МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ
СТАНДАРТИЗАЦИИ

**РМГ 63—
2003**

Государственная система обеспечения единства измерений

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Метрологическая экспертиза технической документации

Издание официальное

Москва
ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
2004

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—97 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Порядок разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о рекомендациях

1 РАЗРАБОТАНЫ Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС») Госстандарта России

2 ВНЕСЕНЫ Госстандартом России

3 Утверждены Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 24 от 5 декабря 2003 г.)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Кыргызстан	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Российская Федерация	RU	Госстандарт России
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт
Украина	UA	Госпотребстандарт Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 октября 2004 г. № 50-ст рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 63—2003 введены в действие в качестве рекомендаций по метрологии Российской Федерации с 1 января 2005 г.

5 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящим рекомендациям публикуется в указателе «Национальные стандарты», а текст изменений — в информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра или отмены настоящих рекомендаций соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе «Национальные стандарты»

© ИПК Издательство стандартов, 2004

В Российской Федерации настоящие рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Метрологическая экспертиза технической документации

State system for ensuring the uniformity of measurements.
Ensuring the effect of measurements by the control of technological processes.
Metrological examination of technical documents

Дата введения — 2005—01—01

1 Область применения

Настоящие рекомендации определяют цели, задачи, порядок организации метрологической экспертизы технической документации, основные виды технических документов, подвергаемых метрологической экспертизе, порядок оформления и реализации результатов метрологической экспертизы технической документации.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 8.010—90[1)] Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений

ГОСТ 8.417—2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин

РМГ 29—99 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

РМГ 51—2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения

РМГ 62—2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации

РМГ 64—2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Методы и способы повышения точности измерений

Примечание — При пользовании настоящими рекомендациями целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими рекомендациями следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяют в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Общие положения

3.1 Метрологическую экспертизу технической документации проводят путем анализа и оценивания технических решений в части метрологического обеспечения (технических решений, касающихся измеряемых параметров, установления требований к точности измерений, выбора методов и средств измерений, их метрологического обслуживания).

[1)] На территории Российской Федерации действует стандарт [1].

Издание официальное

3.2 Метрологическая экспертиза является частью комплекса работ по метрологическому обеспечению и может являться частью технической экспертизы конструкторской, технологической и проектной документации.

3.3 При метрологической экспертизе выявляют ошибочные или недостаточно обоснованные решения, вырабатывают рекомендации по конкретным вопросам метрологического обеспечения.

Метрологическая экспертиза способствует решению технико-экономических задач при разработке технической документации.

3.4 Метрологическую экспертизу не проводят, если в процессе разработки технической документации выполнена ее метрологическая проработка силами привлекаемых специалистов метрологической службы.

3.5 Метрологическая экспертиза включает в себя метрологический контроль технической документации.

3.5.1 Метрологический контроль осуществляют путем проверки технической документации на соответствие конкретным метрологическим требованиям, установленным в стандартах и других нормативных документах (например, проверка на соответствие ГОСТ 8.417 наименований и обозначений указанных в технической документации единиц величин или проверка на соответствие РМГ 29 использованных метрологических терминов).

3.5.2 *Решения экспертов по результатам метрологического контроля имеют обязательный характер.*

3.6 Основная цель метрологической экспертизы — достижение эффективности метрологического обеспечения, выполнение общих и конкретных требований к метрологическому обеспечению наиболее рациональными методами и средствами.

Конкретные цели метрологической экспертизы определяются назначением и содержанием технической документации (например, конкретная цель метрологической экспертизы чертежей простейших деталей — обеспечение достоверности измерительного контроля с оптимальными значениями вероятностей брака контроля 1-го и 2-го рода).

4 Организация работ по проведению метрологической экспертизы

4.1 *При организации метрологической экспертизы на предприятии осуществляют следующие* мероприятия:

- назначение подразделения, специалисты которого проводят метрологическую экспертизу;
- разработку документа, устанавливающего порядок проведения метрологической экспертизы на конкретном предприятии;
- планирование метрологической экспертизы;
- назначение экспертов;
- подготовку и повышение квалификации экспертов;
- формирование комплекса документов, справочных материалов, необходимых при проведении метрологической экспертизы.

4.2 Типичные формы организации метрологической экспертизы следующие:

- силами экспертов-метрологов метрологической службы предприятия (эта форма организации метрологической экспертизы предпочтительна при сравнительно небольших объемах разрабатываемой технической документации);
- силами специально подготовленных экспертов из числа разработчиков документации в конструкторских, технологических, проектных и других подразделениях предприятия (эта форма предпочтительна при больших объемах разрабатываемой технической документации);
- силами специально создаваемой комиссии либо группы специалистов при приемке технических (эскизных, рабочих) проектов сложных изделий или технологических объектов, систем управления, а также на других этапах разработки технической документации;
- силами группы или отдельных специалистов, привлекаемых к проведению метрологической экспертизы по договору.

Организацию метрологической экспертизы проектов стандартов возлагают на технические комитеты или национальные метрологические институты (далее — НМИ).

