



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
Диссертация «Метрологическое обеспечение измерений поверхностной плотности и массовой доли элементов в многослойных и многокомпонентных металлических покрытиях с применением метода рентгенофлуоресцентного анализа потребления»

(название диссертации)

В период подготовки диссертации соискатель Васильев Александр Сергеевич

Работал в УНИИМ – филиале ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в должности научного сотрудника и являлся помощником учёного хранителя государственного первичного эталона единиц поверхностной плотности и массовой доли элементов в покрытиях ГЭТ 168-2015.

В 2009 г. окончил Уральский государственный технический университет — УПИ имени первого президента России Б. Н. Ельцина (УГТУ-УПИ)

По специальности физика-кинетических явлений

Удостоверение или справка об обучении, содержащие информацию о сдаче кандидатских экзаменов, выдано в 2025 г.

Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

Научный руководитель (консультант) – Казанцев Вячеслав Васильевич, к.х.н., Уральский научно-исследовательский институт метрологии-филиал Федерального государственного унитарного предприятия "Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева" (УНИИМ-филиал ФГУП "ВНИИМ им.Д.И.Менделеева"), лаборатория метрологии термометрии и поверхностной плотности, УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева», ведущий научный сотрудник

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Личное участие соискателя учёной степени в получении результатов,

изложенных в диссертации

Автором проведён анализ востребованности методов воспроизведения и средств передачи единиц поверхностной плотности и массовой доли элементов в многослойных многокомпонентных покрытиях. Автором разработаны физико-математические модели измерения поверхностной плотности многослойных однокомпонентных металлических покрытий на основе послойного измерения поверхностной плотности каждого слоя покрытия с учетом поправки на ослабление интенсивности излучения верхними слоями покрытия по закону Бугера-Ламберта-Бера и определения коэффициентов чувствительности с помощью эталонов сравнения. Автором предложены и количественно оценены факторы, влияющие на неопределенность измерений поверхностной плотности и массовой доли элементов в разработанной методике измерений. Разработанная автором методика измерений поверхностной плотности и массовой доли элементов в многослойных многокомпонентных покрытиях и оценки неопределенности полученных значений была включена в МВ-07-ГЭТ-168-2015 «ГСИ. Методика воспроизведения и передачи единиц поверхностной плотности и массовой доли элементов в покрытиях на ГЭТ 168» и МРН-10-ГЭТ-168-2015 «ГСИ. Методика расчета неопределенности воспроизведения единиц поверхностной плотности и массовой доли элементов в покрытиях на ГЭТ 168». Автором непосредственно проведены все экспериментальные исследования по измерению поверхностной плотности и массовой доли элементов в многослойных многокомпонентных покрытиях для валидации разработанной методики измерений. Автором проведены испытания в целях утверждения типа 17 типов стандартных образцов поверхностной плотности двухслойных однокомпонентных покрытий и 5 типов стандартных образцов поверхностной плотности и массовой доли элементов для однослойных многокомпонентных покрытий. Автором непосредственно проведены все экспериментальные исследования и обработка результатов при участии в международных пилотных сличениях ССQM P229 по измерению молярной доли платины в покрытии сплавом платина-никель на кремнии и международных двухсторонних сличениях COOMET.L-S16 по измерению толщины никелевого покрытия на стали.

Все приведенные в работе результаты исследований получены лично автором или при его непосредственном участии. Во всех работах, которые выполнены в соавторстве, соискатель непосредственно участвовал в постановке задач, экспериментальных исследованиях, обработке, обобщении и анализе полученных результатов.

Степень достоверности результатов проведённых соискателем учёной степени исследований

Апробация разработанных методических подходов и процедур, алгоритмов оценивания неопределённостей была проведена при участии в международных пилотных сличениях ССQM-P229, проводимых Корейским научно-исследовательским институтом эталонов и науки в рамках Консультативного комитета по количеству вещества – метрология в химии и биологии под эгидой Международного бюро мер и весов, а также международных дополнительных сличениях COOMET.L-S16, проводимых Физико-техническим институтом Германии в рамках Региональной метрологической организации KOOMET.

Кроме того, основные положения диссертационной работы и её отдельные результаты были представлены, обсуждены и одобрены на 6 международных и всероссийских конференциях.

Новизна и практическая значимость результатов, проведённых соискателем учёной степени исследований

1. Разработана физико-математическая модель измерений поверхностной плотности многослойных однокомпонентных металлических покрытий, основанная на принципе послойного измерения поверхностной плотности каждого слоя покрытия с учетом поправки на ослабление интенсивности излучения верхними слоями покрытия по закону Бугера-Ламберта-Бера.

