

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИИ им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»

Стенографический отчет

**ЗАСЕДАНИЕ СОВЕТА Д 308.004.01
ПО ЗАЩИТЕ ДОКТОРСКИХ И КАНДИДАТСКИХ
ДИССЕРТАЦИЙ**

29 января 2018 года

Повестка дня

Защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук **Москалевым Андреем Андреевичем** на тему: **«Разработка и исследование высокоточного измерительного комплекса для метрологического обеспечения резьбовых соединений».**

Специальность 05.11.01 – Приборы и методы измерения по видам измерений (механические величины)

Научный руководитель:
доктор технических наук К.В. Гоголинский

Официальные оппоненты:
доктор технических наук В.А. Сясько
кандидат технических наук, доцент И.В. Сурков

Ведущая организация:
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»

О г л а в л е н и е

Стр.

Список присутствующих членов совета	3
Открытие заседания совета	4
Доклад диссертанта	5
Вопросы и ответы	16
Обзор отзывов	27
Ответ диссертанта на замечания в отзывах	29
Ответ диссертанта на замечания в отзывах официальных оппонентов	34
Избрание счетной комиссии	39
Общая дискуссия	40
Результаты тайного голосования	45
Заключение диссертационного совета по диссертации	46

ЗАСЕДАНИЕ СОВЕТА Д 308.004.01
ПО ЗАЩИТЕ ДОКТОРСКИХ И КАНДИДАТСКИХ
ДИССЕРТАЦИЙ

29 января 2018 года

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА – доктор технических наук, профессор
В.А. СЛАЕВ

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА – кандидат технических наук, доцент
Г.П. ТЕЛИТЧЕНКО

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Уважаемые члены совета, уважаемые присутствующие!

Наш совет утвержден в количестве 21 человека, на заседании присутствуют 14 членов совета, из них 8 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации:

1. Слаев В.А.	Доктор техн. наук, профессор	05.11.15
2. Телитченко Г.П.	Кандидат техн. наук, доцент	05.11.15
3. Буравой С.Е.	Доктор техн. наук, профессор	05.11.01
4. Катков А.С.	Доктор техн. наук, доцент	05.11.15
5. Колтик Е.Д.	Доктор техн. наук, профессор	05.11.01
6. Компан Т.А.	Доктор техн. наук, с.н.с.	05.11.15
7. Конопелько Л.А.	Доктор техн. наук, профессор	05.11.15
8. Кравченко С.А.	Доктор техн. наук, с.н.с.	05.11.01
9. Кузьмин В.В.	Доктор техн. наук, профессор	05.11.01
10. Неронов Ю.И.	Доктор ф.-м. наук, профессор	05.11.01
11. Походун А.И.	Доктор техн. наук, профессор	05.11.01

12. Чуновкина А.Г.	Доктор техн. наук, с.н.с.	05.11.15
13. Шапиро Е.З.	Доктор техн. наук, с.н.с.	05.11.01
14. Шифрин В.Я.	Доктор техн. наук, профессор	05.11.01

Кворум имеется. Проект заключения и информационные материалы розданы членам совета.

На повестке дня – защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Москалевым Андреем Андреевичем. Название диссертации: «Разработка и исследование высокоточного измерительного комплекса для метрологического обеспечения резьбовых соединений».

Специальность 05.11.01 – Приборы и методы измерения по видам измерений (механические величины).

Диссертация выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте метрологии имени Д.И. Менделеева.

Научный руководитель – доктор технических наук Кирилл Валерьевич Гоголинский.

Официальные оппоненты:

Сясько Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор кафедры приборостроения Санкт-Петербургского горного университета,

Сурков Игорь Васильевич, кандидат технических наук, доцент, ЗАО «Челябинский научно-исследовательский и конструкторский институт средств контроля и измерения в машиностроении», директор.

Ведущая организация – Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, г. Москва.

Слово предоставляется ученому секретарю Геннадию Петровичу Телитченко для оглашения содержания документов соискателя и их соответствия требованиям ВАК.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

(Оглашает материалы личного дела соискателя.)

Все представленные документы и материалы предварительной экспертизы соответствуют требованиям Положения «О порядке присуждения ученых степеней».

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Вопросы к ученому секретарю есть? Нет вопросов. Спасибо.

Тогда слово для защиты предоставляется Андрею Андреевичу Москалеву. Просьба уложиться в 20–25 минут.

А.А. МОСКАЛЕВ

Спасибо, думаю, что уложусь в двадцать.

Уважаемые председатель и члены диссертационного совета, коллеги и гости!

(Слайд) Вашему вниманию предлагается диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему: «Разработка и исследование высокоточного измерительного комплекса для метрологического обеспечения резьбовых соединений».

(Слайд) Актуальность создания и развития эталонной базы в данной области обусловлена растущими потребностями современной науки и ключевых отраслей промышленности в откалиброванных резьбовых калибрах, которыми контролируются резьбовые соединения, а также наличием ряда законодательных и прикладных проблем в данной области,

связанных с тем, что в современной метрологии до сих пор нет однозначного взгляда на то, следует ли считать средством измерений резьбовой калибр.

В своей диссертации я концептуально исхожу из того, что резьбовой калибр – это средство измерений.

(Слайд) Говоря о международном опыте в данной области, можно обратиться к базе данных СМС ВІРМ. Как вы видите, резьбовые соединения представлены у небольшого числа лабораторий, однако среди них самые передовые, самые экономически и промышленно развитые страны – США, Германия, Китай – что говорит о востребованности данного направления.

Данные, заявленные ВНИИМ, основаны на характеристиках координатно-измерительной машины, которая, во-первых, технически устарела. Во-вторых, не охватывает востребованный диапазон измерений от 1 до 10 мм. В-третьих, перечень приспособлений из состава машины не охватывает всю номенклатуру калибров в зависимости от шага резьбы, и, в-четвертых, этими же приспособлениями ограничены внутренние измерения. Фактически до внедрения в 2013 году разработанного мной комплекса средний диаметр внутренней резьбы калибров-колец во ВНИИМ вообще не измерялся.

(Слайд) Отсутствуют и какие-либо серьезные международные работы в данной области. В частности, на данном слайде проиллюстрированы результаты единственной темы по сличениям резьбовых калибров; она действовала с 12-го по 15-й год. Как видите, сами калибры представлены очень узкой номенклатурой, что также говорит о перспективах дальнейшей работы в данном направлении.

(Слайд) Целью данной работы является разработка и исследование измерительного комплекса для поверки и калибровки резьбовых калибров,

с целью повышения уровня метрологического обеспечения резьбовых соединений.

Также целью является установление потенциала комплекса при обеспечении прослеживаемости параметров резьбовых соединений к единицам СИ.

(Слайд) Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи.

Анализ современных методов и средств измерений параметров резьбовых соединений. Определение актуальных требований к точности средств измерений, применяемых в данной области.

На основе данного анализа - формирование оптимального состава и структуры измерительного комплекса.

Исследование его метрологических характеристик.

Разработка порядка передачи единиц параметров резьбовых соединений от комплекса резьбовым калибрам и далее рабочим средствам измерений.

Определение возможностей использования комплекса для высокоточных измерений геометрических параметров резьбовых калибров с учетом особенностей его конструкции и условий эксплуатации и содержания.

(Слайд) Научная новизна работы заключается в следующем.

Предложены, обоснованы и созданы состав и структура нового высокоточного измерительного комплекса в области метрологического обеспечения резьбовых соединений с высокоточной установкой для измерения среднего диаметра резьбовых калибров на базе горизонтального длиномера.

Определены и исследованы основные факторы, формирующие погрешность измерений линейных размеров с использованием комплекса. Определены и реализованы пути их минимизации.

Предложены и подтверждены методы передачи единиц в области измерений параметров резьбовых соединений, позволяющие обеспечить передачу единицы среднего диаметра с доверительными границами суммарной погрешности не более 0,5 мкм.

(Слайд) Практическая ценность работы заключается в следующем.

Впервые создан измерительный комплекс с перспективами создания на его основе государственного первичного специального эталона для средств измерений параметров резьбовых соединений, на котором достигнута величина суммарного СКО результатов измерений не более 0,2 мкм и доверительные границы суммарной погрешности не более $\pm 0,5$ мкм, при этом расширен диапазон измерений диаметров резьбовых калибров.

Разработано программное обеспечение для автоматической обработки результатов косвенных измерений среднего диаметра калибров.

Разработан новый стандарт Российской Федерации на методику поверки калибров резьбовых цилиндрических.

