком поверки в согласованные сроки;

- вести учет результатов поверки, организовать надлежащий учет и хранение свидетельств о поверке, извещений о непригодности, документации на измерительное оборудование ЦКП;

- в случае признания измерительного оборудования ЦКП по результатам поверки непригодным, принимать необходимые меры по ремонту или настройке забракованного оборудования и представлению его на повторную поверку.

Если ЦКП является организацией, аккредитованной на право поверки средств измерений, или входит в состав такой организации, то поверку своего измерительного оборудования в соответствии с областью аккредитации ЦКП может осуществлять самостоятельно. При этом поверка измерительного оборудования ЦКП, не входящего в область его аккредитации, а также рабочих эталонов, применяемых ЦКП для поверки, должна быть организована в соответствии с вышеизложенными требованиями и рекомендациями.

Калибровка средств измерений

Средства измерений, не подлежащие поверке, в процессе эксплуатации должны подвергаться калибровке. Принципиальное отличие калибровки от поверки состоит в том, что, если при поверке определяется соответствие характеристик средства измерений установленным значениям (устанавливаются при утверждении типа средства измерений), то при калибровке определяются фактические значения характеристик измерительного оборудования. Таким образом, поверка является одним из видов оценки соответствия, а калибровка – нет. Не смотря на то, что в соответствии с законодательством РФ в области метрологии «юридический статус» калибровки ниже, чем поверки, на практике во многих случаях процедура калибровки может быть гораздо более сложной и трудоемкой, а, главное, значительно более «метрологически полезной», чем поверка. Это объясняется тем, что калибровка позволяет более точно определить метрологические характеристики конкретного образца измерительного оборудования, применяемого в ЦКП.

Основным требованием, предъявляемым к проведению калибровки, является применение при калибровке эталонов и стандартных образцов, прослеживаемых к государственным первичным эталонам РФ или, при их отсутствии, к национальным эталонам других стран.

Поэтому при проведении калибровки в сторонних организациях необходимо обязательно требовать указания в материалах калибровки, как правило, в сертификате калибровки, эталонов, использованных при калибровке. Также обязательно приведение документального доказательства прослеживаемости использованных эталонов к государственным первичным эталонам РФ или национальным эталонам других стран.

Кроме того, в сертификате калибровки обязательно должны быть приведены показатели точности (как правило, неопределенность), с которыми

определены метрологические характеристики калибруемого средства измерений.

Рекомендуется осуществлять ежегодную калибровку измерительного оборудования ЦКП в компетентных специализированных организациях. В первую очередь целесообразно обращаться в государственные научные метрологические центры в соответствии с их специализацией, являющиеся наиболее компетентными организациями в РФ в области обеспечения единства измерений. Кроме того, рекомендуется для проведения калибровки обращаться в организации, аккредитованные на право поверки аналогичных калибруемым средств измерений, а также в организации, аккредитованные на право выполнения калибровочных работ в Российской системе калибровки. Особенно важно обеспечить качество применяемых для калибровки измерительного оборудования ЦКП методик калибровки. Нередко в качестве методик калибровки используют методики поверки аналогичных средств измерений. Однако для ЦКП, которые во многих случаях применяют уникальные измерительные установки, имеющие рекордные характеристики (диапазоны измерений, погрешности и др.), этот путь, как правило, неприемлем. Для гарантии качества методик калибровки, во многом обеспечивающего и качество последующих калибровок, рекомендуется разрабатывать их совместно с государственными научными метрологическими центрами по специализации.

Для организации работ по калибровке средств измерений ЦКП должен:

- составить перечень измерительного оборудования ЦКП, подлежащего калибровке (как составную часть полного перечня измерительного оборудования, имеющегося в ЦКП);
- обеспечить разработку методик калибровки (совместно с государственными научными метрологическими центрами по специализации) для каждого вида измерительного оборудования;
- определить рекомендуемый интервал между калибровками для каждой единицы измерительного оборудования ЦКП;
- разработать график калибровки измерительного оборудования ЦКП;

- своевременно представлять измерительное оборудование на калибровку компетентным организациям;
- контролировать документальное подтверждение прослеживаемости эталонов, стандартных образцов, применяемых для калибровки измерительного оборудования ЦКП;
- вести учет результатов калибровки, организовать надлежащий учет и хранение сертификатов калибровки.

Разработка и аттестация методик измерений

Методики измерений (МВИ) как метрологический объект появились в 1972 году. Объективными причинами появления МВИ в метрологической деятельности явились сформулированные в то время принципы обеспечения единства измерений: результаты измерений должны выражаться в узаконенных единицах и должна быть известна погрешность измерений. *Для реализации этих принципов и внедрения положений государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ) оказалось недостаточно иметь средства измерений, метрологические характеристики которых удовлетворяют установленным требованиям. Это объясняется тем, что погрешность многих измерений зависит не только от метрологических характеристик средств измерений, но и от других причин, которые определяются методом и процедурой измерений (погрешность метода, погрешности, возникающие при отборе и приготовлении пробы, погрешности, обусловленные оператором, условия измерений и др.).*

МВИ объединяют основные компоненты системы обеспечения единства измерений (измеряемая величина, единицы величин, метод измерений, метрологические характеристики средств измерений, форма и вид представления результата измерений и др.). Поэтому разработка и внедрение современных МВИ является важным элементом системы обеспечения единства измерений в ЦКП.

Важнейшей особенностью МВИ является получение результатов измерений с известной погрешностью. Эту погрешность измерений обычно называют приписанной или гарантированной погрешностью. Выполнение этого условия играет решающую роль в обеспечении единства измерений. Оно составляет «метрологическую» сущность работ в области МВИ и подтверждается в результате аттестации МВИ.

Порядок разработки и аттестации методик измерений определяется ГОСТ 8.563-96 «ГСИ. Методики выполнения измерений».