2. Разработана физико-математическая модель измерений поверхностной плотности и массовой доли элементов для однослойных многокомпонентных металлических покрытий на основе учета массовой доли и интенсивности рентгенофлуоресцентного излучения эталонов сравнения (коэффициентов чувствительности).

3. Обоснованы и установлены метрологические характеристики 22 типов стандартных образцов поверхностной плотности двухслойных однокомпонентных металлических покрытий и поверхностной плотности и массовой доли элементов двухкомпонентных однослойных металлических покрытий с учетом их неоднородности и неоднородности эталонов сравнения, обеспечивающие относительные погрешности аттестованных значений поверхностной плотности покрытий и массовой доли элементов в покрытиях, сопоставимые с относительными расширенными неопределенностями для стандартных образцов, выпускаемых Национальными метрологическими институтами других государств.

4. Доказана эквивалентность ГЭТ 168, реализующего разработанную методику измерений поверхностной плотности и массовой доли элементов в многослойных многокомпонентных металлических покрытиях с применением рентгенофлуоресцентного анализа, национальным эталонам Национальных метрологических институтов других государств посредством проведения международных пилотных сличений в области определения молярной доли платины в покрытии платина-никель на кремнии ССQM-P229 и дополнительных сличений по измерению толщины никелевого покрытия на стали СОOMET.L-S16.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в следующем:

1. Созданные физико-математические модели на основе послойного измерения поверхностной плотности каждого слоя покрытия с учетом поправки на ослабление интенсивности излучения верхними слоями покрытия по закону Бугера Ламберта Бера и учета массовой доли и интенсивности рентгенофлуоресцентного излучения эталонов сравнения (коэффициентов чувствительности) обеспечивают возможность воспроизведения и передачи единиц поверхностной плотности и массовой доли элементов для многослойных многокомпонентных металлических покрытий методом рентгенофлуоресцентного анализа.

2. На основе проведенных исследований актуализирована государственная поверочная схема для средств измерений поверхностной плотности и массовой доли элементов в покрытиях в части многослойных и многокомпонентных покрытий.

3. Создана и внедрена в практику номенклатура из 22 типов стандартных образцов для воспроизведения и передачи единиц поверхностной плотности и массовой доли элементов для однослойных многокомпонентных покрытий с наивысшей в стране точностью для оценки соответствия и испытания средств измерений в целях утверждения типа.

4. Повышен репутационный статус ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» и России на уровне Международного комитета мер и весов и Региональной метрологической организации КООМЕТ посредством проведения международных пилотных сличений ССQM P229 по измерению молярной доли платины в покрытии сплавом платина-никель на кремнии и дополнительных сличений СООМЕТ.L-S16 по измерению толщины никелевого покрытия на стали.

Ценность научных работ соискателя учёной степени

Решение поставленных в работе задач позволяет усовершенствовать и развить систему метрологического обеспечения измерений поверхностной плотности и массовой доли элементов в многослойных и многокомпонентных покрытиях и удовлетворить перспективные требования науки и промышленности в метрологическом обеспечении средств измерений параметров покрытий.

Научная специальность, которой соответствует диссертация

Диссертация полностью соответствует специальности 2.2.10 «Метрология и метрологическое обеспечение».

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателей учёной степени

Содержание диссертации достаточно полно представлено в опубликованных автором работах. По теме диссертации опубликовано 10 работ, в том числе: 3 статьи в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, из них 1 статья в научном журнале, индексируемом базой данных Scopus, 1 – Web of Science; 7 в сборниках трудов международных конференций. Автореферат в полной мере соответствует основному содержанию работы.

Публикации в изданиях, включённых в перечень научных журналов ВАК

1. Казанцев В.В., Медведевских С.В., Васильев А.С. Государственный первичный эталон единиц поверхностной плотности и массовой доли элементов в покрытиях ГЭТ 168 2015 // Измерительная техника, 2018, № 9, с. 17-19 DOI: <https://doi.org/10.32446/0368-1025it-2018-9-17-19>;

2. Казанцев В.В., Васильев А.С. О многопараметрических стандартных образцах для метрологического обеспечения в области контроля параметров покрытий // Стандартные образцы, 2018, т. 14, № 3-4, с. 9. DOI: <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2018-14-3-4-9-15>;

3. Васильев А.С. Исследование, разработка и внедрение методик определения поверхностной плотности и массовой доли элементов для многослойных и многокомпонентных покрытий рентгенофлуоресцентным методом // Эталоны.

Публикации в остальных изданиях

1. «О многопараметрических стандартных образцах для метрологического обеспечения в области контроля параметров покрытий» // Medvedevskikh, S. V. Reference Materials in Measurement and Technology: Proceedings of the Third International Scientific Conference. – Springer Nature, 2020.

