

УДК 658.516+53.089

Л. Е. Астафьева,  
В. Н. Скачѣк

## МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

*В статье изложен процесс проведения метрологического аудита и показано его влияние на повышение эффективности метрологического обеспечения производства. Доказательно обозначены преимущества, которые предоставляет метрологический аудит промышленному сектору экономики и бизнесу.*

*This article describes the process of metrological audit and its impact on improvement of the efficacy of production metrological ensurance. It describes advantages that metrological audit provides to industrial sector and business.*

В обеспечении качества выпускаемой продукции важную роль играют измерения, которые выполняются на всех этапах производства. Именно измерения являются гарантией того, что все свойства продукции контролируются и соответствуют установленным требованиям. Учитывая значимость результатов измерений, основание для принятия решений, в том числе по вопросам качества выпускаемой продукции и оказания услуг, особое значение приобретает проведение работ по обеспечению единства измерений и управлению измерениями на системной основе. Системный подход к управлению измерениями позволяет осуществлять решение измерительных задач и получать качественные результаты измерений.

С учетом многофакторности метрологических рисков при управлении измерениями для обеспечения единства измерений необходимым, но не единственным инструментом метрологического обеспечения производства является анализ состояния измерений и мониторинг условий их проведения. Проведение анализа состояния измерений, контроля и испытаний в организации традиционно входило в планы работ метрологической службы в рамках выполнения заданий по метрологическому обеспечению производства с 1980-х годов. Анализ проводился с целью установления соответствия достигнутого уровня метрологического обеспечения современным требованиям производства и разработки на этой основе предложений по планированию его дальнейшего развития, создания или внедрения методов и средств измерений, испытаний, контроля, необходимых для интенсификации производства, создания и внедрения новых видов техники и технологии, улучшения качества продукции, повышения достоверности результатов

измерений при контроле условий труда, рационального использования материальных, энергетических и трудовых ресурсов, при испытаниях продукции и услуг для целей сертификации.

С тех пор в структуре производства произошли значительные изменения. Наряду с крупными предприятиями, где в основном сохранились (хоть и в сокращенном виде) метрологические службы, появились предприятия малого и среднего бизнеса, у которых часто отсутствуют даже ответственные за метрологическое обеспечение. Как правило, функции метрологов таких предприятий ограничены решением вопросов поверки, ремонта и обслуживания средств измерений.

Анализ обеспечения единства измерений включает вопросы, связанные с деятельностью, направленной на достижение и поддержание единства измерений в соответствии с требованиями законодательства.

Важно, чтобы руководство организаций было обеспечено достоверной измерительной информацией для достижения результативности и постоянного соответствия требованиям, установленным для гарантии качества выпускаемой продукции и оказываемых услуг. Такую информацию можно получить только на основании постоянного анализа системы управления измерениями. Результаты анализа используются руководством для внесения требуемых изменений в систему управления измерениями, включая совершенствование процессов измерений.

В условиях повсеместного сокращения расходов на содержание метрологических служб или полного их упразднения наиболее подходящим способом обеспечить высокую эффективность деятельности по метрологическому обеспечению производства и сохранить функциональ-

ность действующих метрологических служб является метрологический аудит.

На законодательном уровне термин «метрологический аудит» появился в 2019 году в новой редакции Закона Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» от 11 ноября 2019 года № 254-З, где метрологический аудит определен как «проведение работ по анализу обеспечения единства измерений при производстве продукции, выполнении работ и (или) оказании услуг». Ожидается, что Правила проведения метрологического аудита, определяющие порядок и процедуры его проведения у юридических лиц и индивидуальных предпринимателей с целью анализа состояния измерений при производстве продукции, оказании услуг и для установления соответствия их метрологического обеспечения требованиям системы обеспечения единства измерений, будут утверждены Госстандартом и вступят в силу с 27 ноября 2020 года.

Качество и результативность проведения метрологического аудита во многом зависят от квалификации и подготовки специалистов, которые будут осуществлять метрологический аудит (эксперты по метрологии). Они должны быть обучены методам и технике проведения метрологического аудита, знать требования системы обеспечения единства измерений и системы менеджмента качества, хорошо разбираться в той предметной области деятельности, которую будут анализировать. В ходе метрологического аудита могут возникать вопросы, для решения которых необходимо привлекать технических экспертов по метрологии. Следовательно, организации государственной метрологической службы, имея многолетний опыт и высокую компетентность, а также иные юридические лица с длительной историей деятельности своих метрологических служб могут взять на себя функции по анализу и оцениванию метрологического обеспечения предприятий на соответствие обеспечения единства измерений действующему законодательству.