Процедура разработки МВИ в общем случае включает:

- разработку технического задания и формирование исходных данных для разработки МВИ;
- выбор метода и средств измерений;
- проведение теоретических и (или) экспериментальных исследований по оценке погрешностей МВИ;
- разработку (при необходимости) методов оперативного контроля точности результатов измерений;
- разработку документа на МВИ;
- аттестацию МВИ;
- метрологическую экспертизу МВИ (при необходимости).

Разработку, согласование и утверждение технического задания (ТЗ) на разработку МВИ осуществляют в случаях, когда предполагается регламентировать МВИ в отдельном документе. Типичными требованиями, указываемыми в ТЗ на МВИ, являются:

- назначение МВИ, из которого можно установить область применения МВИ;
- пределы измерений;
- пределы допускаемой погрешности измерений;
- характеристики объекта измерений (например, температура жидкости, давление или уровень которой измеряется);
- условия измерений (температура, влажность, давление окружающего воздуха, характеристики источника питания средств измерений, наличие внешних электромагнитных полей, вибрация в местах установки средств измерений и др.);
- вид индикации и формы регистрации результатов измерений;
- требования к автоматизации измерительных процедур;
- требования к безопасности выполнения работ;
- другие требования в соответствии со спецификой МВИ.

При определении измеряемой величины необходимо выражать ее в единицах Международной системы единиц (единицы СИ). Допускается также применять и другие единицы, временно разрешенные к применению в соответствии с ГОСТ 8.417-81 «ГСИ. Единицы физических величин».

Отношение границы погрешности измерений по МВИ к допуску на контролируемый параметр должно быть, как правило, не более 0,3. В обоснованных случаях допускаются значения отношения 0,4-0,5.

В дополнение к указанным исходным данным при разработке МВИ могут потребоваться следующие исходные данные:

- наличие средств измерений, в том числе утвержденных типов;
- наличие других технических средств, в том числе вычислительной техники, которые могут быть использованы при измерениях;
- наличие эталонов, стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов, аттестованных смесей для поверки (калибровки) средств измерений и контроля точности результатов измерений;
- квалификация операторов, выполняющих измерения;
- другие данные в соответствии со спецификой МВИ.

Следующим шагом при разработке МВИ является выбор методов и средств измерений, реализующих МВИ. Выбор методов и средств измерений по заданным исходным данным является многовариантной задачей, приемлемое метрологическое решение которой может быть получено при разных соотношениях составляющих погрешности измерений, т.е. при разных МВИ. Рациональным надо считать такое решение задачи, при котором минимизируются затраты на измерения (в том числе, на метрологическое обслуживание средств измерений) при условии обеспечения заданных характеристик погрешности измерений в заданных условиях с учетом всех, не только метрологических, требований к МВИ.

Выбор методов и средств измерений в процессе разработки МВИ можно разбить на следующие этапы.

а) На основании поставленной в техническом задании измерительной задачи, исходя из особенностей объекта и условий измерений, наличия средств

измерений и вспомогательных устройств и с учетом предполагаемой квалификации персонала, проводящего измерения, выбираются метод и средства измерений, реализующие МВИ, и разрабатывается первый проект МВИ.

б) На основе заданных исходных данных и анализа первого проекта МВИ проводится расчет характеристик погрешностей измерений, которые могут быть присущи любым результатам измерений, получаемым при использовании реализаций данной МВИ в заданных условиях. При оценке погрешностей МВИ могут использоваться расчетные, экспериментальные и расчетно-экспериментальные методы.

Расчетные методы оценивания погрешности измерений используют в тех случаях, когда нет условий для применения экспериментальных методов. Кроме того, расчетные методы оценивания погрешности измерений предпочтительны при наличии исходной информации, достаточной для получения результатов расчета с необходимой точностью.

Чем полнее и конкретнее исходные данные, тем точнее результаты расчета погрешности измерений, тем ближе полученные при расчете характеристики погрешности измерений к действительным характеристикам. Корректные методы расчета погрешности измерений требуют подробной исходной информации о характеристиках случайных и систематических составляющих погрешностей средств измерений и вспомогательных устройств, о частотных спектрах измеряемой и внешних влияющих величин. Такими сведениями в большинстве случаев те, кто разрабатывает МВИ, не располагают. Ограниченная исходная информация приводит к определенной неточности результатов расчета погрешности измерений.

К расчетным методам оценивания погрешности измерений относят и имитационное моделирование нестабильности метрологических характеристик средств измерений, влияния внешних факторов и динамики изменения измеряемой величины на погрешность измерений.

Экспериментальные методы оценивания погрешности измерений могут быть применены при выполнении следующих условий:

- имеются средства измерений контролируемой величины с погрешностью, которую можно считать несущественной в реальных условиях эксперимента по оцениванию погрешностей измерений;

- имеется возможность создать все существенные комбинации внешних влияющих величин и значений самой измеряемой величины, характерные для разрабатываемой МВИ.

В результате эксперимента получают статистические оценки погрешности измерений или ее составляющих, относящиеся к конкретным объекту измерений, экземплярам средств измерений, значениям внешних влияющих величин и т.п. Чтобы получить приписанные значения характеристик погрешности измерений, экспериментальные исследования погрешности необходимо осуществлять на представительной выборке объектов, средств измерений и условий измерений.

Обычно прямое экспериментальное оценивание погрешности измерений в реальных условиях измерений практически всегда затруднено из-за недоступности точки отбора информации об измеряемой величине, недоступности входа датчика, отсутствия средств измерений необходимой точности и других ограничений. В реальных условиях экспериментальным способом можно оценить погрешность лишь части измерительного канала, т.е. некоторые составляющие погрешности измерений.

Необходимо также иметь в виду, что экспериментальное оценивание погрешности измерений и ее составляющих дает также приближенные результаты из-за невозможности полностью выполнить приведенные выше требования.

Наиболее рациональной процедурой оценивания погрешности измерений при разработке большинства МВИ является расчетно-экспериментальная процедура.

Эта процедура заключается в расчетном или экспериментальном оценивании составляющих погрешности измерений и дальнейшем расчетном суммировании этих составляющих. Экспериментальными методами

оцениваются те составляющие погрешности измерений, для которых могут быть выполнены указанные выше условия.