2. «Алгоритмы расчета при воспроизведении и передаче единиц поверхностной плотности и массовой доли элементов в многокомпонентных покрытиях с применением Государственного первичного эталона ГЭТ 168-2015» // Математическая, статистическая и компьютерная поддержка качества измерений (MSCSMQ 2018). Сборник трудов, Санкт-Петербург, 2018;

3. «Разработка стандартных образцов поверхностной плотности, толщины и массовой доли элементов в покрытии сплавом олово-висмут на меди» // IV Международная научно-техническая конференция «Метрология физико-химических измерений». Сборник трудов, Суздаль, 2019;

4. «Разработка нового поколения стандартных образцов для метрологического обеспечения измерений поверхностной плотности и толщины покрытий» // IV Международная научная конференция «Стандартные образцы в измерениях и технологиях»: Сборник трудов. Часть «Ru», С.Петербург, Россия: УНИИМ – ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», 2020;

5. Разработка стандартных образцов однослойных и двухслойных покрытий для метрологического обеспечения в области измерения поверхностной плотности и толщины покрытий // V Международная научная конференция «Стандартные образцы в измерениях и технологиях»: Сборник трудов. Часть «Ru». Екатеринбург, Россия: ФГУП «ВНИИМ им Д.И. Менделеева», 2022;

6. «Разработка стандартных образцов поверхностной плотности и массовой доли элементов в двухкомпонентных покрытиях» // II Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «ЗА НАМИ БУДУЩЕЕ» и пилотный Международный конкурс «Лучший молодой метролог МГС СНГ» 2024 года. Сборник тезисов докладов, С.Петербург, Россия: ООО «Типография Литас+», 2024;

7. «Метрологическое обеспечение для определения поверхностной плотности и массовой доли элементов для двухслойных и двухкомпонентных покрытий» // Стандартные образцы в измерениях и технологиях: Тезисы докладов VI Международной научной конференция. Часть «Ru». Екатеринбург, Россия: ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», 2024.

индексированном базой данных Scopus, 1 – Web of Science; 7 в сборниках трудов международных конференций. Автореферат в полной мере соответствует основному содержанию работы.

Публикации в изданиях, включённых в перечень научных журналов ВАК

1. Казанцев В.В., Медведевских С.В., Васильев А.С. Государственный первичный эталон единиц поверхностной плотности и массовой доли элементов в покрытиях ГЭТ 168 2015 // Измерительная техника, 2018, № 9, с. 17-19 DOI: <https://doi.org/10.32446/0368-1025it-2018-9-17-19>;

2. Казанцев В.В., Васильев А.С. О многопараметрических стандартных образцах для метрологического обеспечения в области контроля параметров покрытий // Стандартные образцы, 2018, т. 14, № 3-4, с. 9. DOI: <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2018-14-3-4-9-15>;

3. Васильев А.С. Исследование, разработка и внедрение методик определения поверхностной плотности и массовой доли элементов для многослойных и многокомпонентных покрытий рентгенофлуоресцентным методом // Эталоны. Стандартные образцы. 2024. Т. 20, № 2. DOI: <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2024-20-2-99-114>.

Публикации в остальных изданиях

1. «О многопараметрических стандартных образцах для метрологического обеспечения в области контроля параметров покрытий» // Medvedevskikh, S. V. Reference Materials in Measurement and Technology: Proceedings of the Third International Scientific Conference. – Springer Nature, 2020.

2. «Алгоритмы расчета при воспроизведении и передаче единиц поверхностной плотности и массовой доли элементов в многокомпонентных покрытиях с применением Государственного первичного эталона ГЭТ 168-2015» // Математическая, статистическая и компьютерная поддержка качества измерений (MSCSMQ 2018). Сборник трудов, Санкт-Петербург, 2018;

3. «Разработка стандартных образцов поверхностной плотности, толщины и массовой доли элементов в покрытии сплавом олово-висмут на меди» // IV Международная научно-техническая конференция «Метрология физико-химических измерений». Сборник трудов, Суздаль, 2019;

4. «Разработка нового поколения стандартных образцов для метрологического обеспечения измерений поверхностной плотности и толщины покрытий» // IV Международная научная конференция «Стандартные образцы в измерениях и технологиях»: Сборник трудов. Часть «Ru», С.Петербург, Россия: УНИИМ – ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», 2020;

5. Разработка стандартных образцов однослойных и двухслойных покрытий для метрологического обеспечения в области измерения поверхностной плотности и толщины покрытий // V Международная научная конференция «Стандартные образцы в измерениях и технологиях»: Сборник трудов. Часть «Ru». Екатеринбург, Россия: ФГУП «ВНИИМ им Д.И. Менделеева», 2022;