При проведении оценивания заявленных на метрологический аудит объектов эксперты по метрологии не только помогают выявить существующие несоответствия, но и предлагают пути их устранения. Эксперты консультируют по сложным метрологическим вопросам непосредственно на местах. Конструктивная совместная работа позволяет исправить выявленные несоответствия и улучшить организацию метрологического обеспечения производства.

Проведение метрологического аудита применимо у поставщиков изделий или услуг, реализующих систему качества, согласно которой результаты измерений используются для демонстрации и подтверждения соответствия требованиям стан-

дартов СТБ ISO 9001-2015, СТБ ISO 14001-2017, СТБ ISO 45001-2020 и др., а также в других организациях, где измерения проводятся для подтверждения соответствия продукции и услуг установленным требованиям.

Метрологический аудит может быть полезен перед возможной проверкой со стороны государственных и иных органов (например, государственный метрологический надзор или проверка системы менеджмента качества органами по сертификации или аккредитации) для уверенности предприятия в выполнении требований по обеспечению единства измерений.

Желание провести аудиторскую проверку по соблюдению требований в области обеспечения единства измерений может возникнуть у руководства организации, например, при изменении структуры или смене руководителей подразделений. Заказчиками аудита также могут быть юридические или физические лица, которые планируют вложить в организацию свои средства и которых интересует фактическое состояние ее метрологического обеспечения и уровень проводимых измерений. Проведение метрологического аудита, инициаторами которого являются юридические лица и индивидуальные предприниматели, возможно и в иных случаях.

При метрологическом аудите организация сама определяет период его проведения, а также что и в каком объеме подлежит анализу со стороны экспертов по метрологии. Возможно проведение метрологического аудита как в полном объеме метрологического обеспечения организации, так и отдельных его участков или подразделений, а также отдельных объектов и элементов, влияющих на обеспечение единства измерений.

Метрологический аудит системы управления измерениями может проводиться как часть аудита системы менеджмента качества организации. Аудиторы, осуществляющие оценку систем менеджмента качества, не всегда ориентируются в вопросах метрологического обеспечения, поэтому проводимая ими аудиторская проверка зачастую сводится к проверке наличия и соблюдения графиков поверки средств измерений, применения в сфере законодательной метрологии средств измерений утвержденного типа, наличия свидетельств и знаков поверки и т. п. При этом, например, вопросы, связанные с процессами измерений, и необходимое для их выполнения измерительное оборудование, которые являются обязательными для обеспечения единства измерений и оцениваются по критериям, установленным в нормативных правовых документах, а также конструкторской, технологической, эксплуатационной и иной документации, в процессе аудита не рассматриваются.

Главным результатом метрологического аудита является определение возможностей для улучшения качества измерений. Метрологический аудит ориентирован на выявление причин возникновения несоответствий, обнаруженных в системе управления измерениями, процессах измерений и метрологическом подтверждении измерительного оборудования.

Метрологический аудит включает анализ и оценивание состояния системы управления измерениями организации для установления объективных свидетельств, с помощью которых можно подтверждать соответствие процессов измерений и измерительного оборудования

требованиям системы обеспечения единства измерений, а также соблюдение метрологических норм и правил.

Основные объекты метрологического аудита и их элементы приведены в таблице 1.

Метрологический аудит проводится по согласованному с организацией-заявителем критериям метрологического аудита, в качестве которых могут быть использованы нормативные правовые акты, технические нормативные правовые акты (ТНПА) и другие документы по обеспечению единства измерений.