в) Следующим этапом производится сравнение характеристик погрешностей измерений, свойственных первому (и последующим) проекту МВИ, с заданными пределами допускаемых характеристик погрешностей измерений.

При этом можно выделить четыре случая.

1. Значения характеристик погрешности измерений находятся в интервале примерно от 20% до 60 % соответствующих пределов допускаемых значений.

2. Значения характеристик погрешности измерений находятся в интервале примерно от 60% до 100 % соответствующих пределов допускаемых значений.

3. Значения характеристик погрешности измерений выходят за пределы допускаемых значений.

4. Значения характеристик погрешности измерений меньше 20% пределов их допускаемых значений.

В случае, указанном в п. 1, выбор методов и средств измерений можно считать законченным, т.е. проект МВИ можно принять в качестве окончательной МВИ.

В случае, указанном в п.2, целесообразно рассмотреть вопрос об уменьшении погрешности МВИ, так как приведенный расчет неизбежно приближенный, причем погрешности рассчитанных характеристик могут достигать 20-30%.

Сравнивая между собой методические и инструментальные погрешности, составляющие погрешностей косвенных измерений, обусловленные корреляцией погрешностей прямых измерений, погрешность измерений, обусловленную оператором, решают, какие изменения следует внести в МВИ для того, чтобы с наименьшими затратами уменьшить характеристики погрешности измерений до, примерно, 50-60% пределов их допускаемых значений при удовлетворении всех остальных требований к МВИ.

В случае, указанном в п. 3, необходимо ввести в МВИ изменения, обеспечивающие уменьшение характеристик погрешности измерений.

В случае, указанном в п. 4, возможно путем некоторых упрощений МВИ обеспечить меньшие затраты на реализацию МВИ при удовлетворении всех требований к ним. Сравнивая между собой методические и инструментальные составляющие погрешности, составляющие погрешности косвенных измерений, погрешность измерений, обусловленную оператором, решают, какие изменения целесообразно внести в МВИ для того, чтобы с наибольшей выгодой увеличить характеристики погрешности измерений до, примерно, 50-60 % пределов их допускаемых значений при удовлетворении всех остальных требований к МВИ.

После внесения любых изменений в МВИ необходимо проверить, удовлетворяются ли все требования к МВИ. Если результаты этой проверки положительные, то нужно нормировать для МВИ допускаемые значения погрешности МВИ, т.е. погрешности любых результатов измерений, которые будут получены при использовании реализаций данной МВИ в заданных условиях.

Нормы целесообразно назначить такими, чтобы они превышали полученные расчетные значения наибольших возможных значений характеристик погрешности измерений на 10-20 %, но не превышали заданных требований к характеристикам погрешностей МВИ.

г) На основании полученных результатов сравнения принимается решение об окончании разработки МВИ или о необходимости внесения изменений в первый (последующие) проект МВИ.

д) Если в результате определения погрешности МВИ установлено, что действительные значения погрешностей МВИ превосходят приписанные значения, то в МВИ вносятся изменения, направленные на повышение точности измерений, проводимых в соответствии с этой МВИ.

Этапы д), б), в), г) повторяются до достижения требуемых (заданных) свойств МВИ. На этом выбор методов и средств измерений заканчивается.

Необходимо также учитывать, что от метода измерений естественно ожидать, что его точность будет соответствовать определенным действительным значениям погрешности. Однако нельзя гарантировать

полностью, что метод измерений удовлетворяет требованиям по погрешностям измерений. Поэтому в процессе разработки МВИ следует установить методы и средства контроля соответствия характеристик погрешности реализации МВИ принятым для нее нормам. В документе, регламентирующем МВИ, должны быть указаны необходимая периодичность контроля, допустимые характеристики достоверности контроля и методики контроля.

Разработка МВИ заканчивается оформлением документа, регламентирующего МВИ, состоящего из следующих разделов:

- введение, в котором указывают назначение МВИ, отражающее область ее применения, специфику измеряемой величины;
- требования к погрешности измерений, в которых приводятся числовые значения требуемых или приписанных характеристик погрешности;
- средства измерений и вспомогательные устройства, в котором указывается перечень средств измерений и других технических средств, применяемых при выполнении измерений, с указанием их метрологических характеристик;
- метод (методы) измерений, в котором излагается описание приемов, сравнения измеряемой величины с единицей в соответствии с принципом, положенным в основу предложенного метода;
- условия измерений, в котором указываются температура, влажность, давление окружающего воздуха и перечень других влияющих величин с границами их допустимых значений;
- подготовка к выполнению и выполнение измерений, где указываются подготовительные работы и содержится перечень и объем, последовательность операций выполнения измерений;
- требования, выполнение которых обеспечивает безопасность труда, норм санитарии и охрану окружающей среды;
- требования к квалификации операторов, где содержатся сведения об уровне квалификации (профессии, образовании, специальной подготовке и др.) лиц, допускаемых к выполнению измерений по данной МВИ;

- обработка (вычисление) результатов измерений, в котором приводятся способы обработки и получения результатов измерений;

- оформление результатов измерений, в котором указываются форма представления, вид носителя получаемой измерительной информации и др. требования.

Допускается исключать или объединять указанные разделы или изменять их наименования, либо включать дополнительные разделы с учетом особенностей измерений.

Аттестация методики измерений – это по своей сути исследования, направленные на определение показателей точности измерений, выполняемых в соответствии с данной методикой.

На основе результатов исследований делается вывод о соответствии МВИ заданным требованиям или приписанным характеристикам (допустимой погрешностью).

Аттестацию методик измерений осуществляют *государственные научные метрологические центры* и другие компетентные организации, *аккредитованные* на право аттестации МВИ в установленном порядке. Аттестация МВИ осуществляется тремя способами или их комбинацией путем:

- метрологической экспертизы материалов разработки МВИ;
- теоретических исследований;
- экспериментальных исследований МВИ.

Выбор способа аттестации определяется сложностью МВИ, опытом метролога-эксперта в данной области измерений, наличием испытательного оборудования и средств измерений.

