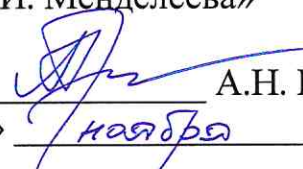


УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ФГУП «ВНИИМ им.
Д.И. Менделеева»



 А.Н. Пронин
25 ноября 2019 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Юрова Льва Васильевича

«Исследование процесса поверки средств измерений методом
статистического имитационного моделирования»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.11.15 – Метрология и метрологическое обеспечение

Поверка эталонов и средств измерений на сегодняшний день является основной процедурой передачи единицы величины измерения и подтверждения соответствия метрологических характеристик установленным требованиям. Поверочные схемы устанавливают соподчиненность эталонов при передаче единиц, обеспечивают метрологическую прослеживаемость результатов измерений к государственным первичным эталонам. Вопрос соотношения показателей точности эталона и поверяемого средства измерения (эталона) имеет важное значение при разработке поверочных схем для обеспечения достоверности результатов поверки. Одним из инструментов повышения достоверности результатов поверки является учет неопределенности измерений, что, по сути, означает выполнение поверки по результатам калибровки. Учитывая сказанное, можно констатировать, что тема диссертации Юрова Л.В. является актуальной, а диссертационные исследования, включающие в себя разработку методов моделирования процесса поверки, разработку правил учета неопределенности измерений при поверке с учетом нестабильности метрологических характеристик (МХ) эталона и поверяемого средства измерений (СИ) представляют теоретический и практический интерес.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения с основными результатами работы, списка использованных источников, включающего 82 наименования.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы объект и предмет исследования, определена цель и задачи исследования, показана научная новизна, представлены основные положения диссертации, приведены сведения о практической значимости и апробации работы. Содержание введения достаточно для уяснения круга решаемых в диссертации задач.

В первой главе проведен анализ существующих показателей достоверности поверки и обоснован выбор показателей, используемых в работе. Предложена структура и реализация имитационной модели процесса поверки, учитывающей точностные характеристики эталона и поверяемого средства измерения, а также их нестабильность между поверками.

Во второй главе приведены результаты применения имитационной модели для исследования процесса поверки СИ способом отбраковки и расчета показателей достоверности поверки. Исследован метод повышения достоверности поверки путем введения защитной полосы в критерий подтверждения соответствия при конкретных числовых значениях соотношений ширины защитной полосы и показателей точности средств измерений. Полученные результаты показывают, что введение защитных полос позволяет в 1,5 – 2 расширить область применения этого способа поверки в сторону меньших запасов по точности эталона и больших нестабильностей МХ поверяемых СИ.

В третьей главе приведены результаты применения имитационной модели для исследования процесса поверки СИ способом градуировки – установлением индивидуальных метрологических характеристик поверяемого СИ. Автор рассматривает возможность использования в качестве контрольного допуска при поверке способом градуировки предела нестабильности МХ СИ для случая, когда нестабильность МХ СИ носит преимущественно систематический характер, что позволяет до 3 раз снизить вероятность признания годным фактически неисправное СИ.

В четвертой главе на основании расчетных зависимостей, установленных в предыдущих главах, получены оценки предела погрешности СИ на основании данных о нестабильности МХ СИ и предела погрешности используемого для поверки рабочего эталона. Полученные результаты отражены в Методике института, разработанной автором.

Наиболее значимые результаты и научная новизна:

- разработана имитационная модель процедуры поверки, включающая в себя иерархическую схему передачи единицы величины от государственного первичного эталона рабочему эталону и далее СИ, процедуры периодического подтверждения соответствия МХ установленным требованиям, модель изменения МХ СИ между поверками, позволяющая оценить следующие показатели достоверности поверки: R_3 – риск заказчика и $P_{\text{брак}}$ - вероятность признания СИ негодным;

- обоснована оптимальная ширина защитной полосы при поверке с учетом неопределенности измерений, что позволило расширить область применения этого способа поверки в сторону меньших запасов по точности эталона и больших нестабильностей МХ поверяемых СИ;

- получены соотношения для установления минимального предела погрешности СИ с учетом нестабильности МХ СИ и МХ используемого рабочего эталона для основных способов поверки.

Достоверность полученных автором научных результатов обеспечивается использованием апробированного научно-методического

аппарата (математической статистики, методов статистического имитационного моделирования), а также сопоставлением с результатами экспериментальных исследований.

Практическая значимость работы связана с использованием ее результатов для установления соотношений между показателями точности эталонов и поверяемых СИ при разработке поверочных схем и для установления и подтверждения метрологических СИ на этапах их разработки и испытаний в целях утверждения типа.

Результаты исследований были использованы при подготовке РМГ 91-2019 «ГСИ. Совместное использование понятий «погрешность измерения» и «неопределенность измерения». Общие принципы» и МИ 3620-2019 «Методика выбора способа и параметров поверки СИ с использованием данных о нестабильности МХ СИ».

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. При разработке имитационной модели процесса поверки не использованы способы выражения точности первичных и вторичных эталонов. Использование исключительно равномерного закона распределения погрешностей при моделировании является существенным упрощением. Также необходимо отметить, что в имитационной модели не рассмотрены разные методы передачи единицы величины и соответствующие погрешности, которые являются существенным фактором при установлении соотношений между показателями точности при поверке. Из текста диссертации неясно, почему автор не включил в имитационную модель возможность учета результатов предыдущих поверок.
2. Сопоставление результатов моделирования с использованием разработанной имитационной модели и расчетов по МИ 188 (Таблица 2.5, стр.49) демонстрирует их расхождение, что особенно проявляется в отношении значений вероятностей брака. Значения МИ 188 в большей степени зависят от соотношения пределов погрешности эталона и поверяемого СИ. Возможно, причина заключается в том, что при применении имитационной модели, моделирование выполняется в пределах допустимых погрешностей и в пределах допустимой нестабильности. Таким образом, сопоставление значений, полученных имитационным моделированием, со значениями МИ 188 требует дальнейших пояснений.
3. На стр.51-52 приведен некорректный пример расчета неопределенности при поверке СИ, когда рассматривается только один источник неопределенности, связанный с эталоном, относительно которого предполагается равномерный закон, в то же время, далее для вычисления расширенной неопределенности используется коэффициент охвата, равный 2, в предположении нормального закона распределения. В итоге некорректные рассуждения приводят к ошибочному установлению «защитной полосы» в формуле (2.2) на стр.55, что может быть показано

подстановкой значений из последней строки Таблицы 2.8. в уравнение (2.2), когда в правой части выражения получаем отрицательное значение.

Отмеченные недостатки, в целом, не снижают ценности диссертационной работы.

Заключение

Оценивая диссертационную работу Юрова Л.В. в целом, можно сделать следующее заключение:

- тема диссертации актуальна, диссертация представляет собой законченную научно – квалификационную работу, в которой изложены новые решения по совершенствованию процедур передачи единиц измерения от вышестоящих по поверочным схемам эталонов рабочим СИ с учетом соотношения показателей точности эталонов/СИ, нестабильности МХ СИ;
- результаты диссертации обладают научной новизной, практической значимостью, в достаточной степени представлены в научных трудах автора;
- диссертация соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Юров Лев Васильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.15 - «Метрология и метрологическое обеспечение».

Отзыв на диссертационную работу составлен на основании изучения текста диссертации, автореферата, печатных работ. Отзыв обсужден и одобрен на заседании Ученого совета (18 ноября 2019г., протокол №6).

Зам. директора по научной работе, к.т.н.



Кривцов Е.П.