

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ФГБУ «ГНМЦ»

Минобороны России,

кандидат технических наук,

Т.Ф. Мамлеев

« 08 » 12 2025 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Голыгина Николая Христофоровича,
выполненную по специальности

2.2.4 «Приборы и методы измерений (по видам измерений)»

на тему: «Оптико-электронный комплекс для исследований мобильных
координатных средств измерений»

и представленную на соискание ученой степени

доктора технических наук

Соискателем Голыгиным Николаем Христофоровичем выполнена диссертационная работа, **актуальность которой обусловлена** необходимостью повышения точности измерений, соответствующих уровню современных высокотехнологичных производств (с их критической зависимостью эксплуатационных показателей продукции от высокой точности измерений) и создания научно-технической основы для генерации эталонной системы пространственных координат для метрологического обслуживания и для исследований мобильных координатных средств измерений (МКСИ) в режиме прецизионного измерения пространственных координат.

При проведении исследования:

а) автор **поставил и решил проблему**, заключающуюся в создании научно-технической базы для исследований (испытаний, калибровки, поверки, передачи единицы длины МКСИ) и компенсации (уменьшения в 2÷3 раза) систематической объемной погрешности МКСИ в сферической системе координат в любой точке пространства измерений с целью метрологического обеспечения высокотехнологичных производств крупногабаритных изделий

ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»	
Вх. №	_____
Дата	<u>10.12.2025</u>
Всего листов	_____
Осн. документа	_____
Приложение	_____

прецизионного машиностроения, где от точности изготовления изделий критически зависят их эксплуатационные свойства.

б) автором получены научно обоснованные и экспериментально доказанные методы и средства исследований МКСИ базирующиеся на разработанных и исследованных:

- математических моделях измерений, погрешностей измерений и генерации эталонных сферических координат;

- математических моделях влияния внешних условий (температуры, давления, электронных и механических шумов) на результаты координатных измерений средствами измерений, основанными на различных физических принципах, алгоритмах, реализующих разработанные математические модели.

В ходе решения научной проблемы исследования автор **лично получил следующие наиболее существенные новые научные результаты и положения:**

- изобретенный метод генерации эталонной линейной шкалы измерения пространственных координат, позволяющий уменьшить наиболее значимые погрешности исследований с 4 мкм до 0,2 мкм;

- на базе разработанных математических моделей влияния внешних условий на метрологические характеристики материальных эталонов выявлены диапазоны отклонений внешних условий, при которых применение материальных эталонов с оптическим или фотоэлектрическими микроскопами обеспечивает более высокую точность измерений, чем МКСИ с интерференционным измерителем перемещений;

- разработанный метод контроля длины линии в пространстве, как функции от ортогональных координат, обеспечивающий контроль точности измерения пространственных координат.

Научная новизна полученных результатов диссертационных исследований **заключается в том, что автор впервые** создал, научно-основанный на разработанных математических и физических моделях измерений, программно-методический 3D-оптико-электронный комплекс, генерирующий (воспроизводящий) эталонные сферические координаты для исследований и передачи единицы длины и угла от первичных эталонов к МКСИ, обеспечивающий новые знания в части достижения современного уровня точности измерений, а также новой возможности его использования для исследований 1D МКСИ.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается:

- корректным использованием современных методов математической статистики, использованием регрессионного анализа результатов измерений, аффинных преобразований, дискретных преобразований Фурье;

- подтверждением адекватности разработанных математических моделей их физическому аналогу – созданному оптико-электронному комплексу для исследований 1D÷3D координатных средств измерений МКСИ.

Достоверность и работоспособность полученных научных результатов теоретических исследований **подтверждены** многократными практическими исследованиями и обработкой их результатов разными методами, как при испытаниях и аттестации разработанного оптико-электронного комплекса аккредитованными метрологическими службами Росстандарта, так и экспериментальных исследованиях МКСИ в нормальных и производственных условиях.

Теоретическая значимость полученных научных результатов **состоит в том, что** разработаны математические модели, алгоритмы и технологические принципы, позволяющие выполнять квалификационные исследования МКСИ и применять их для развития координатной метрологии.

Практическая ценность полученных научных результатов **состоит в том, что** выполненные исследования и разработки позволяют повысить точность измерений пространственных координат точек сложных изделий путём выявления и компенсации систематических и минимизации случайных составляющих погрешностей МКСИ.

Полученные в ходе исследования и выносимые на защиту **научные результаты реализованы:** в машиностроении, геодезии, на предприятиях авиационной, космической, приборостроительной отраслей отечественной промышленности, на что имеются соответствующие акты внедрения.

Основные результаты исследования с достаточной полнотой **опубликованы** в 56 научных работах, в том числе в 22 научных статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК и приравненных к ним. По результатам выполненных работ получено 16 патентов и свидетельств о государственной регистрации изобретений и программ для ЭВМ.

Полученные в ходе исследований и выносимые на защиту **научные результаты целесообразно использовать** в региональных центрах стандартизации и метрологии при проведении испытаний с целью утверждения типа новых средств измерений, на предприятиях оборонного комплекса при производстве крупногабаритных изделий и деталей сложной формы.

Однако, наряду с вышеуказанными положительными сторонами, в автореферате диссертации отмечается ряд недостатков:

- не приведено обоснование пространственного расположения контрольных марок;
- отсутствует информация об аттестации пространственных координат;
- нет сведений о полученном (ожидаемом) экономическом эффекте от выполненных научных разработок.

В целом, отмеченные недостатки и замечания по автореферату не снижают достоинств выполненной диссертационной работы.

Выводы:

1. Содержание работы соответствует паспорту специальности 2.2.4. «Приборы и методы измерения (по видам измерений)». Область науки п. 2. – Технические науки.

2. Представленная соискателем Голыгиным Николаем Христофоровичем диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится **решение научной проблемы**, имеющей **существенное значение** для технических наук, изложены научно обоснованные технические разработки для обеспечения работы оборонно-промышленного комплекса страны, что **соответствует абзацу второму пункта 9** «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, **Голыгин Николай Христофорович** достоин присуждения ему ученой степени **доктора технических наук**.

Отзыв составили:

Главный научный сотрудник ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России,
доктор технических наук (специальность 2.2.10),
профессор



Храменков Виктор Николаевич

Ведущий научный сотрудник 27 научно-исследовательского испытательного
отдела ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России,
кандидат технических наук (специальность 25.00.22)



Решетников Александр Алексеевич