6. «Разработка стандартных образцов поверхностной плотности и массовой доли элементов в двухкомпонентных покрытиях» // II Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «ЗА НАМИ БУДУЩЕЕ» и пилотный

Международный конкурс «Лучший молодой метролог МГС СНГ» 2024 года. Сборник тезисов докладов, С.Петербург, Россия: ООО «Типография Литас+», 2024;

7. «Метрологическое обеспечение для определения поверхностной плотности и массовой доли элементов для двухслойных и двухкомпонентных покрытий» // Стандартные образцы в измерениях и технологиях: Тезисы докладов VI Международной научной конференция. Часть «Ru». Екатеринбург, Россия: ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», 2024.

Диссертация «Метрологическое обеспечение измерений поверхностной плотности и массовой доли элементов в многослойных и многокомпонентных металлических покрытиях с применением метода рентгенофлуоресцентного анализа» Васильева Александра Сергеевича рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.10 «Метрология и метрологическое обеспечение».


Заключение принято на заседании секции Учёного Совета «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по физико-химическим измерениям от «27» февраля 2025 года.

Присутствовало на заседании 20 человек, из них с правом решающего голоса - 16 человек. Результаты голосования: «за» - 16 человек, «против» - 0 человек, «воздержавшихся» - 0 человек, протокол № 2 от «27» февраля 2025 года.

Председатель секции Ученого Совета


Кустиков Ю.А.

Секретарь


Когновицкая Е.А.


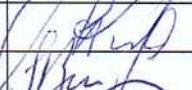
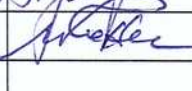
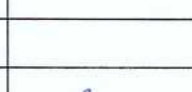
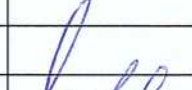

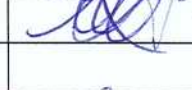
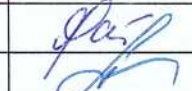
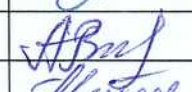
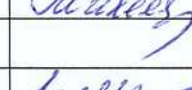
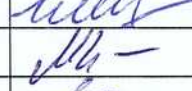

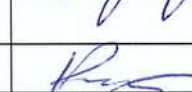






ЯВОЧНЫЙ ЛИСТ

членов секции по физико-химическим измерениям
Ученого совета ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

Протокол № 2/25

27.02.2025 г.

| №№ п/п | Фамилия, имя, отчество | Должность в Секции | Ученая степень и звание | Явка на заседание (подпись) |
|-----------|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------------|---|
| 1. | Кустиков Юрий Анатольевич | Председатель | к.т.н. |  |
| 2. | Колобова Анна Викторовна | зам. председателя | к.т.н. |  |
| 3. | Крылов Анатолий Иванович | зам. председателя | д.х.н. |  |
| 4. | Конопелько Леонид Алексеевич | член секции | д.т.н. |  |
| 5. | Медведевских Сергей Викторович | член секции | к.т.н. | |
| 6. | Неклюдова Анастасия Александровна | член секции | к.т.н. | |
| 7. | Иванникова Наталья Витальевна | член секции | к.т.н. | |
| 8. | Соколов Тимофей Борисович | член секции | |  |
| 9. | Мальгинов Андрей Вениаминович | член секции | |  |
| 10. | Попова Татьяна Алексеевна | член секции | к.х.н. |  |
| 11. | Чубченко Ян Константинович, | член секции | к.т.н. |  |
| 12. | Козлов Дмитрий Николаевич | член секции | к.т.н. | |
| 13. | Фатина Ольга Владимировна | член секции | |  |
| 14. | Осипова Людмила Владимировна | член секции | к.т.н. |  |
| 15. | Вячеславов Александр Валерьевич | член секции | к.х.н. |  |
| 16. | Михеева Алёна Юрьевна | член секции | к.х.н. |  |
| 17. | Ткаченко Ирина Юрьевна | член секции | | |
| 18. | Максакова Ирина Борисовна | член секции | |  |
| 19. | Вонский Максим Сергеевич | член секции | к.б.н. |  |
| 20. | Рунов Андрей Леонидович | член секции | |  |
| 21. | Кустова Виктория Николаевна | член секции | |  |
| 22. | Беднова Мария Валериевна | член секции | | |
| 23. | Когновицкая Елена Андреевна | секретарь | к.ф.-м.н. |  |

Председатель секции


Кустиков Ю.А.

Секретарь


Когновицкая Е.А.

