



**ВНИИМС**

**Федеральное государственное  
унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-  
исследовательский институт  
метрологической службы»  
(ФГУП «ВНИИМС»)**

119361, Москва, Озёрная ул., д.46.  
Тел.: (495) 437-55-77; факс: (495) 437-56-66  
E-mail: office@vniims.ru; https://www.vniims.ru  
ОКПО 02567478, ОГРН 1037700173598  
ИНН/КПП 7736042404/772901001

№ \_\_\_\_\_  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
Г \_\_\_\_\_ 7

**Отзыв официального оппонента**  
**на диссертационную работу Беленького Дмитрия Ильича**  
**«Разработка методов и средств воспроизведения и передачи единицы**  
**дзета-потенциала частиц в жидкостях», представленную на соискание ученой**  
**степени кандидата технических наук по специальности**  
**05.11.15 – «Метрология и метрологическое обеспечение»**

Области применения средств измерений дзета-потенциала очень разнообразны: в нефтяной промышленности при подборе защитных коллоидов природных нефтяных эмульсий для повышения чистоты добываемой нефти. В химической промышленности их используют при сертификации коррозионно-стойких присадок, блескообразующих добавок, модификаторов в гальванотехнике и коррозионно-стойком материаловедении. В фармацевтической отрасли – для контроля медицинских диагностических систем на предмет старения буферных растворов, ферментов, антител, антигенов, нуклеиновых кислот. В пищевой промышленности дзета-потенциал частиц взвесей, суспензий, других коллоидных систем служит одной из ключевых характеристик старения продуктов питания и исходной продукции



сельского хозяйства. В области биотехнологий дзета-потенциал измеряют при контроле развития клеточных культур в биореакторах, а также для стандартизации вакцин, сывороток, ферментных препаратов, генно-инженерных векторов. Отдельная сфера применения – контроль состояния дисперсных систем при катализе в ионных жидкостях.

Создание эталонного комплекса хранения, воспроизведения и передачи единицы дзета-потенциала частиц в жидкостях, а также средств передачи единицы дзета-потенциала позволяет предприятиям промышленности выпускать конкурентоспособную продукцию с применением средств измерений, аттестованного оборудования с известными метрологическими характеристиками.

Диссертационная работа Беленького Д. И. посвящена разработке методов и средств воспроизведения и передачи единицы дзета-потенциала частиц в жидкостях.

Автором сформулированы и доказаны выносимые на защиту **научные положения:**

1. Удовлетворены требования промышленности по измерению дзета-потенциала частиц в жидкостях путем исследования и комплексирования методов измерения дзета-потенциала частиц в диапазоне от минус 150 мВ до плюс 150 мВ с расширенной неопределенностью измерений (при  $k=2$ ) менее 5 %.

2. Значения неисключенной систематической погрешности измерений при воспроизведении единицы дзета-потенциала частиц в жидкости и среднего квадратического отклонения результатов измерений дзета-потенциала на созданном комплексе эталонных средств не превышают  $\pm 3$  %.

3. Использование разработанных супрамолекулярных систем на основе водных растворов L-цистеина и ацетата серебра, N-ацетин L-цистеина и ацетата серебра в качестве средств передачи единицы дзета-потенциала частиц в жидкостях обеспечивает передачу единицы в существующем диапазоне значений от минус 150 мВ до плюс 150 мВ.

4. Средства передачи единицы дзета-потенциала на основе супрамолекулярных систем обеспечивают максимальную нестабильность метрологических характеристик не более  $\pm 4$  % на протяжении 1 года.

Диссертационная работа объемом 102 страницы состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

Во введении обоснована актуальность работы, указаны цель и задачи, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, показаны практическая значимость и внедрение полученных результатов, определен личный вклад автора.

В первой главе приведен литературный обзор методов измерения дзета-потенциала, а также существующих теоретических моделей.

Несмотря на полноту материала, автором проведена избыточная работа по описанию уже существующих моделей и подходов, относительно темы диссертационной работы и обозначенных в ней цели и задач. Также не было уделено должного внимания обзору существующих стандартных образцов дзета-потенциала.

Во второй главе проведен анализ существующих методов измерения дзета-потенциала частиц в жидкости, определены влияющие на результаты измерений факторы, проведен расчет неопределенности измерений. Автором предложен и обоснован комплексированный метод, обеспечивающий измерение дзета-потенциала частиц в диапазоне от минус 150 мВ до плюс 150 мВ с расширенной неопределенностью измерений менее 5 %.

При описании электроакустического метода измерений дзета-потенциала автором описана возможность работы с высококонцентрированными дисперсными системами, однако не указано основное достоинство, заключающееся в возможности работы с непрозрачными средами.

Несмотря на информативность, некоторые рисунки (рис. 2.2, 2.3, 2.8) приведены в недостаточно хорошем качестве, что затрудняет их восприятие.

