

УДК 621.31.36

## ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА КАЛИБРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Коробко Ю.С., Кравченко А.А.

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Рассмотрены актуальные вопросы калибровки средств измерения температуры. Предложена квалиметрическая модель организации калибровки средств измерения температуры. На базе разработанной модели предложен вариант реализации оптимального рабочего места для проведения калибровок, проведено исследование и поддержание его на всех этапах жизненного цикла.

**Ключевые слова:** температура, измерение, калибровка, метод калибровки, рабочее место калибровщика.

## OPTIMIZATION OF WORKSPACE OF TEMPERATURE MEASURING TOOLS CALIBRATION

Korobko Yu., Kravchenko A.

*Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus*

**Abstract.** Topical issues of calibration of temperature measuring instruments are considered. A qualimetric model for organizing the calibration of temperature measuring instruments is proposed. A variant of the implementation of an optimal workplace for carrying out calibrations on the basis of the developed model was proposed, a study was carried out and its maintenance at all stages of the life cycle.

**Key words:** temperature, measurement, calibration, calibration method, calibrator workplace.

*Адрес для переписки: Коробко Ю.С., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь  
e-mail: korobko.u@bntu.by*

Такие понятия, как «температура», «измерение температуры», «термометры» прочно вошли в жизнь и деятельность современного человека. С этими понятиями мы сталкиваемся ежедневно: в быту, в медицинских учреждениях, на производстве, при проведении научных исследований, в измерительных лабораториях и т.п. При этом парк средств измерения температуры – термометров, очень огромен. Они отличаются как своим устройством, принципами работы и методами измерений, так и разнообразием диапазонов измерения температур и точностью измерений. Сегодня востребованный диапазон температур измерений находится в пределах от сверхнизких (0–4.2 К), до сверхвысоких (выше 5000 К), а требуемая точность измерения доходит до сотых и тысячных долей градуса. Для обслуживания такого многочисленного парка средств измерений температуры - проведения операций по их метрологической оценке, требуется наличие большого числа разнообразных специфических испытательных лабораторий со своим оборудованием и квалифицированным персоналом, аккредитованных для обслуживания конкретного типа приборов.

В докладе предлагается рациональное решение вопросов калибровки различного рода термометров на базе доступного лабораторного оборудования и квалифицированного персонала. При этом охватываемый парк обслуживаемых средств измерения температуры довольно широк. Предлагаемая квалиметрическая модель рабочего места калибровщика и возможные ме-

тоды калибровки позволяют разработать варианты рабочих мест и обеспечить их обслуживание на всех этапах жизненного цикла.

Вначале, для решения этой задачи, исследуются и предлагаются алгоритмы изучения конъюнктуры наиболее востребованных для применения средств измерения температуры различных типов и назначений, а также алгоритмы анализа требований современной нормативно-технической документации относительно организации и проведения их поверки и калибровки. Средства измерения температуры систематизируются по принципу действия, назначению и конструкции, определяются необходимое эталонное оборудование и методы калибровки, а также требования для персонала (калибровщиков). Исследуются диапазоны применения средств измерения температуры, их точностные характеристики, прогнозы на дальнейшее использование и т.п.

Исходя из этой и любой другой доступной информации разрабатываются и предлагаются квалиметрические модели организации калибровок, обосновываются требования к условиям и порядку их проведения, а также к обслуживающему персоналу. В результате анализа этих моделей, методов и средств измерений предлагаются варианты реализации оптимальных рабочих мест калибровщиков, разрабатываются методики калибровки, которые могут послужить основой для разработки нормативно-технической документации.

Должное внимание в уделено вопросам исследования жизненных циклов разработанных рабочих мест калибровщика средств измерения температуры.

На этапе планирования конкретного рабочего места была рассмотрена вся возможная совокупность параметров и требований, предъявляемых к его реализации при данных условиях применения, и выделенные ключевые (метрологические, эксплуатационные, технические, экономические и др.), определяющие его структуру.

Эти параметры легли в основу формирования следующего этапа жизненного цикла – разработки рабочего места, в результате чего было разработано его техническое описание с требуемыми характеристиками и материальное воплощение.

Важным этапом жизненного цикла предлагаемого рабочего места калибровщика является метрологическое подтверждение его пригодности к применению. При этом предлагаются модели подтверждения пригодности как методик калибровки, так и самого рабочего места.

Для поддержания рабочего места в рабочем состоянии в ходе эксплуатации необходимо осуществлять мониторинг его характеристик, что позволяет получать информацию о его текущем состоянии, в том числе информацию о потере заданных характеристик. В случае получения данных, показывающих ухудшение характеристик рабочего места и нарушении его нормального функционирования, следует провести анализ с целью выявления причин, приведших к несоответствию требованиям. В качестве инструмента анализа предлагается использовать дисперсионный анализ.

Решение рассмотренных вопросов позволит изменить подходы к методологии метрологиче-

ской оценки средств измерения температуры, поставить вопрос поверки и калибровки на более качественный уровень, обеспечить более эффективную работу калибровочных лабораторий, сэкономить затраты.

#### Литература

1. Дивин, А. Г. Средства измерения температуры, оптических и радиационных величин. Часть 3: учебное пособие / А. Г. Дивин, С. В. Пономарев. – Тамбов : ФБГОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 116 с.
2. Об утверждении Правил осуществления метрологической оценки в виде работ по калибровке средств измерений. Постановление государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 23 апреля 2021 г. № 42.
3. Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверка средств измерений. Правила проведения работ : ТКП 8.003-2011 (03220).
4. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Основные положения и определения : СТБ ИСО 5725-1.
5. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений : СТБ ИСО 5725-2.
6. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода : СТБ ИСО 5725-3.
7. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений : СТБ ИСО 5725-4.
8. Системы менеджмента. Менеджмент измерений. Анализ измерительных систем : СТБ 2450-16.
9. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры : ГОСТ 8.558.
10. Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Калибровка средств измерений. Организация и порядок проведения» : СТБ 8014.

УДК 539.533

#### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ РАЗРУШЕНИЯ КЕРАМИКИ

Лапицкая В.А., Кузнецова Т.А., Чижик С.А., Хабарова А.В., Трухан Р.Э.

ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси»  
Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Описана методика определения вязкости разрушения для керамики, в том числе и для отдельных ее фаз, методом индентирования с визуализацией области деформации при помощи атомно-силового микроскопа. Обоснован выбор формул для расчета критического коэффициента интенсивности напряжений, характеризующего вязкость разрушения.

**Ключевые слова:** методика, вязкость разрушения, критический коэффициент интенсивности напряжений, керамика, атомно-силовая микроскопия, наноиндентирование.