Существенное значение имеет объективность свидетельств, которые оцениваются в ходе про-

Таблица 1

| Объекты метрологического аудита   | Элементы объектов метрологического аудита  |
|---|--|
| Система управления измерениями  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– элементы, необходимые для постоянного управления процессами измерений;</li> <li>– управление идентифицированными процессами измерений и необходимыми вспомогательными процессами;</li> <li>– управление ресурсами (человеческими, информационными, материальными), обеспечивающими качество измерений;</li> <li>– метрологическая служба;</li> <li>– мониторинг, анализ и улучшение системы управления измерениями</li> </ul>   |
| Процессы измерений и необходимое для их выполнения измерительное оборудование   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– единицы величин;</li> <li>– измерения и их результаты;</li> <li>– методики (методы) измерений;</li> <li>– средства измерений;</li> <li>– эталоны;</li> <li>– стандартные образцы;</li> <li>– программные средства, используемые при измерениях и вычислениях результатов измерений;</li> <li>– технические устройства, которые участвуют в процессе измерений и имеют измерительные функции и параметры (в т. ч. испытательное оборудование как средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний);</li> <li>– производственные условия и условия окружающей среды</li> </ul> |
| Метрологическое подтверждение пригодности измерительного оборудования и процессов измерений   |  |
| Метрологическая прослеживаемость  |  |
| ТНПА, конструкторская и технологическая документация, устанавливающие метрологические требования, документы системы обеспечения единства измерений и системы качества организации по управлению измерениями |  |

ведения метрологического аудита. Получить такие свидетельства можно только в том случае, когда критерии метрологического аудита и правила оценки соответствия являются четкими и не допускают различного толкования.

Единство измерений базируется на результатах измерений, выраженных в допущенных к применению в Республике Беларусь единицах измерений, метрологической прослеживаемости и точности измерений.

При проведении метрологического аудита единиц величин оценивается использование единиц величин, допущенных к применению на территории Республики Беларусь, приведенных в документах системы управления измерениями. Также оценивается использование в процессах измерений измерительного оборудования, отградуированного в единицах величин, допущенных к применению на территории Республики Беларусь в соответствии с требованиями Закона «Об обеспечении единства измерений», ТР 2007/003/ВУ (с 27 ноября 2020 года – постановление Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении единиц величин, допущенных к применению на территории Республики Беларусь»), перечня внесистемных единиц величин (Решение Коллегии ЕЭК от 21.04.2015 № 34). Примерный перечень рассматриваемых документов включает ТНПА, методики (методы) измерений, конструкторскую и технологическую документацию, в которой установлены метрологические требования к объекту измерений.

Измерения и их результаты оцениваются по наличию в документации определяемых в процессе измерений значений величин с указанием их максимально допустимой погрешности или неопределенности, установленных исходя из требований к продукции; правильности выбора метода, измерительного оборудования, условий проведения и обработки результатов измерений; правильности отнесения результатов измерений, определяемых в процессе измерений, к сфере законодательной метрологии в соответствии с требованиями Закона «Об обеспечении единства измерений».

Что касается методик измерений, то их анализ при выполнении метрологического аудита проводится на соответствие законодательным, техническим и организационным требованиям и включает оценивание на:

- наличие методик измерений, изложенных и оформленных в виде государственных стандартов или иных документов (например, МВИ, МИ и др.), разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, а также документов, предусмотренных системой менеджмента качества организации, и их соответствие требованиям законодательства для измерений, относящихся к сфере законодательной метрологии;

- наличие документов, подтверждающих проведение аттестации (в т. ч. добровольной) методик измерений, изложенных и оформленных в виде отдельного документа или включенных в состав конструкторской, технологической или эксплуатационной документации для измерений, не относящихся к сфере законодательной метрологии;

- соответствие нормируемых в методиках измерений параметров и значений показателей точности измерений требованиям к точности результатов измерений, установленным в конструкторской и технологической документации для всех методик измерений, применяемых в организации;

- законность используемых методик измерений на территории Республики Беларусь;

- наличие методик измерений на рабочем месте;

- наличие указанного в методиках измерений измерительного оборудования;

- соответствие фактических условий применения методик измерений условиям, которые в них установлены;

- полноту и правильность проведения сотрудниками организации процедур измерений, соответствующих требованиям, установленным в методиках измерений;

- полноту и правильность оформления сотрудниками организации процедур измерений в соответствии с требованиями методик измерений.