Проекты стандартов и других документов Государственной системы обеспечения единства измерений (далее — ГСИ), разрабатываемые НМИ, метрологической экспертизе не подлежат.

4.3 Документ, определяющий конкретный порядок проведения метрологической экспертизы на предприятии, устанавливает:

- номенклатуру продукции (виды объектов), техническую документацию на которую подвергают метрологической экспертизе;

- конкретные виды технических документов и этапы их разработки, на которых эти документы подвергают метрологической экспертизе, а также порядок представления технической документации на метрологическую экспертизу;

- подразделения или лиц, проводящих метрологическую экспертизу;

- порядок рассмотрения разногласий, возникающих при проведении метрологической экспертизы;

- порядок оформления результатов метрологической экспертизы;

- права и обязанности экспертов;

- планирование метрологической экспертизы;

- порядок проведения внеплановой метрологической экспертизы.

4.3.1 В перечень технических документов, подвергаемых метрологической экспертизе, в первую очередь включают документы на продукцию (виды объектов), требования к которой имеют обязательный характер.

4.3.2 В документе, устанавливающем порядок и методику проведения метрологической экспертизы, не указывают требования к метрологическому обеспечению и метрологические требования к технической документации.

4.4 К проведению метрологической экспертизы допускают специалистов, которые:

- четко представляют свои функции и не заменяют конструктора, технолога, проектировщика при разработке технической документации, ответственность за качество которой несет исключительно разработчик;

- несут ответственность за правильность и объективность заключений по результатам метрологической экспертизы;

- хорошо представляют задачи метрологической экспертизы, обладают навыками их решения, умеют выделить приоритетные вопросы при рассмотрении конкретных документов;

- хорошо представляют содержание конструкторских и технологических документов различных видов на конкретную продукцию, состав и содержание проектной документации (особенно в части требований к точности измерений, методикам контроля и испытаний продукции и ее составных частей, применяемым средствам измерений);

- хорошо знают основные метрологические правила, ориентируются в метрологических документах, относящихся к разрабатываемым объектам;

- систематически повышают квалификацию.

4.5 Комплекс документов и справочных материалов, необходимых при проведении метрологической экспертизы, включает в себя основополагающие стандарты ГСИ, стандарты ГСИ и других систем, относящиеся к разрабатываемой технической документации (в том числе стандарты на методы контроля и испытаний), а также справочные материалы, относящиеся к разрабатываемой продукции (объектам), каталоги и другие информационные материалы на средства измерений, которые могут быть использованы при разработке, производстве и применении продукции (объектов разработки).

4.6 В целях повышения эффективности метрологической экспертизы целесообразно применение вычислительной техники.

К числу наиболее эффективных средств для персональных ЭВМ относят:

а) автоматизированные базы данных:

- о технических характеристиках средств измерений, прошедших испытания с целью утверждения типа и допущенных к обращению,

- о поверочных и ремонтных работах, проводимых метрологическими службами,

- о нормативных, технических и справочных документах в области метрологии,

- об эталонах, установках высшей точности и поверочных установках;

б) электронные каталоги выпускаемых приборов;

в) автоматизированные системы расчета погрешности измерений, включающие в себя базы данных о всех метрологических характеристиках средств измерений широко применяемых типов. В таких системах помимо результатов расчета суммарной погрешности измерений могут быть выданы значения составляющих погрешности, что позволяет принять рациональные решения при выборе средств измерений и условий их эксплуатации, получить объективные оценки по этим вопросам;

г) автоматизированные системы оценки технического уровня средств измерений. Эти системы способствуют рациональному решению вопросов при разработке средств измерений о необходимости таких разработок.

4.7 Наиболее целесообразными являются следующие формы планирования метрологической экспертизы технической документации:

- указание метрологической экспертизы (как этапа) в планах разработки, постановки на производство, технологической подготовки и т. п. планах;

- самостоятельный план метрологической экспертизы либо соответствующий раздел в плане работ по метрологическому обеспечению.

4.7.1 В плане (разделе) указывают:

- обозначение и наименование документа (комплекта документов), его вид (оригинал, подлинник, копия и т. п.);

- этап разработки документа;

- подразделение — разработчика документа и сроки представления на метрологическую экспертизу (если документ разработан сторонней организацией, то указывают подразделение, отвечающее за представление документа на экспертизу);

- подразделение, проводящее метрологическую экспертизу, и сроки ее проведения.

4.7.2 Самостоятельный план метрологической экспертизы составляет метрологическая служба, его согласовывает разработчик технической документации и утверждает технический руководитель или главный инженер предприятия.

5 Основные задачи метрологической экспертизы технической документации

5.1 Основными задачами метрологической экспертизы технической документации являются:

- идентификация объекта измерений и его параметров, подлежащих измерениям;

- определение оптимальной точности измерений;

- рациональный выбор средств и методик выполнения измерений.

Конкретные объекты анализа при метрологической экспертизе — задачи метрологической экспертизы и способы решения этих задач приведены в 5.2—5.10.