На аттестацию МВИ представляют:

- исходные требования (ТЗ, ТУ) на разработку, в том числе требования к точности измерений, область (диапазон) измеряемой величины и условия измерений;

- документ или проект документа на МВИ, регламентирующий технологию измерений;

- программу и результаты экспериментального или расчетного определения характеристик погрешности измерений.

Как правило, результаты определения характеристик погрешности измерений представляют в виде протоколов или отчетов.

Отчет об определении погрешности измерений по данной методике расчетным или экспериментальным путем оформляется разработчиком МВИ в произвольной форме.

Наиболее распространенным методом аттестации является метрологическая экспертиза документов на МВИ, включая отчет об определении погрешности измерений по данной методике.

Метрологическая экспертиза МВИ – анализ и оценка выбора методов и средств измерения, операций и правил проведения измерений и обработки их результатов с целью установления соответствия МВИ предъявляемым метрологическим требованиям.

Отчет о результате аттестации МВИ оформляется исполнителем, проводившим аттестацию в произвольной форме. В отчете должны быть отражены следующие вопросы:

- наименование подразделения, проводившего аттестацию МВИ;
- указание полного наименования МВИ, которая была представлена на метрологическую аттестацию ;
- указание недостатков, нарушений требований руководящих документов (если таковые имеют место);
- анализ соответствия реальной погрешности измерений, погрешности, заявленной в документе на МВИ;
- выводы по результатам метрологической аттестации МВИ (признана МВИ аттестованной или нет);
- дата и подпись исполнителей, непосредственно проводивших аттестацию МВИ.

При положительных результатах аттестации документ, регламентирующий МВИ, утверждается в установленном порядке. В документе, как правило, указывается «МВИ аттестована (приводится

наименование организации, проводившей аттестацию)» и оформляется свидетельство об аттестации.

Таким образом, для организации работ по аттестации методик измерений ЦКП должен:

- определить перечень измерений, проводимых ЦКП, для которых необходима разработка и аттестация методик измерений. К ним должны быть отнесены все измерения, проводимые в интересах выполнения государственных контрактов, а также в интересах сторонних организациях, за исключением прямых измерений, результат которых получают непосредственно от средства измерений утвержденного типа;

- разработать исходные требования к методике измерений, в том числе требования к точности измерений, область (диапазон) измеряемой величины и условия измерений;

- разработать самостоятельно или заказать разработку в компетентной организации (рекомендуется в *специализированном государственном научном метрологическом центре*) проект документа, регламентирующего методику измерений;

- представить проект документа, регламентирующего методику измерений, на аттестацию в организацию, аккредитованную на право аттестации методик измерений;

- обеспечить контроль за соблюдением аттестованной методики измерений при ее применении.

Аттестация испытательного и технологического оборудования ЦКП

Испытательное и технологическое оборудование (далее оборудование) ЦКП, обеспечивающее воспроизведение условий испытаний или производства и имеющее *нормированные точностные характеристики*, подлежит аттестации. Целью аттестации является подтверждение нормированных в документации значений нормированных характеристик оборудования при эксплуатации. При проведении аттестации должны применяться средства измерений утвержденных типов, экземпляры средств измерений должны быть поверены/откалиброваны, методики измерений должны быть аттестованы. Аттестация может быть первичной, периодической и повторной.

Первичную аттестацию проводят при вводе оборудования в эксплуатацию на конкретном рабочем месте в лаборатории ЦКП.

Первичная аттестация проводится комиссией, в состав которой включают представителей лаборатории ЦКП, эксплуатирующей оборудование и привлеченных специалистов государственных научных метрологических центров в соответствии с их специализацией. Комиссию своим приказом назначает руководитель ЦКП.

Аттестация оборудования проводится в соответствии с программой и методикой аттестации, разработанными организацией, эксплуатирующей оборудование. Методика аттестации оборудования перед утверждением должна пройти метрологическую экспертизу в компетентной метрологической организации (рекомендуется в государственном научном метрологическом центре).

Результаты первичной аттестации оформляют протоколом. В протоколе рекомендуется указывать:

- условия проведения аттестации (температура, влажность, давление и другие факторы, влияющие на результаты аттестации);
- документы, используемые для аттестации (перечисляются программы и методики аттестации, нормативные, эксплуатационные и другие документы);

- сведения об аттестуемом оборудовании (наименование, тип, заводской номер, изготовитель);
- проверяемые характеристики оборудования;
- сведения о средствах измерений, применяемых при аттестации;
- результаты аттестации (значения характеристик оборудования, полученные в результате аттестации);
- рекомендации комиссии по периодической аттестации оборудования (объем, периодичность, методы и средства проведения);
- заключение комиссии о соответствии оборудования установленным требованиям и возможности его использования по назначению или о непригодности.

Протокол подписывают председатель и члены комиссии, проводившей первичную аттестацию.

При положительных результатах первичной аттестации на основании протокола оформляют аттестат, в котором указывают сведения об аттестуемом оборудовании (наименование, тип, заводской номер, изготовитель), о владельце оборудования, о периодичности аттестации, а также данные о протоколе аттестации. Аттестат подписывает руководитель организации, выполнившей аттестацию.

Отрицательные результаты первичной аттестации указывают в протоколе.

Сведения о выданном аттестате (номер и дата выдачи), полученные значения характеристик оборудования, а также срок последующей периодической аттестации оборудования и периодичность ее проведения в процессе эксплуатации вносят в эксплуатационную документацию оборудования.

Периодическая аттестация должна проводиться в процессе эксплуатации оборудования через интервалы времени, установленные в эксплуатационной документации на оборудование или при его первичной аттестации.

Периодическую аттестацию проводят в порядке аналогичном порядку первичной аттестации.

Результаты периодической аттестации оформляют протоколом, содержание которого аналогично содержанию протокола первичной аттестации. Протокол с результатами периодической аттестации подписывают лица, ее проводившие. Утверждает протокол руководитель организации, проводившей аттестацию.