Современные технологии в своем развитии достигли такого уровня, когда они стали доступными для использования в повседневной работе практически любому предприятию и организации. Нынешняя ситуация с появлением на рынке большого количества технического оборудования высокого качества требует дополнительных ресурсов на их метрологическое обеспечение, что, как правило, планируется при закупках и проводится в процессе эксплуатации. Анализ правильности выбора измерительного оборудования, метода и условий измерений, обработки и представления результатов измерений для подтверждения соответствия установленным требованиям, а также определение соответствия фактических условий, при которых проводятся измерения, условиям, установленным в эксплуатационной документации на используемое измерительное оборудование, являются наиболее трудоемкими. Это объясняется тем, что в документации зачастую отсутствуют требования к точности результатов измерений и (или) нормирование значений измеряемых параметров приводится в виде: «не более ...», «не менее ...», «от ... до ...», что свидетельствует о невысоком качестве проведения метрологической экспертизы этой документации или ее полном отсутствии.

Состояние средств измерений традиционно оценивается на наличие: идентификации; эксплуатационной документации (паспорт и (или) формуляр, и (или) инструкция по эксплуатации, и (или) техническое описание и др.); графиков поверки, калибровки, технического обслуживания; обоснованных межповерочных и межкалибровочных интервалов и их соблюдения; документального подтверждения юридической пригодности средств измерений к использованию; свидетельств о поверке или калибровке и действующих оттисков поверительных и калибровочных клейм; этикеток с указанием даты проведения и даты следующей поверки или калибровки и ответственного за данное средство измерений; ограничения доступа к регулировочным устройствам средств измерений, влияющим на метрологические характеристики.

Особое внимание уделяется средствам измерений, применяемым в сфере законодательной метрологии, и их правильному отнесению к этой категории.

Правильная организация метрологического обеспечения технологического оборудования собственного производства, на котором проводится промежуточный контроль и при помощи которого решается множество практических задач, требует повышенного внимания метрологов предприятий и организаций. Технические приспособления и устройства, позволяющие сократить временные затраты и оптимизировать процессы измерений, созданные усилиями коллектива разработчиков данного вида техники, требуют знаний аспектов обеспечения единства измерений, что позволяет избежать метрологических рисков и нарушений со стороны разработчиков. На практике вопросы, связанные с измерениями, решаются на этапе проведения метрологической экспертизы документации.

Сегодня идет активный процесс создания программ для технологического оборудования собственного производства и их повсеместное внедрение в технологический процесс. Однако при построении таких программных средств на большинстве предприятий отсутствуют критерии их метрологического обеспечения, что в свою очередь порождает применение низкокачественных программных средств, где каждый автор определяет свою линию создания программ. В результате на предприятиях используется множество программных средств, связанных с решением измерительных задач, которые требуют метрологического обеспечения.

При метрологическом аудите программных средств, используемых для сбора, обработки, оценки, регистрации, протоколирования, хранения или поиска данных, относящихся к измерениям, испытаниям, калибровке, поверке, проводится оценка:

– идентификации проверяемого программного средства (наименование, тип, разработчик); функциональное назначение: измерительное (для

формирования результатов измерений и их обработки), информационно-поисковое (базы данных: справочные, учетно-регистрирующие), вспомогательное (текстовые и графические редакторы), на базе EXCEL (расчетные);

– наличия документации проверяемого программного средства: лицензия, инструкция пользователя, описание алгоритма обработки результатов измерений;

– наличия проверяемого программного средства в графиках/перечнях/списках, утвержденных руководством организации;

– наличия и вида защиты от несанкционированного доступа: уровень защиты, пароль (для EXCEL – наличие установки пароля на каждый лист расчетов);

– места эксплуатации, номера и имени ПЭВМ;

– корректности установления интервала между периодическими проверками;

– правильности отнесения программного средства к средствам, применяемым в сфере законодательной метрологии;

– наличия документов, подтверждающих и устанавливающих юридическую пригодность программного средства к использованию (сертификат, лицензия, протокол валидации) или других документальных свидетельств;

– условий содержания компьютеров и другого оборудования, обеспечивающего правильное функционирование и целостность данных, которые применяются для обработки, хранения и передачи сведений, используемых при измерениях и вычислениях результатов измерений;

– наличия документального подтверждения о закреплении компьютера за конкретными пользователями, в обязанности которых входит сохранение целостности данных, предотвращение несанкционированного доступа к ним и внесения несанкционированных изменений.