5.2 Оценивание рациональности номенклатуры измеряемых параметров

5.2.1 Измеряемые (контролируемые) параметры часто определены исходными нормативными или другими документами на продукцию, технологию, системы управления или другие разрабатываемые объекты.

Например, в стандарте на конкретную продукцию установлены характеристики продукции, а в разделе методов контроля указаны контролируемые параметры. Если таких исходных требований нет, то эксперт при анализе номенклатуры контролируемых параметров руководствуется следующими общими положениями:

- контролируемыми параметрами деталей, узлов и составных частей изделий являются параметры, обеспечивающие их размерную и функциональную взаимозаменяемость;

- для готовой продукции (в случае отсутствия требований к контролю в соответствующих нормативных или других исходных документах) обеспечен контроль основных характеристик, определяющих качество продукции, а в непрерывных производствах также количество продукции;

- для технологического оборудования, систем контроля и управления технологическими процессами выполнимы измерения параметров, определяющих безопасность, оптимальность режима по производительности и экономичности, экологическую защиту от выбросов вредных веществ.

5.2.2 При анализе параметров, подлежащих измерениям и измерительному контролю, принимают во внимание следующие соображения.

Многие технические характеристики деталей, узлов, составных частей изделий определены предыдущими этапами технологических процессов, оборудованием, инструментом. Так, размеры штампованных деталей определены инструментом, поэтому их штучный контроль нерационален.

Принимают также во внимание взаимосвязь параметров в технологическом процессе. Такую взаимосвязь используют с целью сократить число измеряемых параметров, не относящихся к наиболее важным. Для наиболее важных параметров эту взаимосвязь используют в целях повышения точности измерений и надежности измерительных систем (по аналогии с дублированием измерительных каналов).

5.2.3 При анализе номенклатуры измеряемых параметров обращают внимание на четкость указаний об измеряемой величине. Неопределенность трактовки подлежащей измерению величины может привести к большим неучтенным погрешностям измерений. Выявляют также избыточность измеряемых параметров, которая может привести к неоправданным затратам на измерения и метрологическое обслуживание средств измерений.

5.2.4 В некоторых случаях в исходных нормативных или других документах показано использование средств измерений и измерительных каналов в автоматизированных системах управления техно-

логическими процессами (далее — АСУТП) для целей фиксации состояния процесса или технологического оборудования (наличие или отсутствие напряжения питания, давления в питающей сети и т. п.). Средства измерений в этих случаях служат индикаторами и могут быть заменены соответствующими сигнализаторами или подобными устройствами, а измерения таких параметров допускается не проводить.

Примеры оценивания рациональности измеряемых параметров

1 ***Измерения линейных размеров при контроле детали (рисунок 1)***

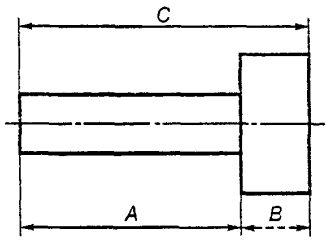


Рисунок 1

При измерениях размеров A и B размер C допускается не измерять. Измерения размера C оправданы при необходимости контроля правильности измерений размеров A и B.

2 ***Измерения расхода газа на предприятии (рисунок 2)***

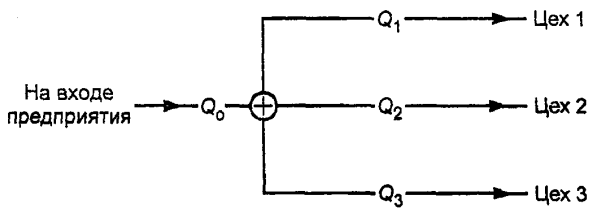


Рисунок 2

При измерениях расходов газа всеми потребителями на предприятии (расходы Q_1, Q_2, Q_3) измерения общего расхода Q_0 допускается не проводить. Его определяют суммой $Q_1 + Q_2 + Q_3$. Если расходомеры одинакового класса точности, то эта сумма расходов более точна, чем результаты измерений общего расхода Q_0 на входе предприятия.

Общий расход газа, поступающего на предприятие, может быть определен путем вычисления полусуммы $0{,}5(Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3)$. Этот результат более точен по сравнению с результатом измерений Q_0 на входе предприятия или суммы $Q_1 + Q_2 + Q_3$.

Такие соображения принимают во внимание при метрологической экспертизе проекта системы измерений расхода газа на предприятии.

5.3 Оценивание оптимальности требований к точности измерений

5.3.1 Если в исходных документах (технических заданиях, стандартах и т. п.) не заданы требования к точности измерений, то эксперт руководствуется следующими положениями.

Погрешность измерений, как правило, является источником неблагоприятных последствий (экономических потерь, повышения вероятности травматизма, загрязнений окружающей среды и т. п.). Повышение точности измерений снижает размеры таких неблагоприятных последствий. Однако уменьшение погрешности измерений связано с существенными дополнительными затратами.

В первом приближении принимают, что потери пропорциональны квадрату погрешности измерений, а затраты на измерения обратно пропорциональны погрешности измерений.