Разработана новая методика калибровки на калибры резьбовые.

Полученные результаты применены во ВНИИМ при измерении параметров резьбовых калибров, а также для измерений эталонных плоскопараллельных концевых мер длины, эталонных гладких мер диаметра, в частности, в рамках двух действующих тем по международным сличениям.

Внедренный комплекс позволит расширить измерительные возможности ВНИИМ в данной области с последующей актуализацией двух строк калибровочных и измерительных возможностей (СМС) во ВНИИМ.

(Слайд) Основные положения и результаты, выносимые на защиту:

Разработанный состав и структура нового высокоточного измерительного комплекса в области метрологического обеспечения резьбовых соединений в сочетании с рядом технических и методических решений позволяют снизить суммарное среднее квадратическое отклонение (СКО) при измерении среднего диаметра резьбового калибра до $\pm 0,2$ мкм.

Результаты исследований основных источников погрешности измерений с использованием комплекса позволяют создать на его основе государственный первичный специальный эталон в данной области в целях построения и развития государственной системы метрологического обеспечения РФ в соответствующей области.

Предложенная совокупность средств и методов передачи единиц в области метрологического обеспечения резьбовых соединений позволяет обеспечить передачу единицы среднего диаметра резьбового калибра с доверительными границами суммарной погрешности не более 0,5 мкм.

(Слайд) Основным геометрическим параметром резьбового соединения является средний диаметр. Именно по среднему диаметру происходит сопряжение наружной и внутренней резьбы, и именно точностью исполнения среднего диаметра определяются эксплуатационные характеристики соединения: надежность, износостойкость, ресурс. В то же время этот диаметр соответствует цилиндру, построенному теоретически и лежащему частично в теле калибра, что усложняет процесс измерения. Фактически, все методы измерения среднего диаметра являются косвенными, и складывается ситуация, при которой наиболее ответственный параметр соединения в то же самое время является наиболее сложным для измерения.

(Слайд) Существует два принципиальных метода измерений среднего диаметра (они проиллюстрированы на данном слайде): проекционный метод и - более точный - метод трех проволок.

Теория последнего метода состоит в следующем. Во впадины резьбы, соответствующие одному витку, с противоположных сторон закладываются гладкие цилиндрические проволоки. Их диаметр рассчитывается из условия касания образующих проволок с профилем резьбы в точках, лежащих на среднем диаметре. Далее производят измерения размера M , из которого величина среднего диаметра d_2 находится математически.

При измерении среднего диаметра внутренней резьбы проволоки заменяются сферическими наконечниками специального щупа.

(Слайд) Все серийно выпускаемые средства измерений, применяемые при определении среднего диаметра, реализуют один из представленных выше методов. Наиболее традиционными и наиболее точными в данной области являются горизонтальные длиномеры - в них метод трех проволок реализуется в наиболее полном соответствии с теорией.

(Слайд) Анализ показателей погрешности измерений разных средств при измерении среднего диаметра дает понять, что если мы ставим задачу создания высокоточного измерительного комплекса в данной области, то в основе его технической базы должен быть горизонтальный длиномер, а реализовывать он должен метод трех проволок.

(Слайд) Средний диаметр резьбового калибра по методу трех проволок рассчитывается по приведенным на слайде формулам. Здесь второе и третье слагаемые полностью определяются типом резьбы, а точнее номинальными значениями шага и угла профиля, а также номинальным диаметром проволок. Таким образом, погрешность

измерения среднего диаметра полностью соответствует погрешности измерений размера М.

(Слайд) Исходя из этого и основываясь на общей схеме измерения размера М с использованием горизонтального длиномера, можно определить составляющие погрешности и записать уравнение измерений.

(Слайд) Среди этих составляющих – погрешность отсчета, отклонение температуры калибра от нормальной, погрешность совмещения калибра с измерительной осью, инструментальная погрешность средства измерений, погрешность установки проволочек во впадинах резьбы, погрешность, связанная с заданием и приложением измерительного усилия, дрейф нуля, погрешность определения диаметра проволочек.

(Слайд) Результаты теоретических исследований легли в основу структуры и состава высокоточного измерительного комплекса ВНИИМ для поверки и калибровки резьбовых калибров.

Поскольку есть необходимость передавать от данного комплекса все параметры резьбового соединения, в состав комплекса была введена установка для измерений шага и угла профиля резьбы. Кроме того, поскольку мы говорим о первостепенном значении среднего диаметра, основная работа сосредоточена именно вокруг соответствующей установки.

(Слайд) Несколько слов об установке для измерений шага и угла профиля – это государственный рабочий эталон 3-го разряда единицы длины с приведенными на слайде характеристиками. Фактически, это проекционное средство измерений – двухкоординатный измерительный прибор ДИП-1, модернизированный в 2009 году дифракционными энкодерами фирмы Renishaw.

(Слайд) Разработанная в ходе данной диссертации установка для измерений среднего диаметра резьбовых калибров представлена на данном слайде.

Приведенные здесь показатели погрешности достигнуты, благодаря ряду моих технических решений и конструктивных особенностей самой установки.

(Слайд) Поскольку основная область применения длиномера, задействованного в составе установки – измерения концевых мер длины и гладких мер диаметра, потребовалось определить номенклатуру дополнительных приспособлений, чтобы распространить область применения длиномера на резьбовые соединения. Это было успешно сделано: был выбран комплект гладких цилиндрических проволочек в специальных оправках, а также специальный патрон для установки Т-образного щупа со сферическими наконечниками.

(Слайд) Среди основных технических решений, которые применены в установке, надо выделить следующие.

Длиномер из состава установки размещен на специально спроектированном виброзащитном столе с пневматической системой, которая компенсирует изменение центра тяжести всей измерительной системы.

Кроме того, длиномер оснащен измерительным столом повышенной грузоподъемности. Данные решения важны именно для работы с резьбовыми калибрами, потому что их масса может достигать десятков килограмм.

Измерительная каретка длиномера перемещается полностью в автоматическом режиме, таким образом исключаются ошибки, связанные со сбоем счета.

Измерительный стол длиномера снабжен приводами, которые управляют горизонтальным и вертикальным перемещением, что позволяет точно позиционировать калибр относительно оси.

Установка оснащена системой автоматического задания и приложения измерительного усилия, что важно при многократных измерениях, когда характер приложения усилия не должен меняться.

Кроме того, были реализованы меры по термостатированию помещения.

(Слайд) Поскольку используемый в данной установке метод является косвенным, мною было разработано программное обеспечение для автоматической обработки результатов косвенных измерений и расчета среднего диаметра. Данное ПО реализует метод трех проволочек с учетом параметров приспособлений из состава установки, то есть, математический аппарат ПО оперирует параметрами проволочек и Т-образных щупов, которые вы видели на предыдущих слайдах.

Использование программного обеспечения дает снижение дрейфа нуля установки за счет сокращения времени измерительного цикла, а также – автоматизацию измерений и снижение их трудоемкости.

(Слайд) Программное обеспечение прошло метрологическую экспертизу во ВНИИМ, получен сертификат. Кроме того, ПО внесено в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных, что подтверждается соответствующим приказом Минкомсвязи.

(Слайд) Следующий этап – экспериментальные исследования погрешности измерений среднего диаметра резьбовых калибров с использованием разработанной установки.

Как уже было сказано, эта погрешность полностью определяется погрешностью измерений размера M , которая может быть представлена в

виде отсчета по шкале установки, и ряда поправок, соответствующих выявленным ранее влияющим факторам.

(Слайд) Каждая из составляющих была исследована и минимизирована. Для исследований использовались эталонные плоскопараллельные концевые меры длины, эталонные гладкие меры диаметра и лазерная интерференционная установка из состава ГЭТ-2. Результаты исследований частично проиллюстрированы на данном слайде. Аналогично была исследована каждая из составляющих.

(Слайд) Получены численные значения, которые сведены в данную таблицу.

Здесь отдельно надо отметить, что все составляющие имеют примерно одинаковый порядок, но сильнее всего удалось минимизировать погрешность определения диаметра проволочек. Как правило, она составляет от 0,3 мкм до 0,5 мкм, у меня – 0,1, а фактически – еще ниже.

(Слайд) Полученные результаты были использованы для определения доверительных границ и СКО неисключенной систематической погрешности установки (полученные результаты представлены на слайде отдельно для колец и для пробок).

(Слайд) Следующий этап – экспериментальные исследования резьбовых калибров. Для этого были использованы калибры метрической, трубной и трапецеидальной резьбы отечественного и зарубежного производства из числа поступающих во ВНИИМ.