При положительных результатах периодической аттестации в эксплуатационной документации на оборудование делают соответствующую отметку. При этом рекомендуется на оборудование прикрепить бирку с указанием даты проведенной аттестации и срока последующей периодической аттестации.

При отрицательных результатах периодической аттестации в протоколе указывают мероприятия, необходимые для доведения технических характеристик оборудования до требуемых значений.

Повторная аттестация оборудования проводится в случаях его ремонта или модернизации, проведения работ над фундаментом, на котором оно установлено, перемещения стационарного оборудования и других причин, которые могут вызвать изменения нормированных характеристик оборудования.

Повторная аттестация оборудования после ремонта и модернизации проводится в порядке, определенном для первичной аттестации.

Повторная аттестация оборудования после проведения работ над фундаментом, на котором оно установлено, перемещения стационарного оборудования и других причин, которые могут вызвать изменения нормированных характеристик оборудования, проводится в порядке, определенном для периодической аттестации.

Таким образом, для организации работ по аттестации испытательного и технологического оборудования ЦКП должен:

- провести анализ оборудования, имеющегося в ЦКП, определить оборудование, имеющее нормированные точностные характеристики и составить его перечень;

- разработать или заказать разработку в компетентных организациях методик аттестации оборудования ЦКП;
- организовать проведение работ по первичной аттестации оборудования ЦКП в соответствии с вышеизложенными требованиями;
- разработать по результатам первичной аттестации график периодической аттестации оборудования ЦКП;
- организовать работы по периодической аттестации оборудования ЦКП, по учету, документированию и хранению результатов аттестации;
- обеспечить контроль за эксплуатацией аттестованного оборудования (за соблюдением сроков периодической аттестации, за соблюдением условий применения и т.д.).

Аттестация чистых помещений ЦКП

Во многих случаях в ЦКП предъявляются специальные требования к чистоте воздуха в помещениях. Эти требования выполняются за счет применения чистых помещений, в которых концентрация аэрозольных частиц не должна превышать значения установленных пределов, которые обусловлены особенностями технологических и исследовательских (измерительных) процессов, выполняемых в чистых помещениях.

Постоянное соответствие чистых помещений требованиям к чистоте воздуха (классу ИСО) проверяется проведением определенных видов контроля и оформлением его результатов. Данные мониторинга используются для оценки состояния чистых помещений и могут служить основой для определения периодичности контроля.

Чистота помещения по взвешенным в воздухе частицам обозначается классификационным числом N. Максимально допустимая концентрация частиц C_n , частиц/м³, с размерами, равными или большими заданного размера D, для данного класса чистоты определяется по формуле

$$C_n = 10^N \left(\frac{0,1}{D} \right)^{2,08},$$

где N - классификационное число ИСО, которое не должно превышать значения 9. Промежуточные числа классификации ИСО могут быть определены с наименьшим допустимым приращением N, равным 0,1;

0,1 - константа, мкм;

D - заданный размер частиц, мкм.

C_n округляется до целого числа, при этом используется не более трех значащих цифр. В ГОСТ ИСО 14644-1 – 2002 приведены классы чистоты и соответствующие концентрации частиц с размерами, равными или большими заданных размеров. Точное значение величины C_n определяется по приведенной выше формуле.

Обозначение класса чистоты по взвешенным в воздухе частицам для чистых помещений и чистых зон включает:

- a) классификационное число, выраженное как «Класс N ИСО»;
- b) состояние чистого помещения;
- c) заданные размеры частиц и соответствующие концентрации, определенные по приведенной формуле, где каждый заданный пороговый размер частиц находится в пределах 0,1-5,0 мкм.

Пример обозначения:

Класс 4 ИСО; эксплуатируемое состояние; заданные размеры частиц:
0,2 мкм (2370 частиц/м³); 1,0 мкм (83 частицы/м³).

Размеры частиц, для которых следует определить концентрацию, должны быть согласованы ЦКП и организацией, проводящей аттестацию чистого помещения.

Если оценка должна быть сделана для более чем одного размера частиц, то каждый больший диаметр частицы (например, D₂) должен быть, по крайней мере, в 1,5 раза больше ближайшего меньшего диаметра частицы (например, D₁).

Необходимо постоянно контролировать состояние чистых помещений. Метод контроля и его периодичность (максимальные интервалы времени между проведением контроля) для подтверждения постоянного соответствия чистых помещений заданному классу ИСО приведены в ГОСТ Р ИСО 14644-2 – 2001.

Там, где чистые помещения оборудованы средствами постоянного или частого мониторинга концентрации аэрозольных частиц и перепада давления воздуха (если предусмотрено), периодичность контроля может быть увеличена при условии, что результаты постоянного или частого мониторинга остаются в заданных пределах.

В чистых помещениях, требующих дополнительного контроля и оборудованных средствами постоянного или частого мониторинга параметров, периодичность дополнительного контроля также может быть увеличена при

условии, что результаты постоянного или частого мониторинга остаются в заданных пределах.

Если результаты контроля находятся в заданных пределах, то чистое помещение соответствует установленным требованиям. Если результат какого-либо вида контроля выходит за установленные пределы, то чистое помещение не соответствует заданным требованиям. В этом случае необходимо принять корректирующие меры. После принятия этих мер проводится повторная аттестация.

Повторная аттестация чистых помещений проводится в случаях:

а) устранения причины несоответствия чистых помещений установленным требованиям;

б) значительного отклонения от условий эксплуатации, например, изменений в использовании чистого помещения;

в) любого значительного перерыва в движении воздуха, который влияет на работу чистого помещения;

г) специального технического обслуживания, которое существенно влияет на работу чистого помещения, например, замена финишных фильтров (фильтров последней ступени очистки).