При проведении метрологического аудита технических устройств, которые участвуют в процессе измерений и имеют измерительные функции и параметры (в т. ч. испытательное оборудование как средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний), данные технические устройства оцениваются аналогично средствам измерений, за исключением отдельных факторов, присущих только средствам измерений.

В процессе проведения метрологического аудита осуществляются анализ и оценка производственных условий и условий окружающей среды на соответствие условиям эксплуатации измерительного оборудования, требованиям ТНПА и эксплуатационных документов в части размещения, установки, проведения настройки/юстировки/калибровки измерительного оборудования для контроля, регистрации и мониторинга внешних влияющих факторов и условий



окружающей среды. Результаты измерений внешних влияющих факторов и условий окружающей среды регистрируются в протоколах.

При проведении метрологического аудита в части метрологической прослеживаемости в свидетельстве (сертификате) о калибровке проверяется наличие:

- декларации о том, что результаты измерений прослеживаются до единиц величин Международной системы единиц SI, которые воспроизводятся национальными эталонами единиц величин, или к другим основам для сравнения;

- записи о том, что калибровка выполнена с помощью эталонов по методике калибровки при указанных условиях;

- результатов калибровки, включая неопределенность;

- регистрационный номера аттестата аккредитации по ГОСТ ISO/IEC 17025 калибровочной лаборатории.

Если для подтверждения метрологической прослеживаемости предъявлено свидетельство о поверке, то проверяется:

- наличие в свидетельстве о поверке записей о том, что:

- результаты измерений прослеживаются до единиц величин Международной системы единиц SI, которые воспроизводятся национальными эталонами единиц величин или эталонами единиц величин иностранного государства;

- поверка проводилась по действующей методике поверки, утвержденной при утверждении типа средства измерений;

- метрологические характеристики соответствуют характеристикам, установленным при утверждении типа средства измерений;

- расчет неопределенности для измеренного значения поверенным средством измерений (при необходимости);

- соответствие рассчитанного значения неопределенности для измеренного значения поверенным средством измерений установленному значению неопределенности для измеряемого значения параметра измеряемого объекта в соответствии с требованием ТНПА.

Документальным подтверждением метрологической прослеживаемости для стандартных образцов служат сертификаты, выданные национальными метрологическими институтами или изготовителями стандартных образцов, выполняющими требования ISO 17034. В этом случае проверяется наличие записей с указанием:

- сертифицированных значений и расширенной неопределенности, установленных в соответствии с положениями ГОСТ ISO Guide 35;

- методов измерений, использованных при определении сертифицированных значений;

- метрологической прослеживаемости до единиц величин Международной системы единиц SI или к другим основам для сравнения;

- сведений о соответствии системы менеджмента качества изготовителя требованиям ISO 17034 и (или) ГОСТ ISO/IEC 17025.

**Лидия Евгеньевна АСТАФЬЕВА,**

ведущий инженер по метрологии  
производственно-методического отдела  
общей метрологии БелГИМ;

**Виктория Николаевна СКАЧЁК,**

начальник производственно-методического  
отдела общей метрологии БелГИМ

Дата поступления 16.07.2020

## БЕЛГИМ АККРЕДИТОВАН НА ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ПРОДУКЦИИ ТРЕБОВАНИЯМ ТР ЕАЭС 043/2017

Решением Технической комиссии по аккредитации от 30.07.2020 № 819 орган по сертификации продукции и услуг БелГИМ аккредитован на право проведения работ по подтверждению соответствия продукции требованиям технического регламента Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/2017).

В область аккредитации органа по сертификации включены следующие виды продукции:

- средства огнезащиты древесины и материалов на ее основе;
- средства огнезащиты стальных и (или) железобетонных конструкций;
- изделия погонажные электромонтажные из неметаллических материалов;
- противопожарные окна, двери, двери шахт лифтов с нормируемым пределом огнестойкости, ворота, люки, шторы, роллеты, экраны, занавесы;
- двери противопожарные дымогазонепроницаемые, двери дымопроницаемые.

По вопросам подтверждения соответствия продукции требованиям ТР ЕАЭС 043/2017 обращайтесь в БелГИМ по тел.: (+375 17) 305 20 69.