

ОТЗЫВ

официального оппонента Собины Алены Вячеславовны на диссертационную работу Смирнова Алексея Михайловича

«РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭТАЛОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЗОНДОВ», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.15 – «Метрология и метрологическое обеспечение»

Актуальность темы исследования

Актуальность представленной работы не вызывает сомнения. Для управления морской средой и морской деятельностью необходим постоянный мониторинг за функционированием и динамикой экосистем океанов и морей на глобальном и региональном уровнях. Задачи по систематическому исследованию морской среды закреплены в Морской доктрине Российской Федерации. Необходимость в современных системах океанографических наблюдений привела к обновлению и увеличению парка высокоточных гидрологических зондов, которые предназначены для измерения температуры, гидростатического давления и удельной электрической проводимости (далее – УЭП) морской воды. Одновременно возникла задача по метрологическому обеспечению гидрологических зондов, применяемых в Российской Федерации, и разработке новых схем и методов передачи единицы УЭП жидкостей.

Работа Смирнова А.М. посвящена исследованиям, направленным на совершенствование государственного первичного эталона единицы удельной электрической проводимости жидкостей ГЭТ 132 и модернизацию системы передачи единицы УЭП средствам измерений в РФ для решения актуальной проблемы метрологического обеспечения гидрологических зондов.

Структура и содержание диссертации

Во введении обоснована актуальность темы исследования и степень ее разработанности, сформулированы цели и задачи, показана научная новизна и практическая значимость работы, перечислены положения и результаты,



выносимые на защиту, приведена оценка личного вклада автора, а также сведения об апробации и реализации результатов диссертации.

В первой главе приведен обзор литературных источников, посвященных измерению УЭП жидкостей с применением кондуктивных и индуктивных первичных измерительных преобразователей, описаны строение ячеек для измерения УЭП и сферы применения анализаторов кондуктометрического типа. Представлена информация о ГПЭ единицы УЭП жидкостей ГЭТ 132-99, рассмотрено строение кондуктометрических ячеек эталонов различных зарубежных метрологических институтов, приведено сравнение их метрологических характеристик. Представлено текущее состояние метрологического обеспечения гидрологических зондов в РФ, которое подтверждает необходимость совершенствования эталонной базы в области кондуктометрии и способов передачи единицы, а также расширения номенклатуры стандартных образцов УЭП жидкостей. Сформулированы требования к разрабатываемой установке для метрологического обеспечения гидрологических зондов.

Во второй главе дан анализ электрохимических процессов для разработанной автором кондуктометрической ячейки, протекающих внутри ячейки и в значимом окружающем ее пространстве в результате прохождения переменного электрического тока через исследуемую жидкость. Приведено уравнение для расчета полного сопротивления кондуктометрической ячейки, перечислены влияющие факторы и способы минимизации их негативного влияния. Проанализирована эквивалентная электрическая схема замещения для разработанной ячейки, представлена методика подбора ее параметров, обосновано их применение для определения кондуктивной постоянной ячейки.

Третья глава посвящена описанию разработанной эталонной установки, приведены структурная схема, описание ее основных узлов и принципа их действия. Приведены результаты моделирования распределения электрического поля внутри разработанной кондуктометрической ячейки и экспериментальное и теоретическое определение постоянной ячейки.

Экспериментальное определение осуществлено с использованием эталонных растворов УЭП, приготовленных в соответствии с рекомендациями ИЮПАК, теоретическое - путем разработки эквивалентной электрической схемы замещения; затем выполнено сопоставление результатов теоретического и экспериментального определения, которое показало хорошую сопоставимость.

Четвертая глава посвящена исследованиям метрологических характеристик эталонной установки. Представлена математическая модель измерений, реализуемых на эталонной установке при воспроизведении единицы УЭП жидкостей. Для выявления влияющих факторов и оценки адекватности математической модели составлена причинно-следственная диаграмма, на которой приведены выходные и входные величины модели, а также другие влияющие величины.

В ходе исследований установлено, что зависимость расширенной относительной неопределенности от значения УЭП раствора незначительна в диапазоне измерений от 0,5 до 10 См/м и составляет 0,023 % при коэффициенте охвата $k=2$.

Пятая глава посвящена практической значимости разработанной эталонной установки, которая была включена в состав государственного первичного эталона УЭП жидкостей ГЭТ 132-2018 и уже в 2018-2019 годах успешно применена для испытаний в целях утверждения типа и калибровки высокоточных гидрологических зондов. Описана разработанная автором государственная поверочная схема для средств измерений УЭП жидкостей.

Научная новизна полученных результатов

Новизна полученных в диссертации результатов определяется разработкой эталонной установки для метрологического обеспечения высокоточных гидрологических зондов, в которой реализовано новое конструктивное исполнение четырехэлектродных кондуктометрических ячеек по принципу «цилиндр в цилиндре», позволившее минимизировать влияние электрохимических и термодинамических процессов, протекающих как внутри ячейки, так и в окружающем ее значимом пространстве. Предложена

и обоснована математическая модель новой кондуктометрической ячейки для расчетного подтверждения ее постоянной, построенная на анализе процессов, протекающих внутри ячейки.