По результатам исследований было получено суммарное СКО результатов измерений среднего диаметра, не превышающее 0,2 мкм; доверительные границы случайной погрешности не более 0,23 мкм; и доверительные границы суммарной погрешности измерений не более 0,5 мкм.

(Слайд) Полученные результаты делают возможным создание поверочных схем в данной области с разработанным высокоточным измерительным комплексом в качестве государственного первичного специального эталона.

Разработка и внедрение поверочных схем позволит решить следующие задачи.

Во-первых, это установление строгого соподчинения между контрольными и рабочими резьбовыми калибрами.

Во-вторых, - определение формального статуса так называемых установочных резьбовых калибров. Как правило, такие калибры входят в состав резьбовых нутромеров и фактически именно от установочного резьбового калибра резьбовой нутромер получает единицу среднего диаметра, но формально это пока никак в документах не регламентируется.

В-третьих, такие поверочные схемы позволят вносить в государственный реестр специализированные средства измерений, предназначенные исключительно для определения параметров резьбовых калибров. Одно из таких средств – измеритель MasterScanner, который мы видели на одном из предыдущих слайдов.

(Слайд) Результаты работы внедрены, помимо ВНИИМ, в компании «Призма», и швейцарской фирме «Тримос». Также запланировано внедрение в «Октябрьском центре метрологии РЖД» и корпорации «ВСМПО».

По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, в том числе 3 в журналах, рекомендованных ВАК.

Результаты работы докладывались и обсуждались и были одобрены на всероссийских и международных симпозиумах и конференциях.

В диссертации изложены и обобщены результаты работы с 2009 по 2017 год.

Все выносимые на защиту результаты и положения получены мной лично либо при моем непосредственном участии.

(Слайд) В качестве заключения можно сформулировать следующие тезисы:

Обоснована необходимость повышения точности измерений резьбовых калибров, разработка высокоточного эталонного комплекса в данной области.

Обоснованы его структура и состав.

Исследованы его метрологические характеристики.

Определены требования к схемам прослеживаемости в этой области.

Эти требования, в частности, заложены в разработанную в ходе работы методику калибровки.

Разработан новый государственный стандарт Российской Федерации на методику поверки резьбовых калибров.

Разработано специальное программное обеспечение.

И определены пути дальнейшего совершенствования комплекса.

Спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Спасибо. Пожалуйста, вопросы. Профессор Конопелько.

Д.т.н., профессор Л.А. КОНОПЕЛЬКО, член совета

Скажите, пожалуйста, метод трех проволочек, он каким-то образом запатентован?

А.А. МОСКАЛЕВ

У меня нет такой информации. Он вообще-то исторический. Я полагаю, что нет патентования; я знаю только различные приложения этого метода. То есть, метод сам по себе – это скорее математика, чем метрология, а основанные на нем методы измерений среднего диаметра, в частности, они уже подвергаются патентованию. У меня, в моей диссертации в том числе, в перспективе есть такая работа, но для другого вида калибров.

Д.т.н., профессор Л.А. КОНОПЕЛЬКО

В каком-либо стандарте ИСО он упомянут?

А.А. МОСКАЛЕВ

В частности, из международных стандартов он упомянут в «еврометовской» рекомендации по определению среднего диаметра, а из отечественных – это, в частности, МИ-1904.

Д.т.н., профессор Л.А. КОНОПЕЛЬКО

Так и называется?

А.А. МОСКАЛЕВ

Да, название, можно сказать, гостированное.

Д.т.н., профессор Л.А. КОНОПЕЛЬКО

Такое домашнее название в метрологии.

И пожалуйста, условия, где поверочные схемы. (Слайд) Сейчас здесь внизу рабочие средства измерения, они имеют ту точность, которую

имеют, да? На основе внедрения этой поверочной схемы как изменятся их характеристики?

А.А. МОСКАЛЕВ

Пока сложно сказать, но, насколько я понимаю, если мы во главе этой схемы увеличим точность на порядок (если раньше мы говорили о микронах, то сейчас это десятые доли микрона), то аналогичным образом, я полагаю, и по всей поверочной схеме, то есть по всей этой иерархии, пройдет, так скажем.

Д.т.н., профессор Л.А. КОНОПЕЛЬКО

То есть производители этих калибров, которые относятся к группе рабочих средств измерений, смогут их выпускать более точными. Или нет?

А.А. МОСКАЛЕВ

Я надеюсь, что смогут, на это в итоге и ориентирована работа. То есть, основной из тезисов заключается в том, что точность выпускаемых на настоящее время и калибров, и резьбовых соединений как раз ограничена точностью, с которой можно их проконтролировать.

Д.т.н., профессор Л.А. КОНОПЕЛЬКО

Только этим или еще самой технологией?

А.А. МОСКАЛЕВ

Технология позволяет.

Д.т.н., профессор Л.А. КОНОПЕЛЬКО

Позволяет. Спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Пожалуйста, еще вопросы. Доктор технических наук Кравченко.

Д.т.н., с.н.с. С.А. КРАВЧЕНКО, член совета

Может быть, я прослушал, какая центральная идея заложена в вашей работе? Изобретения у вас есть? Патенты, авторские свидетельства?

А.А. МОСКАЛЕВ

Пока нет. Есть, скажем так, своего рода депонирование интеллектуальной собственности, это ПО, и, конечно, в работе это не отражено, но предполагается патентование метода измерения среднего диаметра для конических резьбовых калибров. Именно поскольку предполагается патент, я сильно пока не распространяюсь на этот счет.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Еще вопросы, пожалуйста. Профессор Шифрин.

Д.т.н., профессор В.Я. ШИФРИН, член совета

Скажите, пожалуйста, какой порядок передачи размера единицы длины в нанометрах вашего комплекса?

А.А. МОСКАЛЕВ

Сам комплекс получает единицу от ГЭТ-2 в пределах 50 нанометров (порядок передачи).

Д.т.н., профессор В.Я. ШИФРИН

Так какой порядок? Каким образом передается размер единицы?

А.А. МОСКАЛЕВ

А, в этом смысле – от лазерной интерференционной установки из состава ГЭТ-2.

Д.т.н., профессор В.Я. ШИФРИН

А еще какие-то подробности есть?

А.А. МОСКАЛЕВ

Дальше подробности уже сводятся к методике. Грубо говоря, подвижный отражатель лазерного интерферометра устанавливается на подвижную пиноль горизонтального длиномера, и таким образом измерительная шкала длиномера получает размер.

Д.т.н., профессор В.Я. ШИФРИН

Спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Пожалуйста, еще вопросы. Доктор технических наук Компан.

Д.т.н., с.н.с. Т.А. КОМПАНИ, член совета

Насколько я понимаю, вы вставляете с противоположных сторон гладкие цилиндрические проволоки, их диаметр рассчитывается из условия касания. И дальше производят измерения общего размера калибра и провололочек. То есть у вас ни диаметр калибра не известен, ни провололочек. Как вы из этого положения выходите? Что у вас первично?

А.А. МОСКАЛЕВ

Диаметр проволочек известен.

Д.т.н., с.н.с. Т.А. КОМПАН

Но тут написано, что он рассчитывается.

А.А. МОСКАЛЕВ

Номинал, да. Но, когда мы применяем сам метод, проволочки мы выбираем из этого ряда, который в общем случае соответствует шагу резьбы, а шаг – это дискретный ряд. Поэтому номиналы проволочек, скажем так, определены...

Д.т.н., с.н.с. Т.А. КОМПАН

Но у вас даже этот левый рисунок противоречит самому описанию метода.

(Слайд) У вас в одном месте проволочка по центру, в другом месте – как попало. И это сотые микрона.

А.А. МОСКАЛЕВ

Десятые, пока десятые. Можно точнее, но пока так.

Д.т.н., с.н.с. А.Г. ЧУНОВКИНА, член совета

А можно еще вопрос?

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Да, конечно.

Д.т.н., с.н.с. А.Г. ЧУНОВКИНА

По сути – к этому же. На плакате 14 у вас приведены два уравнения для анализа погрешности, и величина M измеряется, а все остальные основаны на номинальных значениях.

А.А. МОСКАЛЕВ

Да.

Д.т.н., с.н.с. А.Г. ЧУНОВКИНА

А как-то погрешность этих номинальных значений в этом уравнении учитывается?

