



ЛУЧ
РОСАТОМ

ОРГАНИЗАЦИЯ АО «НАУКА И ИННОВАЦИИ»

Акционерное общество
«Научно-исследовательский институт
Научно-производственное объединение
«ЛУЧ»
(АО «НИИ НПО «ЛУЧ»)

ул. Железнодорожная, д. 24,
г. Подольск, Г.о. Подольск, Моск. обл., 142103
Тел. (495) 502-79-51, факс (495) 543-33-63,
E-mail: npo@sialuch.ru
ОКПО 56968802, ОГРН 1215000075971,
ИНН 5074070474, КПП 507401001

Ученому секретарю
диссертационного совета
ФГУП ВНИИМ им. Д.И. Менделеева
Чекирде К.В.

190005, г. Санкт-Петербург,
Московский пр., д.19

13. 11. 2023 № 227-101-13/9283

На № Н241-5-17449 от 24.10.2023

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Сильда Юрия Альфредовича
«Метрологическое обеспечение радиационной термометрии на основе нового определения
единицы температуры в диапазоне от 961,78 °С до 3200 °С» представленной на соискание
ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.4. – Приборы и методы измерения (по видам измерений).

Актуальность избранной диссертантом темы не вызывает сомнений, и обусловлена тем, что необходимо совершенствование методов и средств метрологического обеспечения радиационных средств измерений температуры в связи с постоянным развитием их характеристик, в части расширения диапазона измеряемой температуры и повышения точности измерения. Также она обусловлена введением нового определения кельвина, принятого на заседании 26-й Генеральной конференции по мерам и весам в 2018 году, и вследствие этого, необходимостью в создании вторичных эталонов, обладающих малой погрешностью, использование которых не приводит к потере точности измерения термодинамической температуры и её передачи.

Цель работы обусловлена современными и перспективными требованиями науки и промышленности в метрологическом обеспечении средств измерений в области радиационной термометрии в диапазоне от 961,78 °С до 3200 °С и заключается в создании и исследовании методов и средств передачи единицы температуры от государственного первичного эталона единицы температуры (ГПЭ) в соответствии с ее новым определением.

Для достижения поставленной цели проведена разработка и совершенствование методов и средств передачи единицы температуры на основе высокотемпературных реперных точек и интерполяционного прибора, выполнены экспериментальные исследования метрологических характеристик разработанных средств и на их основе созданы вторичные эталоны температуры в диапазоне от 961,78 °С до 3200 °С.

В первой главе диссертации проведен анализ состояния метрологического обеспечения радиационной термометрии и путей ее совершенствования на основе рассмотрения современных и перспективных требований науки и промышленности. Анализ показал, что существует необходимость в развитии эталонной базы, с учетом нового определения кельвина, обусловленное совершенствованием технологий производства СИ радиационной термометрии, существенным улучшением их технических характеристик, ростом парка СИ и их востребованностью промышленными предприятиями и научными организациями.

В результате определены основные направления совершенствования системы метрологического обеспечения, основным из которых является применение высокотемпературных реперных точек (ВТРТ) и интерполяционного прибора, обеспечивающих возможность передачи единицы температуры в соответствии с ее новым определением выше точки затвердевания серебра.

Вторая глава посвящена исследованию средств передачи единицы температуры. В ней приведены результаты анализа требований, предъявляемых к излучателям с фиксированной температурой фазовых переходов эвтектических сплавов металл-углерод. Рассмотрены характеристики и особенности конструкции высокотемпературных моделей абсолютно черного тела. Рассмотрены требования, предъявляемые к интерполяционному прибору. В результате определены основные требования к разработке, созданию и последующему исследованию средств передачи единицы температуры в соответствии с выбранным направлением.

В третьей главе приведены результаты исследований высокотемпературных реперных точек на основе фазовых переходов эвтектических сплавов и чистых металлов. Подробно приведен метод заполнения ампул ВТРТ, применение которого позволяет устранить возможность появления каверн в слитке эвтектического сплава и погрешность, обусловленную возможным загрязнением при проведении заполнения ампулы ВТРТ.

Выполнена реализация фазовых переходов высокотемпературных реперных точек, проведено сличение разработанных ВТРТ с ГПЭ. Полученные результаты измерений подтвердили возможность применения ВТРТ в качестве вторичного эталона единицы температуры.

В четвертой главе приведены исследования интерполяционного прибора.

Проведены исследования стационарного интерполяционного прибора - компаратора спектральных яркостей, в основе которого положена аппаратура ГПЭ прошлого поколения. Представлены соответствующие результаты.

Проведена доработка монохроматического пирометра, для применения его в качестве транспортируемого интерполяционного прибора. С этой целью проведены исследования алгоритмов обработки выходного сигнала пирометра, в ходе которого изначально реализована функциональная возможность в режиме реального времени проводить измерения температуры.

На следующем этапе исследований, на основе разработанной физико-математической модели процесса преобразования входного сигнала в основе которой лежит аппроксимирующая функция, выраженная в Планковской форме уравнения Сакума-Хаттори, разработан и внедрен в пирометр специализированный узел, который позволил применять его в качестве транспортируемого интерполяционного прибора. Результаты исследований метрологических характеристик и выполненная оценка погрешности позволили сделать вывод о возможности обеспечить передачу единицы на месте эксплуатации рабочих эталонов 0-го разряда с погрешностью передачи единицы температуры при помощи компаратора, не превосходящей 0,3 °С.

Пятая глава посвящена описанию создания и исследования вторичных эталонов единицы температуры, на основе разработанных средств передачи температуры.

Созданы два государственных вторичных эталона единицы температуры: государственный вторичный эталон (эталон-копия) единицы температуры номинальных значений 1084,62 °С; 1324,24 °С; 1738,34 °С; 2474,69 °С и государственный вторичный эталон (эталон-копия) единицы температуры в диапазоне значений от 961,78 °С до 3200 °С. Данные эталоны утверждены приказами Росстандарта.

Автором изучены и проанализированы известные достижения и теоретические положения, связанные с темой диссертации, опубликованные в научных изданиях. Диссертационная работа выполнена в полном объеме на достаточном научном уровне, текст автореферата имеет четкую структуру, материал изложен последовательно и логично. Автореферат в полном объеме содержит сведения о результатах исследований и практической ценности работы, о научной новизне и личном вкладе автора.

По результатам рассмотрения диссертации и автореферата можно констатировать логичность выводов и отсутствие серьезных просчетов в применяемых методах обработки результатов.

Достоверность положений и выводов диссертационного исследования обоснована достаточным числом публикаций по теме работы, включая выступления на международных и всероссийских конференциях и семинарах.

Общие замечания и рекомендации:

1. В состав государственного вторичного эталона (эталона-копии) единицы температуры в диапазоне значений от 961,78 °С до 3200 °С входит излучатель на основе ВТРТ эвтектики $\delta\text{MoC-S}$. В диссертационном исследовании не приведены результаты исследований указанной ВТРТ и полученные характеристики. Желательно уточнить сведения о ВТРТ эвтектики $\delta\text{MoC-S}$.

2. В тексте присутствуют незначительные ошибки и опечатки.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку выполненной работы.

Заключение

Считаю, что диссертация Сильда Юрия Альфредовича, опубликованные работы, включая статьи в рецензируемых журналах, свидетельствуют о том, что представленная работа отвечает требованиям Положения ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней.

Диссертация соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.4. – Приборы и методы измерения (по видам измерений).

Мокрушин Андрей Андреевич, кандидат технических наук,
заместитель генерального директора по науке



13.11.2023 г.