Практическая ценность работы

Практическая реализация результатов исследований заключается в создании новой эталонной установки на основе переменноточковой кондуктометрии с 4х-электродными ячейками. Включение разработанной эталонной установки в состав государственного первичного эталона единицы удельной электрической проводимости жидкостей ГЭТ 132 позволило повысить точность его метрологических характеристик в 2-2,5 раза и расширило его функциональные возможности в области измерения УЭП жидкостей в широком диапазоне частот, питающего напряжения и формы сигнала.

Новая государственная поверочная схема для средств измерений удельной электрической проводимости жидкостей охватывает весь парк анализаторов кондуктометрического типа, в том числе гидрологические зонды, и предусматривает улучшение метрологических характеристик разрядных рабочих эталонов.

Замечания и рекомендации

1 Из текста диссертации и автореферата непонятно, разработанная эталонная установка включена в состав государственного первичного эталона единицы удельной электрической проводимости жидкостей ГЭТ 132 взамен или в дополнение к существовавшей установке для воспроизведения единицы УЭП. Описано моделирование и определение постоянной для одной кондуктометрической ячейки, при этом в выводах упоминаются 4х-электродные ячейки во множественном числе.

2 В главе 3 недостаточно подробно изложено, каким образом получены зависимости распределения электрического поля от влияющих факторов (расстояния между заливными горловинами и потенциальными электродами (рисунок 44), несоосности центрального стержня ячейки (рисунок 46), отклонения одного из электродов от вертикального положения (рисунок 48)).

Графики не содержат точек построения, в тексте не представлены исходные данные в табличном виде. Также не проведен анализ влияния толщины потенциальных электродов на разность напряжения на участке между электродами.

3 Неоднократно по тексту диссертации отмечается наличие сведений, не снабженных ни приводящими к ним выкладками, ни ссылками на использованные источники. Это не позволяет оценить степень причастности автора к излагаемому материалу. Например, на странице 60 приведены значения температурных коэффициентов для различных электролитов без ссылки на литературный источник. Здесь же для раствора хлорида калия указан температурный коэффициент, значение которого могло быть как взято из литературных источников, так и определено автором, но из текста диссертации это непонятно. То же замечание для рисунка 38 и ряда формул (11, 12, 22, 45 и др.), для которых отсутствуют ссылки на источник.

4 Целесообразно было бы представить бюджет неопределенности в одной таблице с указанием вкладов от всех оцененных источников в единицах удельной электрической проводимости или в относительном виде, провести анализ наиболее значимых вкладов и дать оценку возможности их минимизации.

5 В разработанной государственной поверочной схеме для средств измерений единицы удельной электрической проводимости жидкости метрологические характеристики гидрологических зондов представлены в виде безразмерной величины относительной электрической проводимости и в единицах солености (ПЕС). В работе следовало описать взаимосвязь величины УЭП жидкостей (См/м) с величинами, приведенными в поверочной схеме.

6 В качестве перспективного направления развития метрологического обеспечения гидрологических зондов, предназначенных для измерений УЭП морской воды непосредственно в море, предлагается исследование точностных характеристик результатов измерений УЭП гидрологическими зондами не только в стационарных условиях, но и в динамических условиях

при движении потока исследуемой жидкости.

7 Как большая и сложная работа диссертация не лишена опечаток и стилистических неточностей, присутствуют отступления от правил оформления ссылок и списка литературы.

Заключение

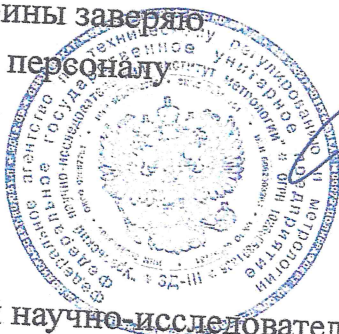
Диссертационная работа Смирнова Алексея Михайловича «Разработка и исследование эталонной установки для метрологического обеспечения гидрологических зондов» является законченной научно-исследовательской работой. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Приведенные замечания не снижают научной и практической значимости выполненной работы.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Смирнов А.М. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.15 – «Метрология и метрологическое обеспечение».

Официальный оппонент,
заведующий лабораторией физических
и химических методов метрологической
аттестации стандартных образцов
Федерального государственного унитарного
предприятия «Уральский научно-
исследовательский институт метрологии»,
кандидат технических наук

А.В. Соби́на

Подпись А.В. Собины заверяю
Зам. директора по персоналу
ФГУП «УНИИМ»



Е.А. Евпланова

ФГУП «Уральский научно-исследовательский
институт метрологии» (ФГУП «УНИИМ»)
г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4.
Тел./факс (343) 350-26-18