А.А. МОСКАЛЕВ

Да, в частности, по диаметру проволочек есть соответствующая поправка, которая была учтена в дальнейших вычислениях. По шагу и углу профиля таких, скажем так, табличных поправок нет, они просто берутся по номиналу. Но, вообще говоря, с теоретической точки зрения в этом смысле есть перспектива поработать, потому что однозначной трактовки пока нет. В частности, та европейская рекомендация, которую я уже упоминал, рассматривает все варианты, то есть когда измеряется и размер M , и отдельно поэлементно определяются действительные значения шага резьбы, и угла профиля резьбы, и исходя из этого уже применяется метод. Мы, скажем так, в отечественной метрологической традиции пока придерживаемся того, что измеряется только размер M . Это было заложено в свое время и в МИ-1904, и в дальнейшем – в ГОСТ, который разработан в ходе этой работы.

Но, опять же, наверное, на перспективу стоит как-то рассмотреть именно европейский подход и, может быть, в этой концепции тоже поработать.

Д.т.н., профессор А.И. ПОХОДУН, член совета

Скажите, пожалуйста, можно к поверочной схеме перейти? (Слайд)
Какую единицу вы здесь воспроизводите?

А.А. МОСКАЛЕВ

Средний диаметр резьбового калибра.

Д.т.н., профессор А.И. ПОХОДУН

Такая там есть физическая величина?

А.А. МОСКАЛЕВ

Пока нет. Но, поскольку это специальный эталон, его задача, грубо говоря, будет передавать параметры резьбового соединения, то есть это средний диаметр...

Д.т.н., профессор А.И. ПОХОДУН

Специальный эталон – это эталон, который воспроизводит единицу физической величины в специальных условиях.

А.А. МОСКАЛЕВ

Ну единица – метр.

Д.т.н., профессор А.И. ПОХОДУН

Правильно, но вы же этот метр не воспроизводите здесь?

Я просто хочу сказать: не кажется ли вам, что это должна быть не поверочная схема отдельная, которая воспроизводила бы метр, а это ветвь общей поверочной схемы для метра?

А.А. МОСКАЛЕВ

Да, вы абсолютно правы, такой вариант рассматривается. Тем более что вроде бы в ближайшей перспективе поверочная схема будет пересматриваться, и как один из вариантов это есть в планах. Пока однозначного ответа нет, но это одно из возможных решений.

Д.т.н., профессор А.И. ПОХОДУН

Спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Пожалуйста, еще вопросы. Пожалуйста, профессор Колтик.

Д.т.н., профессор Е.Д. КОЛТИК, член совета

Скажите, пожалуйста, какое распределение у вас в основном использовалось – Стьюдента или гауссовское? Если Стьюдента, допустим, то можно количество уменьшать, то есть время сокращать, и реализации более «хилые» могут быть, и нормальное, где будут превалировать вопросы исключения систематических погрешностей. Так какой аппарат использовался?

А.А. МОСКАЛЕВ

Мы использовали аппарат для многократных наблюдений, он полностью взят из 381-го ГОСТа – выражения метрологических характеристик эталонов. То есть мы использовали коэффициенты, соответствующие числу наблюдений 10 и коэффициенту Стьюдента в 3,25.

Д.т.н., профессор Е.Д. КОЛТИК

И чего вы этим добивались? Есть возможности сокращать, убыстрять, автоматизировать – куда, так сказать, приткнуться с позиций анализа на будущее, когда уже всё будет действовать? Какое ваше мнение?

А.А. МОСКАЛЕВ

Честно сказать, может быть, я не очень корректно понимаю вопрос. То есть, вы имеете в виду, можно ли в дальнейшем, например, сократить количество наблюдений? Я думаю, да; по крайней мере, работы в этом направлении ведутся, и результаты, которые мы получили по статистическим расчетам, говорят о том, что можно идти в сторону сокращения количества наблюдений.

Д.т.н., профессор Е.Д. КОЛТИК

Спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Еще вопросы, пожалуйста. Профессор Конопелько.

Д.т.н., профессор Л.А. КОНОПЕЛЬКО, член совета

Скажите, пожалуйста, границы суммарной погрешности вы как определили?

А.А. МОСКАЛЕВ

Математический аппарат из 381-го государственного стандарта.

Д.т.н., профессор Л.А. КОНОПЕЛЬКО

Вы нашли неисключенные систематические погрешности?

А.А. МОСКАЛЕВ

Да, конечно. (Слайд) Вот они: СКО НСП и, соответственно, плюс под корнем СКО измерений.

Д.т.н., профессор Л.А. КОНОПЕЛЬКО

Где же эта формула-то? Где у вас случайные и систематические?

А.А. МОСКАЛЕВ

Сама формула – она как бы очевидна...

Д.т.н., профессор Л.А. КОНОПЕЛЬКО

Что значит «очевидна»? Надо выбрать вид распределения. Вы ссылаетесь на ГОСТ, там это всё указано.

А.А. МОСКАЛЕВ

Да, поскольку основа этой статистики – гостовский матаппарат, я частично какие-то формулы опустил, исходя из этих соображений.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Еще вопросы? (Нет вопросов.) Достаточно? (Достаточно.) У приглашенных возникли вопросы? (Нет). Спасибо.

Мы будем объявлять технический перерыв или мы еще не устали?
(Не устали.) Да, думаю, так.

Тогда слово предоставляется научному руководителю Кириллу Валерьевичу Гоголинскому.

Д.т.н. К.В. ГОГОЛИНСКИЙ

(Оглашает отзыв. Отзыв положительный.)

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Не возникли какие-либо вопросы к научному руководителю? (Нет).
Спасибо.

Тогда слово предоставляется ученому секретарю для оглашения заключения организации, где выполнялась работа, то есть ВНИИМа, отзыва ведущей организации и, с разрешения членов совета, для обзора отзывов на автореферат. Прошу вас.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Заключение Федерального государственного унитарного предприятия «ВНИИМ имени Менделеева». Оно составлено на основании выписки из протокола № 16 заседания секции ученого совета ФГУП «ВНИИМ им. Менделеева» по механическим измерениям, линейно-угловым измерениям и измерениям параметров движений от 7 июля 2017 года. В результате обсуждения единогласно там принято следующее заключение.

(Зачитывает заключение.)

Заключение принято на секции ученого совета по механическим измерениям. Подпись – председатель секции по механическим

измерениям К.В. Чекирда. Заключение утверждено директором ВНИИМ имени Д.И. Менделеева.

Отзыв ведущей организации – Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

(Зачитывает отзыв ведущей организации. Отзыв положительный)

Замечания:

- Следовало бы сократить объем обзорной части диссертации относительно глав, посвященных оригинальным разработкам и исследованиям;

- Главу диссертации, посвященную разработке поверочных схем в области метрологического обеспечения резьбовых соединений, следовало бы снабдить графическим иллюстративным материалом в целях повышения наглядности представленной в главе информации.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании секции № 1 НТС ФГУП «ВНИИМС» «Научные исследования и разработки в области метрологии» 18 декабря 2017 года, протокол № 12. Председатель секции № 1 – доктор технических наук, профессор Ф.В. Булыгин. Отзыв утвержден директором ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» – доктором технических наук, профессором А.Ю. Кузиным.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Вопросы к ученому секретарю появились? (Нет). Спасибо.

Теперь мы можем перейти к ответам соискателя на замечания, которые прозвучали в перечисленных отзывах. Мы раздали всем членам ученого совета перечень всех замечаний и предполагаемые ответы на эти

замечания. Это позволит нам несколько сэкономить наше время и чуть-чуть упростить задачу защищающегося, я так надеюсь. Если это приживется у нас, мы возьмем это к руководству. Прошу вас.

А.А. МОСКАЛЕВ

В отзыве ведущей организации есть два замечания.

Первое из них касается объема обзорной части.

- Действительно, с этим можно согласиться (насколько я знаю, это замечание фигурирует не только в данном отзыве). Скажем так, объем, действительно, получился довольно серьезным, но, тем не менее, это не более трети объема диссертации, и как глава работы он является законченным фрагментом большого исследования.

Касательно замечания о поверочных схемах.

- Да, действительно, имело смысл добавить какой-то общий проект поверочной схемы именно в текст диссертации. Как вы видели, в доклад такой рисунок был добавлен (именно в качестве отработки данного замечания, оно опять же встречается не только в этом отзыве). Но при написании текста диссертации было решено ограничиться именно приближением к текстовой части поверочной схемы; связано это с тем, что, скажем так, тот комплекс, который разработан в ходе работы, пока не имеет статуса государственного первичного специального эталона. Исходя из этого, в данной ситуации делать какой-то проект поверочной схемы как документ, не совсем корректно. Поэтому было принято решение ограничиться именно текстовой частью.

Спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

У нас еще есть отзывы на автореферат. Сколько там отзывов и сколько из них без замечаний?

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Шесть отзывов: три отзыва без замечаний и три – с замечаниями.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

У всех членов совета есть соответствующий информационный материал. Можете вы дать ответ на замечания в отзывах на автореферат? Пожалуйста. Сами замечания, я думаю, зачитывать не надо.

А.А. МОСКАЛЕВ

Хорошо, это пункт 4 информационного материала. По порядку.

Замечание кандидата технических наук Михаила Филипповича Жаркого, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», касается *излишнего объема формулировок в части положений, выносимых на защиту.*

- Действительно, можно согласиться. Сами положения получились объемными, но при этом их формулировки являются строгими и логически завершенными. То есть можно сказать, что данная формулировка в таком объеме имеет право на существование.

В отзыве на автореферат доктора технических наук, профессора Валерия Анатольевича Грановского, концерн «ЦНИИ «Электроприбор», первое замечание – об *отсутствии описания и характеристик второй части измерительного комплекса – установки для измерений шага и угла профиля резьбовых калибров.*

- Да, действительно, но стоит обратить внимание на то, что это отзыв именно на автореферат. В автореферате, действительно, подробного

описания установки нет, но в тексте диссертации оно присутствует, там ей в достаточном объеме уделено внимание. В автореферат это не попало, поскольку первостепенное значение имеет средний диаметр, как неоднократно было упомянуто в докладе.

Со вторым замечанием, касательно *отсутствия данных, характеризующих неравномерность распределения температуры по объему эталонного помещения*, стоит согласиться.

- К сожалению, такие данные слабо представлены и в самом тексте диссертации. Но на самом деле фактически там была проведена довольно серьезная работа, которая началась с планировки помещения, с организации систем кондиционирования и так далее, то есть там была решена системная задача.

Что касается самой неравномерности распределения, нам удалось добиться естественного, скажем так, температурного поля с градиентом по высоте, и в пределах высоты измерительного объема, который содержит измерительную ось длиномера из состава установки, там действительно неравномерность в пределах 0,1 градуса, а в целом по высоте помещения – в пределах 0,4 градуса. К сожалению, в тексте диссертации это упомянуто буквально тезисно.

Далее – замечание касательно *терминологии в части составляющих неисключенной систематической погрешности измерений*.

- Здесь я в качестве комментария могу вернуться к тому, что в моей работе все статистические расчеты опирались на ГОСТ 8.381. То есть, если какие-то терминологические разночтения могут быть, я, по крайней мере, со своей стороны опираюсь на ГОСТ.

Следующее замечание: *Сообщение о вводе в эксплуатацию установки для измерений среднего диаметра резьбовых калибров*

оставляет в недоумении относительно того, идет ли речь о разработанном измерительном комплексе.

- Да, действительно, речь идет об установке для измерений среднего диаметра резьбовых калибров, (это как раз рисунок 3 автореферата).

Следующее замечание: *Не вполне ясно, что означает выражение «измерения общего размера калибра».*

- В процессе дискуссии этот вопрос тоже поднимался. Здесь имеется в виду размер M , (это рисунок 4 автореферата).

И последнее замечание из этого отзыва по поводу *тавтологических сочетаний*, которые используются в тексте, в частности *«величина диаметра»* и так далее.

- В какой-то степени мы, действительно, этот вопрос в дискуссии затрагивали. Это связано с тем, что у данного вида измерений есть своя специфика, и под «величиной среднего диаметра» понятно, что понимается длина, которая соответствует измеряемому среднему диаметру. Корень, скажем так, этих терминологических разночтений, в принципе, очевиден, он лежит в этой области.

Далее, отзыв на автореферат доктора технических наук, профессора Василия Васильевича Максимова, концерн «Океанприбор».

Здесь два похожих замечаний касательно того, что *страница 2 автореферата оформлена не в соответствии с ГОСТ и библиографические записи в автореферате оформлены не в соответствии с требованиями другого ГОСТа.*

- На самом деле, суть замечания не такая, скажем так, тяжелая, как может показаться. Я имел честь с самим Василием Васильевичем общаться, и он разъяснил природу этих замечаний: оба замечания носят частный характер; в одном случае подразумевается, что вторая страница автореферата должна содержать фамилию, имя и отчество ученого

секретаря, а в моем случае указаны фамилия и инициалы. Приложение к «Положению», в соответствии с которым оформлена данная страница, носит рекомендательный характер, то есть замечание, на мой взгляд, не имеет принципиального значения.

Аналогично по поводу библиографической записи. Имеется в виду, что хотелось бы в библиографической записи видеть какое-либо примечание, которое указывало бы на то, относится статья к перечню ВАК или нет. В указанном ГОСТе, на самом деле, нет такой рекомендации. Единственное, я знаю, что допускается разделять список литературы на два списка – ваковский и неваковский, но в моем случае это было нецелесообразно, поскольку общий объем списка не велик (при 12 опубликованных работах, мне кажется, это не дает серьезной дополнительной нагрузки).

Третье замечание этого отзыва: *Остается неясным личный вклад автора, а именно, в списке работ, опубликованных в изданиях, включенных в перечень ВАК, нет ни одной единолично опубликованной работы.*

- Это действительно так; в самом деле статьи из перечня ВАК, написаны в соавторстве, но, опять же, это абсолютно частный критерий оценки личного вклада – по ваковским журналам. В то же время в автореферате есть отдельный раздел, где величина этого личного вклада в статьях, которые написаны в соавторстве, ясно указана в печатных листах.

И последнее замечание: *Неясен перечень технических решений и номенклатура дополнительных приспособлений, предложенных автором, что позволило применить длиномер для решения задач измерения среднего диаметра.*

- Перечень технических решений на самом деле приведен (это страница 12 автореферата). Что касается дополнительных приспособлений, о них я говорил в докладе, но в самом автореферате,

действительно, может сложиться впечатление, что они явно не выделяются. Однако в тексте автореферата далее регулярно встречаются и цилиндрические проволочки, и Т-образные щупы, и их метрологические характеристики.

По автореферату, наверное, всё.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Спасибо. Дополнительных вопросов не возникло? Нет. Тогда переходим к выступлениям официальных оппонентов.

Слово предоставляется первому официальному оппоненту Сясько Владимиру Александровичу, доктору технических наук, профессору кафедры приборостроения Горного университета. Пожалуйста.

Д.т.н., профессор В.А. СЯСЬКО

(Зачитывает отзыв о диссертации. Отзыв положительный.)

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Спасибо. Для ответа на замечания официального оппонента слово предоставляется соискателю.

А.А. МОСКАЛЕВ

Попробую по порядку.

По поводу *неоправданно большого объема первой главы*, действительно, можно согласиться. Как раз в предыдущей части заседания мы этот момент обсуждали.

Относительно того, что *следовало бы факторы, влияющие на точность измерений*, изложить в терминах *неопределенности измерений*.

- Я могу сказать, что на самом деле такое исследование было проведено, поскольку один из практических результатов диссертации – это методика калибровки на «Калибры резьбовые», а она как раз полностью решена в терминах неопределенности. То есть, в принципе эта информация есть. В диссертацию она попала в таком тезисном формате в связи с тем, что пока основные потребители разрабатываемых поверочных схем – это все-таки Российская Федерация, а для отечественной метрологической традиции пока в этом плане терминология погрешности гораздо ближе.

Касательно третьего замечания – о единстве терминологии.

- Этот вопрос мы частично обсуждали при чтении замечаний по автореферату и в дискуссии. Это действительно присутствует и связано со спецификой, которая относится к данному виду измерений.

С замечанием о *размытости выводов* можно согласиться в определенной степени. Назовем это особенностью стиля.

И последнее замечание – насчет графической части поверочной схемы.

- Ну, как Владимир Александрович говорил, я это отработал в докладе. Общий вид этой поверочной схемы представлен. Вообще говоря, в ходе исследований были созданы проекты трех поверочных схем. Это связано с тем, что цилиндрическая резьба бывает трех видов – метрическая, трубная и трапецеидальная, и у каждой есть своя специфика, начиная от диапазона, от ряда шагов и до конкретных метрологических характеристик. Поэтому в принципе это было сделано, я желающим могу в частном порядке продемонстрировать. Но по уже озвученным соображениям в текст диссертации не попало.

Спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Спасибо. Владимир Александрович, вы удовлетворены ответом?

Д.т.н., профессор В.А. СЯСЬКО

Да, в целом удовлетворен. Единственное, всё же к неопределенности как-то надо двигаться. Вся Европа уже этим живет, стандарты уже переписаны и так далее, и вы как молодой человек должны об этом подумать. Хорошо? Спасибо.

Д.т.н., с.н.с. А.Г. ЧУНОВКИНА

Валерий Абдуллоевич, а можно вопрос задать?

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Да, пожалуйста.

Д.т.н., с.н.с. А.Г. ЧУНОВКИНА

У меня к вам возник такой вопрос. Вы согласны с замечанием официального оппонента, что при проверке мы движемся сверху вниз, а при калибровке – в обратном направлении? Это было увязано с оценкой неопределенности.

А.А. МОСКАЛЕВ

Нет, мне кажется, направление в любом случае сверху вниз.

Д.т.н., с.н.с. А.Г. ЧУНОВКИНА

Я удовлетворена ответом. В любом случае – сверху вниз, конечно.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Еще вопросы? Больше нет вопросов. Тогда продолжим.

Сейчас надо было бы предоставить слово второму официальному оппоненту, а, поскольку он отсутствует по уважительной причине, предоставим слово ученому секретарю для зачитания его отзыва. Пожалуйста, Геннадий Петрович.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Второй оппонент отсутствует. Есть документ, подтверждающий, что в связи с производственной необходимостью он отбыл в служебную командировку в Чехию.

(Зачитывает отзыв о диссертации кандидата технических наук, доцента И.В. Суркова, директора ЗАО «Челябинский научно-исследовательский и конструкторский институт средств контроля и измерения в машиностроении». Отзыв положительный.)

Замечания:

- В тексте диссертации неоднократно упоминаются конические резьбовые соединения и резьбовые калибры, а также делается акцент на том, что в рамках представленной работы основное внимание уделено цилиндрическим резьбовым соединениям. Кроме того, в качестве одного из направлений дальнейшей работы по совершенствованию созданного комплекса указывается распространение области его применения на измерения параметров конических резьбовых калибров. Следовало бы более детально описать технические и методические ограничения, которые не позволили произвести такое расширение в рамках представленной работы на настоящее время.

- Рекомендации по дальнейшему совершенствованию и развитию разработанного комплекса, приведенные в диссертации (в частности, в

главе 2), следовало бы изложить более подробно, по возможности снабдив графическим материалом.

- В тексте диссертации присутствуют незначительные ошибки редакторского характера, которые, однако, не меняют содержания работы и не влияют на ясность восприятия представленного материала.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Я думаю, члены совета согласятся, что повод для отсутствия вполне приемлем. Возражений нет? (Нет). Спасибо.

Пожалуйста, Андрей Андреевич, вам предоставляется слово для ответа на замечания и предложения в отзыве официального оппонента.

А.А. МОСКАЛЕВ

Касательно первого вопроса – о конических резьбовых калибрах.

- Действительно, вопрос очень хороший, очень правильный и подразумевает, конечно, серьезный объемный ответ, но я постараюсь ответить кратко.

На самом деле, в чем разница между измерениями конических и цилиндрических калибров (и методически, и технически)? Конический калибр имеет в качестве своей образующей конус. Соответственно, средний диаметр такого калибра нормируется в определенной плоскости, которая жестко привязана к одному из торцов по этому расстоянию. Следовательно, для того чтобы на данной измерительной установке измерить средний диаметр конического калибра, потребовалось бы технически ввести в конструкцию данной установки дополнительную измерительную ось и дополнительную измерительную шкалу, которая соответствовала бы взаимно перпендикулярным перемещениям, именно для контроля положения так называемой основной плоскости, в которой

нормируется средний диаметр. Технически пока это сделать невозможно с необходимой точностью. Но, вообще говоря, есть методическое решение, и оно в ходе работы над этой диссертацией сформировано в виде какого-то теоретического изложения, но, поскольку, как я уже говорил во время дискуссии, это решение подразумевает патентование, я в диссертации привел его только в тезисном формате.

Что касается второго замечания – о рекомендациях по дальнейшему совершенствованию и развитию комплекса.

- Действительно, соглашусь, их можно было бы изложить более подробно и более наглядно, но в контексте диссертации я посчитал достаточным именно тезисное изложение. А, вообще говоря, все эти перспективы – реально существующие, и работа по озвученным в диссертации направлениям будет вестись. В частности, в настоящее время готовится публикация по одному из направлений дальнейшего совершенствования – это реализация дистанционного управления установкой для более серьезного исключения человеческого фактора. В этом направлении работы ведутся.

И по поводу замечаний редакционного характера.

- Да, здесь можно согласиться. Действительно, полностью избежать их не удалось.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Спасибо. Задать вопрос нашему оппоненту невозможно (технические возможности отсутствуют). В таком случае придется удовлетвориться ответом защищающегося. Нет возражений? Нет.

Нам нужно выбрать счетную комиссию. Есть предложение выбрать счетную комиссию в составе:

Семен Ефимович Буравой,
Александр Сергеевич Катков и
Святослав Анатольевич Кравченко.

Возражений нет? Нет.

Тогда кто за этот состав счетной комиссии, прошу голосовать.
(Голосование.)

Кто против? Нет.

Воздержавшиеся? Нет.

Счётная комиссия избирается единогласно. И после дискуссии
счетная комиссия сможет приступить к выполнению своих обязательств.

Приступим к дискуссии. Кто из членов совета хотел бы выступить с
оценкой диссертации и автореферата? Пожалуйста, доктор наук Кравченко.

Д.т.н., с.н.с. С.А. КРАВЧЕНКО, член совета

Я считаю, что эта работа очень важна, и она применима. Я позавчера
долго не спал и слушал «Радио ФМ». Меня поразило выступление одного
из руководителей научно-технической работы в Америке, он признал: мы
отстали от русских, потому что русские сделали подводные аппараты,
которые ходят со скоростью 26 узлов на глубине один километр, а наша
аппаратура – на глубине 800 метров и со скоростью 17 узлов, поэтому мы
отстали, нам Трамп на это деньги даёт – скорей догоняйте русских, даже
обгоняйте русских, потому что впереди идут уже Россия и Китай.

Поэтому я считаю, что эта работа как раз соответствует всем делам,
связанным с военной тематикой, она полезна, я буду голосовать «за».

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Спасибо. Пожалуйста, кто еще из членов совета хочет выступить?
Профессор Конопелько.

Д.т.н., профессор Л.А. КОНОПЕЛЬКО, член совета

Я хочу сказать, что мы, конечно, сейчас живем в такое время, когда все специалисты высокой квалификации – это, по сути дела, штучный материал, если так можно сказать, и Андрей Андреевич, мне кажется, относится к таким специалистам.

Хотя, конечно, можно его покритиковать за то, что он, так сказать, механистически относится в части статистики к нашим ГОСТам, забывая, что ГОСТы – это рекомендательный материал, и надо смотреть не только конкретно ГОСТ, который попался вам в руки, но и те, которые были до него, и соседние. Потому что ваши рассуждения по поводу суммирования погрешностей, конечно, вызывают вопросы.

Но в целом, как я и сказал, Андрей Андреевич продемонстрировал, что может занять достойное место в редяющих рядах высококвалифицированных специалистов в области механики. (*Смеется.*) Поэтому я его поддержу.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Спасибо. Кто еще хочет выступить. Пожалуйста, доктор наук Шапиро.

Д.т.н., с.н.с. Е.З. ШАПИРО, член совета

Я буквально два слова скажу.

Мне в целом работа понравилась. Она, в принципе, очень соответствует духу ВНИИМовских диссертаций, когда работы

заканчиваются действующими установками. Чувствуется, что у молодого человека хорошая и инженерная подготовка, и теоретическая.

Я бы, единственное, предложил на будущее немножко больше заняться метрологией и внести в свою работу чуть более четкие определения, ну и, естественно, и работы с неопределенностями тоже.

В целом буду голосовать «за».

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Спасибо. Еще желающие среди членов совета есть? (Нет). Исчерпали свои возможности, да? Из присутствующих кто-нибудь хочет выступить? Желающих нет.

Д.т.н., профессор Е.Д. КОЛТИК

Можно несколько слов, если выступающих больше нет?

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Пожалуйста, профессор Колтик, прошу вас.