Мониторинг концентрации аэрозольных частиц и других параметров должен проводиться в соответствии с программой. Как правило, он проводится в эксплуатируемом состоянии чистых помещений. Программа мониторинга концентрации аэрозольных частиц должна основываться на оценке риска с учетом области применения чистого помещения. Программа должна включать, как минимум, предварительно определенные точки пробоотбора, минимальный объем воздуха для каждой пробы, продолжительность отбора проб, число проб в каждой точке пробоотбора, интервал времени между отборами проб, размер (размеры) частиц, по которым ведется контроль, приемлемые пределы счета, а также, при необходимости, пределы предупреждения, действия и допустимого отклонения. Если программой предусмотрены постоянный или частый мониторинг по концентрации аэрозольных частиц и перепаду давления, то периодичность контроля концентрации частиц может быть увеличена.

Мониторинг других параметров (например, температуры и влажности) может проводиться аналогично.

Если результаты мониторинга параметров выходят за установленные уровни действия, то чистое помещение не соответствует требованиям и следует принять соответствующие меры. Для оценки соответствия чистого помещения предъявляемым требованиям после принятия этих мер следует повторить описанные ранее виды контроля. Если соответствие достигнуто, то мониторинг параметров можно возобновить.

Определение концентрации аэрозольных частиц должно проводиться для оценки класса чистого помещения в соответствии с ГОСТ ИСО 14644-1 с периодичностью, установленной ГОСТ Р ИСО 14644-2.

Характеристика методов испытаний чистых помещений:

- определение концентрации аэрозольных частиц. Это испытание проводится для определения чистоты воздуха и может включать в себя:

а) классификацию;

б) определение концентрации ультрамелких (ультрадисперсных) частиц (дополнительный метод);

в) определение концентрации макрочастиц (дополнительный метод). Испытания б) и в) могут быть использованы для получения дополнительной информации или как основание для предъявления специальных требований, но не могут быть использованы для целей классификации;

- анализ воздушных потоков. Это испытание проводится для определения расхода приточного воздуха в чистых помещениях или чистых зонах с неоднаправленным потоком и для определения распределения скорости воздуха в чистых помещениях или чистых зонах с одинаправленным потоком. Обычно проводятся измерения либо скорости, либо расхода воздушного потока, а результаты выражаются одним из трех параметров: средней скоростью, средним расходом или полным расходом воздуха. Полный расход воздуха может быть, в свою очередь, быть использован для расчета кратности воздухообмена для чистых помещений или чистых зон с неоднаправленным

потоком воздуха. Скорость воздуха должна определяться в чистых помещениях или чистых зонах с однонаправленным потоком;

- перепад давления. Цель измерения перепада давления - подтвердить способность чистого помещения поддерживать разность давлений между чистым помещением и окружающей средой. Измерение перепада давления следует проводить после того, как установлено соответствие требованиям к скорости, расходу, однородности и другим контролируемым параметрам воздушного потока;

- целостность установленной системы фильтрации. Это испытание проводится для того, чтобы подтвердить, что финишная высокоэффективная система фильтрации установлена надлежащим образом. В ходе испытаний не должно быть обнаружено утечек в обход фильтров, отсутствия дефектов фильтра (маленьких отверстий или других повреждений в теле фильтра и местах его примыкания к раме), утечек (через раму фильтра, посадочное место и конструкции крепления). При испытаниях не проявляется эффективность системы фильтрации. Испытания выполняются путем подачи контрольного аэрозоля на вход фильтров и одновременного сканирования поверхности фильтров и их креплений или осуществления отбора пробы после фильтров в воздуховоде;

- направление потока воздуха, визуализация потока. Цель данного испытания - подтвердить, что направление потока, картина распределения потоков или и то и другое соответствуют проекту или соответствующей спецификации. При необходимости пространственные характеристики воздушного потока могут быть также подтверждены;

- однородность температуры и влажности. Цель данных испытаний - показать способность системы вентиляции и кондиционирования поддерживать в зоне испытаний уровень температуры и влажности (выраженной относительной влажностью или точкой росы) в заданных пределах в течение периода времени, установленного заказчиком;

- статическое электричество и генерация ионов. Целью испытаний является определение уровней статического напряжения на различных

предметах, способности материалов рассеивать статическое электричество и характеристик генераторов ионов (ионизаторов), используемых для регулирования статического напряжения в чистых помещениях. При измерении статического электричества определяются статическое напряжение на рабочих поверхностях и поверхностях продукта, способность полов, поверхностей рабочих мест и других объектов, рассеивать статическое электричество. Исследование генерации ионов выполняется для оценки способности ионизаторов снижать статическое напряжение на поверхностях;

- осаждение частиц. Целью испытания являются оценка количества (числа или массы частиц) или влияния (по рассеянию света или покрытию поверхности) частиц, осевших на поверхность;

- время восстановления. Это испытание проводится для определения способности чистого помещения восстанавливать заданный класс чистоты в течение определенного времени после кратковременного внесения источника загрязнений. Это испытание не рекомендуется проводить для чистых помещений с однонаправленным потоком воздуха. При использовании в процессе испытаний искусственных аэрозолей не следует допускать остаточных загрязнений чистых помещений;

- герметичность ограждающих конструкций. Это испытание выполняется для обнаружения возможности проникания загрязненного воздуха в чистые помещения из окружающих зон через соединения, элементы герметизации или двери.

Таким образом, для организации работ по аттестации чистых помещений ЦКП должен:

- установить требования к помещениям ЦКП в соответствии с международными стандартами на чистые помещения;

- провести самостоятельно или с привлечением компетентной организации аттестацию чистых помещений в соответствии с вышеизложенными требованиями;

- проводить регулярный мониторинг состояния аттестованных помещений ЦКП и, при необходимости, проводить мероприятия по их поддержанию в требуемом состоянии.

Рекомендации по организации метрологического обеспечения ЦКП

Для организации работ по метрологическому обеспечению в ЦКП из числа сотрудников ЦКП назначается ответственное лицо, которому вменяются обязанности организованного решения задач метрологического обеспечения во всех подразделениях ЦКП.