Оптимальной в экономическом смысле считают погрешность измерений, при которой сумма потерь от погрешности и затрат на измерения минимальна. Оптимальную погрешность во многих случаях выражают зависимостью

$$\delta_{опт} = 0{,}8\,\delta\sqrt[3]{\frac{З}{П}}, \qquad (1)$$

где $\delta_{опт}$ — граница оптимальной относительной погрешности измерений;

δ — граница относительной погрешности измерений, для которой известны потери П и затраты на измерения З.

Так как обычно потери П и затраты З могут быть определены лишь приближенно, то точное значение $\delta_{опт}$ найти практически невозможно. Поэтому погрешность считают практически близкой к оптимальной, если выполнено условие

$$0{,}5\overset{*}{\delta}_{опт} < \delta < (1{,}5 - 2{,}5)\,\overset{*}{\delta}_{опт}, \qquad (2)$$

где $\overset{*}{\delta}_{опт}$ — приближенное значение границы оптимальной относительной погрешности измерений, вычисленное по приближенным значениям П и З.

Таким образом, при решении вопроса об оптимальности требований к точности измерений разработчик и эксперт должны иметь хотя бы ориентировочное представление о размерах возможных потерь из-за погрешности измерений и о затратах на измерения с данной погрешностью.

5.3.2 При анализе требований к точности измерений наиболее важных параметров крупных технологических установок или других объектов, где погрешность измерений может приводить к значительным экономическим потерям, целесообразно руководствоваться положениями РМГ 64.

5.3.3 Предел допускаемой погрешности измерений, не приводящей к заметным потерям или другим неблагоприятным последствиям, может составлять 0,2—0,3 границы симметричного допуска на измеряемый важный параметр; для параметров, не относящихся к наиболее важным, — 0,5. При несимметричных границах допуска или одностороннем допуске может быть использовано то же значение (0,5) для соотношения пределов допускаемых значений погрешности измерений и размера поля допуска.

5.4 Оценивание полноты и правильности требований к точности средств измерений

5.4.1 Погрешность прямых измерений параметра практически равна погрешности средств измерений в рабочих условиях.

При косвенных измерениях погрешность средств измерений составляет часть погрешности измерений параметра. В таких случаях необходимо представление о методической составляющей погрешности измерений[1)].

5.4.2 Погрешность измерений средних значений (по n точкам измерений) практически в $\sqrt{n}$ раз меньше погрешности измерений в одной точке. Погрешность измерений средних значений (в одной точке) за некоторый интервал времени также меньше погрешности измерений текущих значений благодаря фильтрации высокочастотных случайных составляющих погрешности средств измерений.

Учитывают также, что чем точнее средство измерений, тем выше затраты на измерения, в том числе затраты на метрологическое обслуживание этих средств. Поэтому излишний запас по точности средств измерений экономически не оправдан.

5.4.3 При анализе полноты требований к точности средств измерений учитывают, что пределы допускаемой погрешности средств измерений определяют с учетом условий эксплуатации средств измерений, включая рабочий диапазон измеряемой величины и пределы возможных значений внешних влияющих величин, которые характерны для данных средств измерений.

5.5 Оценивание соответствия действительной точности измерений заданным требованиям

5.5.1 Если погрешность измерений указана в исходных нормативных или других документах, то при метрологической экспертизе ее сравнивают с заданными требованиями.

Если такие требования отсутствуют, границы погрешности измерений сравнивают с допуском на измеряемый параметр. Приемлемые соотношения границы погрешности измерений и границы поля допуска на измеряемый параметр приведены в 5.3.3.

5.5.2 Если погрешность измерений в исходных нормативных или других документах не указана, то эксперт, хотя бы приближенно, оценивает эту погрешность расчетным способом. Рекомендации по оцениванию погрешности измерений приведены в РМГ 62[2)].

[1)] На территории Российской Федерации действует рекомендация [2], в которой приведены типичные источники методической погрешности.

[2)] На территории Российской Федерации для случая прямых измерений при достаточной исходной информации используют руководящий документ [3].

Этот же документ может быть использован при анализе объективности расчетных или экспериментальных оценок погрешности измерений, приведенных в отчетах, материалах метрологической аттестации и других документах.

При анализе учитывают четыре группы факторов, влияющих на погрешность измерений:

- метрологические характеристики средств измерений;
- условия измерений (внешние влияющие величины);
- процедуры подготовки и выполнения измерительных операций, алгоритм обработки результатов наблюдений;
- свойства объекта измерений (адекватность измеряемой величины определяемой характеристике объекта, обмен энергией между объектом и средством измерений и т. п.).

5.6 Оценивание контролепригодности конструкции изделия (измерительной системы)

5.6.1 Под контролепригодностью конструкции изделия (измерительной системы) понимают возможность контроля необходимых параметров в процессе изготовления, испытаний, эксплуатации и ремонта изделий.

5.6.2 При метрологической экспертизе основное внимание уделяют анализу практических возможностей измерительного контроля необходимых параметров, определяющих работоспособность изделия в указанных условиях. Обращают внимание на точность таких измерений, особенно в условиях эксплуатации и ремонта.