Д.т.н., профессор Е.Д. КОЛТИК

Товарищи, у меня есть друзья, которые солидаризируются со мной по вопросу: а не пора ли нам обсудить понятие «поверочная схема» (может быть, организовать дискуссию на этот счет)?

Все-таки это понятие включает в себя огромный комплекс всяких дел, в том числе и финансовых, и технических; это очень емкий материал, который требует более солидного названия. Всё-таки понятие это очень старинное, такое «закостенелое образование». А ведь, представьте себе, поверочная схема включает в себя целые большие, солидные комплексы,

связанные с космонавтикой и так далее. Это ведь система, современная система!

Допустим, ИТМО, оно, конечно, очень удачно преобразовалось из оптики и механики, сегодня это огромный институт, и другие университеты у нас появились, и за границей прогресс в этом отношении.

Можно какую-то дискуссию по этому поводу организовать, чтобы все-таки название дать более современное? Иначе это – от Менделеева; конечно, это почетно и прочее, но все-таки стоит подумать в этом направлении. Хотя бы здесь товарищ такую систему предлагает, а это – поверочная схема.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Если я правильно понял мысль Евгения Дмитриевича, я думаю, что разговор может идти о системе прослеживаемости измерений к единицам СИ.

Д.т.н., профессор Е.Д. КОЛТИК

Всё, больше я не выступаю. Конечно, это криминально, будем так говорить, но, с другой стороны, вперед идет идеология, и многие люди удивляются нашей «косности», будем так говорить. А в этом и есть косность. Стабильность терминологии полезна, но не всегда нужна.

И материально. Как идти в Госплан и прочее с идеологией поверочной схемы? Если бы я сидел в Госплане, для меня это было бы просто возмутительно. Назвал бы по-простому, но не буду.

Спасибо за внимание.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Кто еще хочет высказать свое мнение о защищаемой работе и защищающемся?

Д.т.н., профессор Л.А. КОНОПЕЛЬКО, член совета

Уже все высказались.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Я думаю, что надо попросить единственного представителя нашей механики во ВНИИМе Валерия Васильевича Кузьмина высказать свое мнение.

Д.т.н., профессор О.В. КУЗЬМИН, член совета

Могу сказать очень кратко, что мне понравилась диссертация. Мне показалось, что действительно, как отмечали тут, хорошо, что имеется реально работающая аппаратура.

А в отношении метрологических моментов, действительно, тут стоит подработать.

Буду голосовать «за».

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Спасибо. Ну что, больше желающих выступить нет? (Нет). В таком случае заключительное слово предоставляется соискателю. Прошу вас, Андрей Андреевич.

А.А. МОСКАЛЕВ

Большое спасибо. Я постараюсь сказать кратко и просто выразить благодарность, во-первых, совету за работу, всем присутствующим –

гостям и коллегам – за дискуссию и всем моим руководителям и коллегам – за всестороннюю помощь, которая так или иначе была мне оказана при подготовке диссертации.

Большое спасибо!

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Спасибо. Приступим к тайному голосованию. Счетная комиссия может приступить к своей работе.

(Тайное голосование)

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Слово для оглашения протокола счетной комиссии предоставляется председателю счетной комиссии А.С. Каткову.

Д.т.н., доцент А.С. КАТКОВ

(Оглашает протокол счетной комиссии.)

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 21 человека, на заседании присутствуют 14 членов совета, из них докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации – 8.

Роздано бюллетеней – 14

Осталось неиспользованных бюллетеней – 7

Оказалось в урне бюллетеней – 14.

Результаты голосования по вопросу о присуждении ученой степени кандидата технических наук Москалеву Андрею Андреевичу:

за – 14

против – нет

недействительных бюллетеней нет.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Кто за то, чтобы утвердить протокол счетной комиссии, прошу голосовать. (Голосование.)

Кто против? (Нет).

Кто воздержался? (Нет).

Голосование положительное. Протокол счетной комиссии утверждается единогласно.

Нам необходимо обсудить и принять открытым голосованием Заключение совета по диссертационной работе А.А. Москалева.

(Обсуждение проекта заключения и голосование).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 308.004.01 НА БАЗЕ

Федерального государственного унитарного предприятия

«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии

им. Д.И. Менделеева» Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Министерства промышленности и торговли

Российской Федерации

ПО ДИССЕРТАЦИИ

НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29.01.2018 г. № _1_

О присуждении Москалеву Андрею Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОТОЧНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ»

по специальности 05.11.01 Приборы и методы измерения по видам измерений (механические величины) принята к защите 20 ноября 2017 г.,

протокол № 1, диссертационным советом Д 308.004.01 на базе «Всероссийского научно-исследовательского института метрологии им. Д.И. Менделеева» Росстандарта, адрес: 190005, Россия, Санкт-Петербург, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11 апреля 2012 г.

Соискатель Москалев Андрей Андреевич 1984 года рождения. В 2007 году соискатель окончил «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» (БГТУ «ВОЕНМЕХ») по специальности «Лазерные системы в ракетной технике и космонавтике». В 2012 году окончил заочную аспирантуру при ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по специальности 05.11.01 «Приборы и методы измерений по видам измерений (механические величины)». Работает старшим научным сотрудником в отделе геометрических измерений «Всероссийского научно-исследовательского института метрологии им. Д.И. Менделеева» Диссертация выполнена в отделе геометрических измерений (НИО 251) ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» Научный руководитель – доктор технических наук Гоголинский Кирилл Валерьевич, директор ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» (до 2 октября 2017 г.).

Официальные оппоненты:

Сясько Владимир Александрович, доктор технических наук, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра приборостроения, профессор кафедры,

Сурков Игорь Васильевич, кандидат технических наук, доцент, ЗАО «Челябинский научно-исследовательский и конструкторский институт средств контроля и измерения в машиностроении», директор,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт

метрологической службы» Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, г. Москва – в своем положительном заключении, подписанном Булыгиным Федором Владиленовичем, доктором технических наук, профессором, председателем секции № 1 НТС ФГУП «ВНИИМС» и утвержденным директором ФГУП «ВНИИМС», указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне и позволяет решить актуальную научно-техническую задачу повышения уровня метрологического обеспечения резьбовых соединений, имеющую существенное значение для повышения точности измерений в данной области. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.01 – Приборы и методы измерения по видам измерений (механические величины).

Соискателем опубликовано 16 работ, из них по теме диссертации – 12 работ, среди них 3 работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК. Общий объем опубликованных по теме диссертации работ – 8,15 п.л.; авторский вклад – 5,71 п.л.

Наиболее значительные научные работы по диссертации:

1. **Москалев А.А.** Измерения геометрических параметров резьбовых калибров / Захаренко Ю.Г., Кононова Н.А., Москалев А.А. // Измерительная техника. – 2016. – № 2. – С. 24-27 (0,70 п.л./0,49 п.л.) (из перечня ВАК).

2. **Москалев А.А.** Совершенствование эталонной базы в области метрологического обеспечения резьбовых соединений / Захаренко Ю.Г., Кононова Н.А., Москалев А.А., Аскарлова Э.Ф., Михеев Е.А. // Научно-

технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2016. – Т. 16. – № 2. – С. 338–344 (1,00 п.л./0,70 п.л.) (из перечня ВАК).

3. **Москалев А.А.** Метрологическое обеспечение измерения диаметров поршней и цилиндров, поршневых систем для эталона единицы давления / Абрамова Л.Ю., Москалев А.А., Носова В.А., Помилуйко Я.А., Хавинсон Л.Ф. // Приборы. – 2007. – № 9. – С. 52-55 (0,70 п.л./0,49 п.л.) (из перечня ВАК).

4. **Москалев А.А.** Метрологическое обеспечение измерений. Резьбовые соединения / Захаренко Ю.Г., Кононова Н.А., Москалев А.А. // Контроль качества продукции. – 2015. – № 10. – С. 41-45 (0,80 п.л./0,56 п.л.).

5. **Москалев А.А.** Разработка программного обеспечения для оптимизации измерений резьбовых калибров / Аскарлова Э.Ф., Москалев А.А., Михеев Е.А. // Сборник трудов V Всероссийского конгресса молодых ученых. – СПб.: Университет ИТМО. – 2016. – Т.1. – С. 23-27 (0,50 п.л./0,35 п.л.).

На автореферат диссертации поступило 6 положительных отзывов.

1. От генерального директора **Вячеслава Александровича Науменко**, ООО «Призма», г. Санкт-Петербург. Без замечаний.