В ЦКП рекомендуется организовать постоянный мониторинг состояния метрологического обеспечения. Мероприятия по аудиту состояния метрологического обеспечения по решению руководителя ЦКП могут проводиться самостоятельно, либо как составная часть работ по внутреннему аудиту системы менеджмента качества ЦКП в соответствии со стандартами ИСО серии 9000. Периодичность аудитов устанавливается руководителем ЦКП, но не реже одного раза в год. По результатам аудита (аудитов) рекомендуется подготовка ежегодного отчета о состоянии метрологического обеспечения ЦКП.

Отчет, как правило, содержит выводы о соответствии метрологического обеспечения ЦКП предъявленным требованиям и рекомендации по его совершенствованию (планируемые мероприятия). Отчет представляется руководителю ЦКП для принятия решений по проведению мероприятий, направленных на совершенствование метрологического обеспечения ЦКП.

Рекомендуется включать в отчет следующие материалы:

- перечень измерительного оборудования ЦКП;
- перечень стандартных образцов ЦКП;
- перечень методик измерений, применяемых в ЦКП;
- перечень методик калибровки, по которым осуществляется калибровка измерительного оборудования ЦКП;
- перечень испытательного и технологического оборудования ЦКП, имеющего точностные характеристики;
- перечень чистых помещений ЦКП;
- график поверки (калибровки) измерительного оборудования ЦКП;

- график аттестации испытательного и технологического оборудования ЦКП, имеющего точностные характеристики;
- график аттестации чистых помещений ЦКП;
- сведения о проведенных за отчетный период метрологических экспертизах;
- сведения о новом (закупленном или полученном за отчетный период) оборудовании ЦКП;
- сведения о работах по аттестации методик измерений, проведенных за отчетный период;
- другие сведения, отражающие деятельность ЦКП в области метрологического обеспечения (обучение специалистов, проведение аттестации персонала, внедрение специализированного программного обеспечения и т.д.).

Перечень измерительного оборудования ЦКП, как правило, содержит:

- наименование, тип и заводской номер оборудования;
- основные метрологические характеристики;
- периодичность поверки или калибровки оборудования;
- место (организация) где проводится поверка или калибровка оборудования;
- метрологический статус оборудования (поверка или калибровка).

Перечень стандартных образцов ЦКП, как правило, содержит:

- наименование и обозначение, данное изготовителем;
- основные метрологические характеристики.

Перечень методик измерений, применяемых в ЦКП (в том числе разработанных ЦКП), как правило, содержит:

- наименование методики измерений, сведения о разработчике методики и о документе, в котором она изложена;
- область применения методики измерений;
- основные метрологические характеристики методики измерений;
- сведения об аттестации методики измерений (кем, когда аттестована, данные свидетельства об аттестации).

Перечень методик калибровки (в том числе разработанных ЦКП), как правило, содержит:

- наименование методики калибровки;
- сведения о разработчике методики калибровки;
- область применения методики с указанием основных метрологических характеристик;
- сведения об аттестации методики калибровки.

Перечень испытательного и технологического оборудования ЦКП, имеющего точностные характеристики, как правило, содержит:

- наименование и заводское обозначение оборудования;
- точностные характеристики оборудования;
- периодичность аттестации оборудования;
- сведения о первичной аттестации оборудования;
- место (организация) где проводится периодическая аттестация;
- фамилию ответственного за эксплуатацию оборудования.

Перечень чистых помещений ЦКП, как правило, содержит:

- сведения о помещениях (обозначение, принятое в ЦКП, размеры и др.);
- сведения о классе чистоты помещения;
- сведения о периодичности аттестации;
- сведения о последней аттестации помещений (кто проводил, когда, данные свидетельства об аттестации).

Графики поверки, калибровки и аттестации оборудования ЦКП, как правило, содержат:

- наименование и заводское обозначение оборудования;
- периодичность поверки, калибровки или аттестации;
- дату последней поверки, калибровки или аттестации;
- место проведения поверки, калибровки или аттестации;
- планируемую дату проведения поверки, калибровки или аттестации;
- отметку о выполнении.

Сведения о выполненных работах по метрологическому обеспечению ЦКП (аттестации методик измерений, проведении метрологических экспертиз и

др.) содержат информацию об исполнителях работ, выданных (полученных) документах, а также копии этих документов (свидетельств об аттестации методик измерений, свидетельств о поверке, сертификатов калибровки, заключений метрологической экспертизы и т.д.).

Рекомендуется сведения о состоянии метрологического обеспечения ЦКП представлять на сайте ЦКП. Целесообразно на сайте размещать перечень оборудования и данные о его поверке (калибровке), в том числе номера и дату выдачи (годности) свидетельств о поверке (сертификатов калибровки), перечень аттестованных методик измерений, применяемых в ЦКП, с указанием данных свидетельств аттестации методик и др.

Копии документов по метрологическому обеспечению

8.1. Аттестат аккредитации на право поверки средств измерений



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**

**АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ
НА ПРАВО ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**

Действителен до

" 20 " мая 2015 г.

Настоящий аттестат удостоверяет, что

Открытое акционерное общество "Научно-исследовательский центр
наименование юридического лица (индивидуального предпринимателя), адрес
по изучению свойств поверхности и вакуума" (ОАО "НИЦПВ")

119421, г. Москва, ул. Новаторов, 40, корп.1

в соответствии с приказом от 24 мая 2010 г. № 1865 аккредитовано в области обеспечения единства измерений и официально признана его компетентность выполнять работы по поверке средств измерений, перечисленных в прилагаемой Области аккредитации, являющейся неотъемлемой частью настоящего аттестата.

Регистрационный номер в Реестре аккредитованных юридических лиц и индивидуальных предпринимателей **1606**

Заместитель Руководителя
Федерального агентства



Заместитель Руководителя
Федерального агентства

М.П.

М.П.

В. Н. Крутиков

" 10 " 06 2010

Продлен до

" " "

8.2. Свидетельство о поверке

ОАО "НИЦПВ"
наименование органа Государственной метрологической службы, юридического лица

**СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ПОВЕРКЕ
№ 6309**

Действительно до
15.01.2015

Средство измерений Сканирующий зондовый микроскоп; Ntegra Aura

наименование, тип

Серия и номер клейма предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются)

заводской номер 10132

принадлежащее ОАО "НИЦПВ", 7728309630

наименование юридического (физического) лица, ИНН

поверено и на основании результатов первичной (периодической) поверки признано пригодным к применению.