5.6.3 При метрологической экспертизе документации измерительной системы оценивают эффективность устройств и подсистем самоконтроля, в том числе подсистем контроля достоверности измерительной информации, поступающей от датчиков.

5.7 Оценивание возможности эффективного метрологического обслуживания выбранных средств измерений

5.7.1 При оценивании возможности эффективного метрологического обслуживания выбранных средств измерений рассматривают документы на методики поверки по РМГ 51.

5.7.2 В ряде случаев средства измерений (датчики и др.) недоступны в условиях эксплуатации либо для этих условий отсутствуют эталоны.

Контроль метрологической исправности в таких случаях осуществляют в соответствии с нормативными документами[1)].

5.8 Оценивание рациональности выбранных средств измерений и методик выполнения измерений

5.8.1 Анализ рациональности выбранных средств измерений во многом упрощен, если имеются соответствующие документы, относящиеся к выбору средств измерений для конкретных задач.

5.8.2 Если документы, указанные в 5.8.1, отсутствуют, эксперт анализирует рациональность выбранных средств измерений не только в части точности измерений в условиях их эксплуатации, но и по следующим характеристикам:

- возможность использования средств измерений в заданных условиях;
- трудоемкость и себестоимость измерительных операций;
- целесообразность использования статистических методов контроля;
- соответствие производительности (инерционности) средств измерений производительности технологического оборудования, потребностям систем управления в скорости поступления измерительной информации;
- обеспечение требований техники безопасности;
- трудоемкость и себестоимость метрологического обслуживания.

5.8.3 При анализе установленных в исходных нормативных или других документах методик выполнения измерений предпочтение отдают стандартизованным и аттестованным методикам. Эксперт может рекомендовать стандартизацию методик выполнения измерений при наличии соответствующих предпосылок к этому.

5.8.4 Оценивают полноту изложенных методик, так как неопределенность в изложении некоторых операций, их последовательности и процедуры вычислений может привести к значительной погрешности измерений.

5.8.5 При анализе соответствия действительных значений погрешности измерений заданным значениям обращают внимание на возможность возникновения методических погрешностей.

5.8.6 Общие требования по стандартизации и аттестации, содержанию и изложению документов на методики выполнения измерений приведены в ГОСТ 8.010, общие рекомендации по выбору средств и методов измерений приводят в нормативных документах[2)].

[1)] На территории Российской Федерации действует рекомендация [4].

[2)] На территории Российской Федерации действует рекомендация [2].

Примеры оценивания рациональности выбранных средств измерений

1 Измерения длины детали с заданной погрешностью измерений не более 25 мкм

Для этих условий могут быть использованы следующие средства измерений:

- гладкий микрометр с отсчетом 0,01 мм при настройке на нуль по установочной мере;

- индикаторная скоба с ценой деления 0,01 мм;

- индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм класса точности 1.

Наиболее простое средство измерений — микрометр. Однако при больших партиях контролируемых деталей применение индикатора предпочтительнее, так как при этом обеспечена меньшая трудоемкость измерений.

2 Измерения абсолютного давления насыщенного пара в конденсаторе турбины

Указанный параметр является одним из наиболее важных для управления турбиной и функционирования АСУТП.

Измерения этого параметра выполняют с помощью измерительного канала, в котором могут быть применены датчики следующих типов:

- термометр сопротивления (используют функциональную связь абсолютного давления насыщенного пара с температурой);

- датчик избыточного давления (например, типа Сапфир-22ДИ) и барометр (для периодического ввода значений давления воздуха, окружающего датчик);

- датчик абсолютного давления (например, типа Сапфир-22ДА).

Измерения температуры в точке установки термометра сопротивления выполняют с достаточной точностью. Инструментальная погрешность данного измерительного канала меньше инструментальных погрешностей измерительных каналов с датчиками других типов. Однако из-за неравномерности температурного поля в конденсаторе турбины измерения абсолютного давления пара этим способом сопровождаются существенной методической составляющей погрешности.

При измерениях с помощью датчика избыточного давления также имеет место методическая составляющая погрешности из-за неравномерности поля давления в конденсаторе турбины (хотя эта неравномерность значительно меньше неравномерности поля температуры). Кроме того, имеет место методическая составляющая погрешности из-за дискретного ввода значений атмосферного давления воздуха.

При использовании датчика абсолютного давления методические погрешности значительно меньше и точность измерений наибольшая. Затраты на измерения, включая затраты на метрологическое обслуживание средств измерений, с помощью измерительного канала с датчиком абсолютного давления мало отличаются от затрат при других вариантах измерительных каналов. Поэтому применение датчика абсолютного давления предпочтительно.

5.9 Анализ использования вычислительной техники в измерительных операциях

Средства вычислительной техники часто встраивают в измерительные системы (измерительные каналы АСУТП обычно в своем составе содержат те или иные компоненты ЭВМ). В таких случаях в объекты анализа при метрологической экспертизе включают алгоритм вычислений.