В п.п. 2.4.1 и 2.4.2 автор приводит погрешности измерений пикнометра, а также средств измерений времени и вязкости, однако не приводит ссылок на материалы, подтверждающие указанные значения погрешностей.

В третьей главе описан процесс разработки комплекса эталонных средств воспроизведения и передачи единицы дзета-потенциала. Автор приводит результаты исследований метрологических характеристик разработанного

эталонного комплекса средств воспроизведения единицы дзета-потенциала. В рамках создания средств передачи единицы дзета-потенциала автор анализирует различные исходные материалы. Большое внимание уделено обоснованию выбора супрамолекулярных систем на основе водных растворов L-цистеина и ацетата серебра, N-ацетил-L-цистеина и ацетата серебра в качестве средств передачи. Описан процесс и результаты синтеза образцов, определены их метрологические характеристики.

Несмотря на уникальность проведенной в главе 3 работы, стоит отметить в оформлении графической части главы использование англоязычных обозначений, что несколько портит впечатление от работы.

В заключении диссертационной работы изложены основные результаты выполненной работы.

Диссертация Беленького Д. И. является научной квалификационной работой. Следует отметить очень важную значимую часть работы, посвященную экспериментальным исследованиям. В работе была использована не только основная литература по теме исследования, но и результаты сопутствующих исследований, изучен широкий круг документальных источников. Материал работы изложен грамотным понятным языком с использованием узаконенной метрологической терминологии. Решаемая научная задача обоснования, разработки и исследований средств передачи единицы дзета-потенциала коллоидных частиц в жидкостях в диапазоне от минус 150 до плюс 150 мВ является актуальной, а результаты ее решения – своевременными и востребованными практической деятельностью. Диссертационную работу отличает взвешенное сочетание теоретической и прикладной направленности.

**Научная новизна** полученных лично автором результатов заключается в том, что:

1. Впервые обосновано и реализовано применение супрамолекулярных систем на основе водных растворов L-цистеина и ацетата серебра, N-ацетил-L-цистеина и ацетата серебра в качестве средств передачи единицы дзета-потенциала частиц в жидкостях в диапазоне от минус 150 мВ до плюс 150 мВ.

2. Впервые созданы меры дзета-потенциала частиц в жидкостях с максимальной нестабильностью характеристик за год не более  $\pm 4 \%$ , позволяющие обеспечить передачу единицы величины от первичного эталона рабочим эталонам и средствам измерений.

3. Усовершенствован Государственный первичный эталон единиц дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов ГЭТ 163-2020 в части функциональных возможностей по измерению дзета-потенциала частиц в жидкостях.

Практическая значимость работы заключается в создании средств воспроизведения и передачи единицы дзета-потенциала частиц в жидкостях, что позволяет обеспечить единство измерений в указанной области.

В качестве рекомендации по дальнейшему использованию результатов и выводов диссертационной работы следует отметить возможность применения созданного автором комплекса средств воспроизведения и передачи единицы дзета-потенциала частиц в жидкостях при разработке и серийном производстве средств измерений дзета-потенциала частиц в жидкостях.

Результаты разработки эталонных средств воспроизведения и передачи единицы могут быть применены в нефтяной, пищевой и химической промышленности, фармацевтической промышленности при метрологическом обеспечении технологических процессов и выпуске готовой продукции.

Отмеченные в работе недостатки не снижают общей положительной оценки работы. Выводы, рекомендации и вынесенные на защиту основные положения достаточно обоснованы. Диссертация изложена логично и последовательно.

По теме диссертации опубликовано тринадцать работ, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, 3 - в изданиях из базы Web of Science и Scopus.

Диссертация содержит подробное описание основных научных результатов. Тема и содержание диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 05.11.15 «Метрология и метрологическое

обеспечение». Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и достаточно полно отражает ее основные положения.

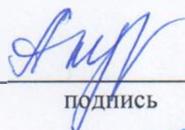
Таким образом, диссертация Беленького Дмитрия Ильича является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи, заключавшейся в обосновании, разработке и исследовании средств передачи единицы дзета-потенциала коллоидных частиц в жидкостях в диапазоне от минус 150 мВ до плюс 150 мВ.

Диссертация имеет существенное прикладное значение в социально-экономической сфере, написана самостоятельно, обладает внутренним единством, представляет собой законченную научную квалификационную работу, содержащую новое решение актуальной научной задачи, имеющей теоретическое и прикладное значение. По уровню решения важной научно-технической задачи и её практической значимости диссертационная работа удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Беленький Дмитрий Ильич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.15 «Метрология и метрологическое обеспечение».

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук, начальник лаборатории метрологического обеспечения биологических и информационных технологий Федерального государственного унитарного предприятия "Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы"

Кулябина Елена Валериевна

 02.11.2021г.  
подпись дата

Подпись Кулябиной Елены Валериевны подтверждаю

Заместитель директора по производственной метрологии

Коломин Антон Евгеньевич

подпись



дата