Поверительное клеймо 

<p>Зам. генерального директор должность руководителя подразделения</p>	 подпись	<p>А.Ю. Кузин инициалы, фамилия</p>
<p>Поверитель 15.01.2014</p>	  подпись	<p>Д. А. Карбанов инициалы, фамилия</p>

8.3. Сертификат калибровки средства измерений

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПО ИЗУЧЕНИЮ
СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ И ВАКУУМА»
(ОАО «НИЦПВ»)

СЕРТИФИКАТ № 774/1 калибровки средства измерений

Наименование средства измерений: Измерительный стенд для входного и пооперационного контроля процесса изготовления кристаллических рельефных наноструктур.

Заказчик: Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума».

Назначение средства измерений: измерение линейных размеров проявленных в резисте структур и структур в оксидной маске, неравномерности ширины элементов резистивной маски на поверхности кремниевых пластин.

Условия эксплуатации – лабораторные.

Результаты калибровки, включая неопределенность:

По результатам калибровки (протокол от 12 февраля 2014 г.) установлены следующие метрологические характеристики измерительного стенда для входного и пооперационного контроля процесса изготовления кристаллических рельефных наноструктур:

для функционального блока на основе РЭМ S-4800:

-эффективный диаметр электронного зонда составляет 10,7 нм; $U=1,6$ нм;

- нелинейность строчной развертки составляет 0,75%, $U = 0,04\%$;

для функционального блока на основе РЭМ JSM-6460LV:

-эффективный диаметр электронного зонда составляет 28 нм; $U=3$ нм;

- нелинейность строчной развертки составляет 0,92%, $U = 0,09\%$.

Примечание: *Расширенная неопределенность U получена путем умножения стандартной неопределенности на коэффициент охвата $k = 2$, соответствующий уровню доверия приблизительно равному 95% при допущении нормального распределения. Оценивание неопределенности проведено в соответствии с «Руководством по выражению неопределенности измерений» (GUM)*

Метод калибровки, применяемые эталоны: калибровка проведена в соответствии с методикой калибровки МК- 49 ПВ, утвержденной ОАО «НИЦПВ».

При калибровке применялась мера ширины и периода специальная МШПС-2.0К.

Доказательство прослеживаемости: прослеживаемость обеспечивалась путем поверки меры ширины и периода специальной МШПС-2.0К зав. № 019 при помощи атомно-силового микроскопа Solver P47, сопряженного с ЛИС-01М, зав. № 01, по ГОСТ Р 8.629-2007.

Дополнительная информация: рекомендуемый межкалибровочный интервал – 1 год.

Заместитель генерального директора

Ответственный исполнитель

А.Ю.Кузин

В.Б.Митюхляев

Дата выдачи: « 12 » февраля 2014 г.

8.4. Аттестат аккредитации в области обеспечения единства измерений



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ
В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА
ИЗМЕРЕНИЙ**

Действителен до
" 22 " июня 2016 г.

Настоящий аттестат удостоверяет, что

Открытое акционерное общество
наименование юридического лица (индивидуального предпринимателя), адрес
**«Научно-исследовательский центр по изучению свойств
поверхности и вакуума» (ОАО «НИЦПВ»)**
Москва, ул. Новаторов, д.40, корп. 1

аккредитовано в области обеспечения единства измерений и официально признана его компетентность выполнения работ по аттестации методик (методов) измерений и метрологической экспертизе документов, перечисленных в прилагаемой Области аккредитации, являющейся неотъемлемой частью настоящего аттестата.

Регистрационный номер в Реестре аккредитованных юридических лиц и индивидуальных предпринимателей 01.00317-2011 от 23.06.2011 г.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства

В. Н. Крутиков
" 23 " июня 2011 г.



Серия АК № 000444

8.5. Свидетельство об аттестации методики измерений

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Государственный научный метрологический центр
ОАО «Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности
и вакуума»

119421, г. Москва, ул. Новаторов 40, корп. 1, Тел./факс (495) 935-97-77

Свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 232/01.00317-2011/2014

Методика измерений *ширины литографической линии на поверхности кремниевой пластины с помощью растрового электронного микроскопа*, разработанная *ФГАОУ ВПО «Московский физико-технический институт (государственный университет)», 141700, г. Долгопрудный Московской обл., Институтский пер., 9.* и регламентированная в документе *«Методика измерений ширины литографической линии. Методика выполнения измерений с помощью растрового электронного микроскопа»*, утвержденном в 2014 году и содержащем 13 страниц, аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений».

Аттестация осуществлена по результатам *экспериментально-расчетного оценивания показателей точности измерений, выполненных с использованием аттестуемой методики измерений.*

В результате аттестации установлено, что методика измерений соответствует предъявляемым к ней требованиям и обладает следующими показателями точности:

Неопределенность измерений ширины литографической линии в условиях повторяемости в диапазоне измерений 20-150 нм не превышает 2 нм.

Заместитель генерального директора

А.Ю. Кузин

Ведущий научный сотрудник

В.Б. Митюхляев

28 ноября 2014 г.

8.6. Свидетельство об утверждении типа средств измерений



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

об утверждении типа средств измерений

NL.C.27.036.A № 56071

Срок действия до 22 июля 2019 г.

НАИМЕНОВАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
**Микроскопы электронные растровые настольные Phenom
(модификации Phenom Pure, Phenom Pro, Phenom ProX)**

ИЗГОТОВИТЕЛЬ
Фирма Phenom-World BV., Нидерланды

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № **57829-14**

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ
МП 57829-14

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ **1 год**

Тип средств измерений утвержден приказом Федерального агентства по
техническому регулированию и метрологии от **22 июля 2014 г. № 1100**

Описание типа средств измерений является обязательным приложением
к настоящему свидетельству.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства

Ф.В.Булыгин



Иван 2014 г.

Серия СИ

№ **015924**