Часто алгоритм вычислений не в полной мере соответствует функции, связывающей измеряемую величину с результатами прямых измерений (со значениями величины на входе средств измерений). Обычно это несоответствие обусловлено возможностями вычислительной техники и вынужденными упрощениями алгоритма вычислений (линеаризацией функций, их дискретным представлением и т. п.). Задача эксперта — оценить существенность методической составляющей погрешности измерений из-за несовершенства алгоритма.

5.10 Контроль метрологических терминов, наименований измеряемых величин и обозначений их единиц

5.10.1 Применяемые в технической документации метрологические термины проверяют на соответствие РМГ 29. При метрологической экспертизе особое внимание обращают на терминологию в технической документации, используемой в различных отраслях народного хозяйства (технические условия, эксплуатационные документы и т. п.).

5.10.2 Наименования измеряемых величин могут быть самыми различными. Однако в техническую документацию всегда включены сведения, позволяющие судить о величине, измерения которой выполняют с помощью средств измерений, относящихся к определенной поверочной схеме. Это необходимо для объективной оценки выбранных методов и средств измерений, возможности их метрологического обслуживания.

5.10.3 Единицы измеряемых величин проверяют на соответствие ГОСТ 8.417 и другим нормативным документам.

6 Основные виды технических документов, подвергаемых метрологической экспертизе

В этом разделе указаны основные виды технических документов, подвергаемых метрологической экспертизе на соответствующий объект анализа — конкретную задачу метрологической экспертизы. В таблице 1 эти документы отмечены знаком «+».

В документах, устанавливающих порядок проведения метрологической экспертизы на конкретных предприятиях, могут быть указаны другие виды документов.

В технической документации всех видов проверяют правильность метрологических терминов, обозначения единиц величин.

Таблица 1

Объект анализа при метрологической экспертизе	Вид технических документов								
	1[1)]	2[2)]	3[3)]	4[4)]	5[5)]	6[6)]	7[7)]	8[8)]	9[9)]
Рациональность номенклатуры измеряемых параметров		+		+	+	+	+	+	+
Оптимальность требований к точности измерений	+	+		+		+	+		+
Объективность и полнота требований к точности средств измерений	+	+		+	+	+	+		+
Соответствие фактической точности измерений требуемой		+	+	+	+	+	+	+	
Контролепригодность конструкции (системы)		+			+				+
Возможность эффективного метрологического обслуживания средств измерений	+	+		+	+		+		+
Рациональность выбранных методик и средств измерений		+	+	+	+	+	+	+	+
Применение вычислительной техники		+		+		+	+		+
Метрологические термины, наименования измеряемых величин и обозначения их единиц	+	+	+	+	+	+	+	+	+

[1)] 1 — технические задания (предложения), заявки.

[2)] 2 — отчеты о научно-исследовательской работе, пояснительные записки к техническим (эскизным) проектам.

[3)] 3 — протоколы испытаний.

[4)] 4 — технические условия, стандарты.

[5)] 5 — эксплуатационные и ремонтные документы.

[6)] 6 — программы и методики испытаний.

[7)] 7 — технологические инструкции (регламенты).

[8)] 8 — технологические карты.

[9)] 9 — проектные документы.

6.1 Технические задания (предложения), заявки на разработку

6.1.1 В технических заданиях (далее — ТЗ) при метрологической экспертизе анализируют исходные данные для решения вопросов метрологического обеспечения в процессе разработки конструкции, технологии, систем управления и других объектов, для которых составлены ТЗ.

При этом учитывают, что, с одной стороны, нерационально приводить в ТЗ развернутые указания и требования к метрологическому обеспечению разрабатываемого объекта. Это может существенно ограничивать разработчика в выборе рациональных методов и средств метрологического обеспечения в процессе разработки.

С другой стороны, в ТЗ должны быть такие исходные данные, которые позволяли бы на ранних стадиях разработки решать вопросы метрологического обеспечения, не откладывая их на конечные стадии, когда не остается времени и средств на существенные метрологические проработки.

Следует найти разумный компромисс в этих противоречивых требованиях.

Если в ТЗ указаны номенклатура измеряемых параметров и требования к точности их измерений, то оценивают оптимальность этих требований и возможность их выполнения.

6.1.2 Метрологическая экспертиза ТЗ на разработку средств измерений включает в себя оценку целесообразности, обоснованности разработки (в первую очередь средств измерений ограниченного применения).

При этом оценивают возможность поверки (калибровки) средств измерений методами и средствами поверки. При их отсутствии в ТЗ включают указания о разработке соответствующих методов и средств поверки (калибровки).

6.1.3 Если предполагают использование разрабатываемых средств измерений в сферах, в которых осуществляют государственный метрологический контроль (надзор), то в ТЗ включают указания о необходимости проведения испытаний и утверждения типа средства измерений.