2. От доцента кафедры «Инжиниринг и менеджмент качества», канд. техн. наук **Жаркого Михаила Филипповича**, ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», г. Санкт-Петербург. В отзыве имеется замечание:

- Излишний объем формулировок в части положений, выносимых на защиту. Данные положения можно было представить более емко.

3. От генерального директора **Замараева Николая Михайловича**, ООО «Калибр Тест», г. Санкт-Петербург. Без замечаний.

4. От главного научного сотрудника, заслуженного метролога РФ, докт. техн. наук, профессора **Валерия Анатольевича Грановского**, ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», г. Санкт-Петербург. В отзыве имеются замечания:

- Отсутствуют описание и характеристики второй части измерительного комплекса – установки для измерений шага и угла профиля резьбовых калибров.

- Отсутствуют данные, характеризующие неравномерность распределения температуры по объему эталонного помещения (с. 12, абзац 1 сверху).

- При анализе точности измерений неисключенные остатки составляющих систематических погрешностей названы «составляющими неисключенной систематической погрешности измерений» (с. 17, абзац 1 снизу), хотя суммирование остатков, как правило, рандомизирует результирующую НСП, что подтверждается использованием формулы (8).

- Сообщение о вводе в эксплуатацию в 2013 г. установки для измерений среднего диаметра резьбовых калибров не раскрыто и оставляет в недоумении относительно того, идет ли речь о разработанном измерительном комплексе или о другой аппаратуре (возможно, другого разработчика).

- Не вполне ясно, что означает выражение «измерения общего размера калибра» (с. 13, абзац 3 сверху).

- Регулярно в тексте избыточно используется термин «величина», что приводит к тавтологическим сочетаниям «величина диаметра», «величина погрешности» и т.п., что нежелательно в метрологической работе.

5. От главного ученого секретаря, докт. техн. наук, профессора **Василия Васильевича Максимова**, АО «Концерн «Океанприбор», г. Санкт-Петербург. В отзыве имеются замечания:

- Страница 2 автореферата оформлена не в соответствии с действующим ГОСТ Р 7.0.11-2011.

- Библиографические записи в автореферате оформлены не в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003.

- Из текста автореферата остается неясным личный вклад автора, а именно, в списке работ, опубликованных в изданиях, включенных в перечень ВАК, нет ни одной единолично опубликованной работы.

- Неясен перечень технических решений и номенклатура дополнительных приспособлений, предложенных автором, что позволило применить длиномер для решения задач измерения среднего диаметра.

От начальника Октябрьского центра метрологии **Константина Валерьевича Коротаяева**, структурное подразделение Октябрьской железной дороги – филиал ОАО «РЖД», г. Санкт-Петербург. Без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их компетентностью в области метрологии и метрологического обеспечения механических величин, в том числе геометрических параметров изделий сложной формы, что подтверждается их публикациями в высокорейтинговых научных журналах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработан** новый высокоточный измерительный комплекс для измерений параметров резьбовых калибров. По результатам исследований комплекса достигнуты величины суммарного среднего квадратического отклонения (СКО) результатов измерений среднего диаметра резьбовых

калибров не более 0,2 мкм; доверительные границы суммарной погрешности $\Delta_{\Sigma}(0,99)$ не превышают $\pm 0,5$ мкм.

- **предложены** и экспериментально подтверждены методы передачи единиц в области измерений параметров резьбовых соединений, позволяющие обеспечить передачу единицы среднего диаметра с указанными доверительными границами суммарной погрешности.

- **доказана** возможность повышения точности измерений основного геометрического параметра резьбовых калибров – среднего диаметра, и повышения уровня метрологического обеспечения резьбовых соединений в целом.

Теоретические исследования и оформление результатов исследований проводились в рамках принятых в науке **понятий и терминов**. Обработка экспериментальных данных проводилась на основе стандартных алгоритмов без их модернизации.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

- **раскрыты** основные законодательные и прикладные проблемы в области метрологического обеспечения резьбовых соединений;

- **изучены и сопоставлены** вклады различных источников погрешности измерений среднего диаметра резьбовых калибров, выполняемых на разработанной установке для измерений среднего диаметра;

- **доказано**, что наивысшая точность измерения среднего диаметра резьбового калибра достигается при реализации метода трех проволок с использованием установки на базе горизонтального длиномера в совокупности с комплексом технических и методических решений по минимизации составляющих погрешности измерений;

- **изложены положения**, на основании которых формировались состав и структура высокоточного измерительного комплекса для

метрологического обеспечения резьбовых соединений, позволившего обеспечить эффективную передачу единиц в данной области;

применительно к тематике диссертации результативно использован комплекс современных подходов к моделированию процедур измерения геометрических параметров резьбовых калибров, планированию экспериментов и оцениванию погрешности измерений.

Значение полученных соискателем результатов исследований для практики подтверждается тем, что:

- **разработаны**, утверждены в установленном порядке и **внедрены**:

современный высокоточный измерительный комплекс в области метрологического обеспечения резьбовых соединений с высокоточной установкой для измерения среднего диаметра резьбовых калибров на базе горизонтального длиномера;

программное обеспечение Thread Gages Calculation Software, предназначенное для автоматической обработки результатов косвенных измерений среднего диаметра цилиндрических резьбовых калибров;

новый государственный стандарт РФ ГОСТ Р 8.677-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Калибры резьбовые цилиндрические. Методика поверки», регламентирующий перечень и объем операций при подтверждении соответствия резьбовых калибров, как средств измерений, установленным метрологическим требованиям;

новая методика калибровки СК 03-251-09/14 «Калибры резьбовые», обеспечивающая передачу единиц в области измерений параметров резьбы от эталонных СИ резьбовым калибрам;

- **определены** перспективы создания государственного первичного специального эталона для средств измерений параметров резьбовых соединений на основе разработанного комплекса, а также перспективы

разработки и внедрения государственных поверочных схем в данной области;

- **создана** система передачи единиц от разработанного комплекса контрольным и рабочим калибрам метрической, трубной цилиндрической и трапецеидальной резьбы и далее рабочим резьбовым соединениям;

- **представлены** данные, подтверждающие достигнутое **существенное улучшение метрологических характеристик** эталонных СИ в области измерений параметров резьбовых соединений, а также **повышение** уровня метрологического обеспечения резьбовых калибров и резьбовых соединений.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

- **для экспериментальных работ:** результаты получены на поверенных (калиброванных) эталонах и средствах измерений;

- **теория** согласуется с опубликованными экспериментальными данными о влиянии различных факторов на результаты измерений среднего диаметра резьбовых калибров;

- **идея базируется** на анализе и обобщении опыта разработки высокоточных средств измерений линейных размеров, а также государственных и локальных поверочных схем для средств измерений длины;

- **использованы** полученные автором экспериментальные данные о вкладе в погрешность при измерениях среднего диаметра резьбовых калибров, эти данные не противоречат опубликованным ранее;

- **установлено**, что метрологические характеристики разработанного автором измерительного комплекса подтверждаются тем, что высокоточная установка для измерений среднего диаметра резьбовых калибров из его состава утверждена в качестве Государственного рабочего эталона 1 разряда единицы длины, а также результатами использования

установки в рамках международных сличений мер диаметра (КОOMET 690/RU/16, CCL-K4/2015).

Личный вклад соискателя состоит в проведении анализа и оценке состояния метрологического обеспечения резьбовых соединений; разработке структуры и состава высокоточного измерительного комплекса в данной области; проведении экспериментальных исследований для определения фактических метрологических характеристик созданного комплекса; исследовании факторов, формирующих погрешность измерения среднего диаметра резьбовых калибров с использованием комплекса, а также поиске и реализации путей минимизации этих факторов; разработке программного обеспечения TGCS; разработке методики калибровки СК 03-251-09/14; участии в разработке ГОСТ Р 8.677-2009; подготовке публикаций по теме диссертации.

На заседании 29 января 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Москалеву А.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек (списочный состав диссертационного совета 21 человек), из них 8 докторов наук (по специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, проголосовали: за присуждение ученой степени – 14, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Кто за то, чтобы принять заключение диссертационного совета по диссертации А.А. Москалева? (Голосование.)

Кто против? Нет.

Кто воздержался? Нет. Заключение совета принимается единогласно.

В таком случае нам остается поздравить соискателя с успешной защитой диссертации, пожелать ему дальнейших больших творческих успехов, доброго здоровья и хорошей деловой карьеры.

Защита закончена. Спасибо за работу.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
доктор технических наук, профессор

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
кандидат технических наук, доцент



В. А. СЛАЕВ

Е. ТЕЛИТЧЕНКО