6.1.4 В ТЗ на разработку информационно-измерительных систем (далее — ИИС), АСУТП проверяют наличие и полноту требований к погрешности измерительных каналов. Под измерительным каналом понимают совокупность технических средств, используемых для измерений параметра от точки «отбора» информации о параметре до шкалы, табло, экрана дисплея, диаграммы регистрирующего прибора или распечатки на бланке. При этом задают условия эксплуатации основных компонентов измерительных каналов (датчиков, преобразователей, компонентов устройств связи с объектом, вычислительной техники).

Вместо требований к погрешности измерительных каналов могут быть заданы требования к погрешности измерений. Такое требование предпочтительно при возможности появления методических составляющих погрешности измерений.

6.1.5 Если при разработке конструкции, технологии, систем управления или другого объекта предполагают разработку методик выполнения измерений, то в ТЗ включают указания о необходимости их метрологической аттестации и разработки документа на методику выполнения измерений.

6.1.6 Аналогичный анализ выполняют при метрологической экспертизе технического предложения, а также заявки на разработку средств измерений, ИИС и АСУТП.

6.2 Отчеты о научно-исследовательской работе, пояснительные записки к техническим (эскизным) проектам, протоколы испытаний

6.2.1 В отчете о научно-исследовательской работе (далее — НИР) основными объектами анализа при метрологической экспертизе являются измеряемые величины, методики выполнения измерений (включая процедуры обработки результатов измерений), используемые средства измерений, погрешность измерений. В отчетах о НИР, связанных с разработкой средств измерений, ИИС и АСУТП, кроме перечисленных объектов, анализируют возможность поверки (калибровки) средств измерений и измерительных каналов, эффективность встроенных подсистем контроля работоспособности измерительных каналов и контроля достоверности поступающей от датчиков измерительной информации. При этом оценивают, насколько эффективно используют информационную избыточность, возникающую как результат связей между измеряемыми параметрами и многократными измерениями.

Аналогичный анализ выполняют при проведении метрологической экспертизы пояснительных записок к техническим (эскизным) проектам.

6.2.2 В протоколах испытаний обычно не излагают методики выполнения измерений и не приводят характеристики погрешности измерений. В таких протоколах дают ссылки на соответствующие документы.

6.3 Технические условия. Стандарты

При метрологической экспертизе[1)] технических условий (далее — ТУ) и стандартов решают практически все задачи метрологической экспертизы, так как в ТУ и многих стандартах излагают метрологические требования, методы и средства метрологического обеспечения. ТУ и стандарты в наибольшей степени связаны с исходными техническими документами. Анализу подвергают следующие разделы: «Технические требования», «Методы контроля и испытаний», а также приложение «Перечень необходимого оборудования, материалов и реактивов» (при его наличии).

В ТУ и стандартах на средства измерений анализируют также методы и средства их контроля при выпуске в обращение из производства, согласованность этих методов и средств с документами на методики поверки по РМГ 51.

6.4 Эксплуатационные и ремонтные документы

В этих документах основные объекты анализа при метрологической экспертизе — точность и трудоемкость методик выполнения измерений и средств измерений, применяемых при контроле и

[1)] На территории Российской Федерации метрологическую экспертизу проектов стандартов проводят в соответствии со стандартом [5].

наладке изделий, систем управления, продукции и т. п. Учитывают существенное отличие условий измерений в эксплуатации и при ремонтных операциях от условий, в которых создают продукцию.

Учитывают, что методы и средства измерений, которые обычно указаны в ТУ, не всегда могут быть использованы в условиях эксплуатации и ремонта.

6.5 Программы и методики испытаний

6.5.1 При метрологической экспертизе этих документов основное внимание уделяют методикам выполнения измерений (включая процедуры обработки результатов измерений), средствам измерений и другим техническим средствам, используемым при измерениях, и погрешности измерений. При испытаниях в лабораторных (нормальных) условиях методики и средства измерений аналогичны указанным в ТУ. Если же испытания проводят в эксплуатационных условиях, то методы и средства измерений должны соответствовать этим условиям (в первую очередь по точности измерений).

6.5.2 Обращают также внимание на возможность появления субъективной составляющей погрешности измерений, вносимой испытателем (оператором), и составляющей погрешности результата испытаний из-за неточности воспроизведения режима (условий) испытаний.

Если такие погрешности возможны, то в методике испытаний предусматривают условия, их ограничивающие.

6.6 Технологические инструкции (регламенты)

В технологических инструкциях излагают методики измерительного контроля в составе операций регулировки или наладки изделий либо делают ссылки на соответствующие документы. В технологических регламентах обычно указывают параметры, подлежащие измерительному контролю, номинальные значения и границы диапазонов изменений этих параметров (или допускаемые отклонения от номинальных значений), типы, классы точности и пределы измерений применяемых средств измерений. В ряде случаев указывают пределы допускаемых погрешностей измерений.

Основные объекты анализа при метрологической экспертизе указанных документов — рациональность номенклатуры измеряемых параметров, выбранных средств и методик выполнения измерений, оптимальность требований к точности измерений, соответствие фактической точности измерений требуемой (при отсутствии требований к точности измерений — соответствие допускаемым отклонениям действительных значений измеряемых параметров от номинальных значений).

6.7 Технологические карты различных видов

В этих документах, как правило, не приводят подробное изложение вопросов метрологического обеспечения. Поэтому объем метрологической экспертизы здесь значительно меньше, чем для других документов, хотя количество технологических карт в производстве велико.

6.8 Проектные документы

6.8.1 В проектные документы включают практически все основные вопросы метрологического обеспечения. Поэтому метрологическая экспертиза проектных документов включает в себя все перечисленные выше задачи. Объем проектных документов часто значителен, и следует хорошо ориентироваться в разделах (томах) этих документов.

6.8.2 В ряде отраслей вопросы метрологического обеспечения излагают в специальном разделе проекта, что, по мнению некоторых метрологов, облегчает проведение метрологической экспертизы. Однако при таком варианте проекта возможны определенные трудности при метрологической экспертизе, так как изложение метрологических вопросов не увязано с объектами метрологического обеспечения.

6.8.3 При метрологической экспертизе проектных документов АСУТП обращают внимание на наличие и оптимальность требований к точности измерений или измерительных каналов, на объективность оценок точности и их соответствие требованиям, на рациональность подсистемы контроля работоспособности измерительных каналов и контроля достоверности поступающей от датчиков измерительной информации, на использование информационной избыточности в целях повышения надежности и точности информационной подсистемы АСУТП.

7 Порядок оформления и реализации результатов метрологической экспертизы

7.1 Наиболее простой формой фиксации результатов метрологической экспертизы являются замечания эксперта в виде пометок на полях документа. После учета разработчиком таких замечаний эксперт визирует оригиналы или подлинники документов.

Другая типичная форма — экспертное заключение. Его составляют в следующих характерных случаях при оформлении результатов метрологической экспертизы:

- технической документации, поступившей от других организаций;
- комплектов документов большого объема, а также при метрологической экспертизе:

- которую проводила специально назначенная комиссия,

- после которой необходимо внести изменения в действующую техническую документацию или разработать мероприятия по повышению эффективности метрологического обеспечения.

Экспертное заключение утверждает технический руководитель или главный метролог предприятия.

Результаты метрологической экспертизы могут быть изложены в списках (журналах) замечаний.

7.2 Учет технической документации, прошедшей метрологическую экспертизу, целесообразно вести в специальном журнале.

7.3 Ответственность за качество технической документации возлагают на разработчика, который принимает решения по замечаниям эксперта. В случаях существенных разногласий между экспертом и разработчиком окончательное решение принимает технический руководитель предприятия.

Эксперт несет ответственность только за правильность сделанных замечаний и предложений.

7.4 Замечания экспертов, которые приняты разработчиком технической документации, служат одной из предпосылок совершенствования метрологического обеспечения. Существенные замечания требуют разработки и реализации определенных мероприятий. В этих случаях разработчик совместно с экспертами-метрологами разрабатывает план мероприятий.

7.5 Экспертам-метрологам целесообразно систематически (ежегодно или чаще) обобщать результаты метрологической экспертизы, выявляя характерные ошибки и недостатки в технической документации и намечая меры по их предотвращению. Среди таких мер могут быть предложения, касающиеся обучения разработчиков основам метрологического обеспечения, корректировки или разработки нормативных и методических документов, используемых разработчиками. Могут быть предложены меры и по совершенствованию самой процедуры метрологической экспертизы.

Целесообразно также оценивать экономический эффект от проведения метрологической экспертизы.

Библиография

[1] ГОСТ Р 8.563—96 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений

[2] МИ 1967—89 Государственная система обеспечения единства измерений. Выбор методов и средств измерений при разработке методик выполнения измерений. Общие положения

[3] РД 50-453—84 Характеристики погрешности средств измерений в реальных условиях эксплуатации. Методы расчета

[4] МИ 2233—2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Основные положения

[5] ГОСТ Р 1.11—99 Государственная система стандартизации Российской Федерации. Метрологическая экспертиза проектов государственных стандартов

УДК 389.14:006.354 МКС 17.020 Т80

Ключевые слова: эффективность измерений, управление технологическими процессами, метрологическая экспертиза, техническая документация, техническое задание, заявка на разработку, отчет о научно-исследовательской работе, пояснительная записка к техническим или эскизным проектам, протокол испытаний, технические условия, стандарт, эксплуатационный документ, ремонтный документ, программа испытаний, методика испытаний, технологическая инструкция, технологический регламент, технологическая карта, проектный документ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

РМГ 63—2003

Государственная система обеспечения единства измерений

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Метрологическая экспертиза технической документации

БЗ 3—2004/1

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Т.И. Кононенко*
Компьютерная верстка *С.В. Рябовой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 09.11.2004. Подписано в печать 22.11.2004. Формат 60 × 84 1/8.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл.печ.л. 1,86. Уч.-изд.л. 1,50.
Тираж 732 экз. С 4483. Зак. 1048.

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Колодезный пер., 14.
gost.e-ecolog.ru e-mail: gost.e-ecolog.ru
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Отпечатано в филиале ИПК Издательство стандартов — тип. "Московский печатник", 105062 Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru