

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (МИНОБОРОНЫ РОССИИ) ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ГЛАВНЫЙ НАУЧНЫЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ИЕНТР

МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

г. Мытищи, Московская обл., 141006

«<u>10</u>» <u>11</u> 2022 г. № 23/<u>5482</u> На № 02-08/9315 от 21.10.2022 Учёному секретарю диссертационного совета ФГУП «ВНИИФТРИ» М.В. БАЛАХАНОВУ п/о Менделеево, Солнечногорский район, Московская обл., 141570

Уважаемый Михаил Валентинович!

Направляю отзыв на автореферат диссертации Фролова Анатолия Александровича на тему «Совершенствование Методов измерения углов пространственной ориентации угломерной навигационной аппаратурой потребителя ГЛОНАСС».

Приложение: 1. Автореферат диссертации, на 4 л., в 2 экз., нс.

Врио начальника Главного центра полковник

Д.Бачурин

ФІ VII «ВНИИФТРИ»

Вх. № 18 952

«16 » 11 20 22 г.

не 1 листах

УТВЕРЖДАЮ

Врио начальника

Федерального государственного бюджетного учреждения «Главный научный метрологический центр» Министерства обороны Российской Федерации

кандидат технических наук

Д.П. Бачурин

« <u>Г</u>» ноября 2022 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы ФРОЛОВА Анатолия Александровича «Совершенствование методов измерения углов пространственной ориентации угломерной навигационной аппаратурой потребителя ГЛОНАСС», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.2.10 – Метрология и метрологическое обеспечение

Диссертационная работа Фролова Анатолия Александровича выполнена в ФГУП «ВНИИФТРИ» и посвящена решению научной задачи заключающейся в исследовании методов, обеспечивающих уменьшение погрешности измерений углов пространственной ориентации и начальную юстировку угломерной навигационной аппаратуры потребителя ГЛОНАСС и других спутниковых навигационных систем (УНАП).

Актуальность темы диссертации

УНАП широко применяется в Министерстве обороны РФ для обеспечения оперативного ориентирования, наведения топопривязки, направленности антенн на спутники связи и др. Малые габариты, масса и потребляемая мощность в сочетании с высокой точностью определения координат, скорости и пространственной ориентации обуславливают высокую эффективность применения УНАП. При этом из-за особенностей большой номенклатуры объектов, размещение на них антенной системы и антенных кабелей УНАП не предусматривает возможность аппаратуры оперативного демонтажа ЭТИХ элементов И метрологическое обеспечение УНАП и объектов установки УНАП. В связи с этим диссертационная работа Фролова А.А., в которой рассмотрены в том числе вопросы повышения оперативности измерений углов курса, крена, тангажа угломерной навигационной аппаратурой потребителя ГЛОНАСС, является актуальной.

Научная новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертационную работу отличает сочетание теоретической и прикладной направленности. Автором лично получены следующие выносимые на защиту новые научные результаты:

- 1. Предложенная модель погрешности формирования разности фаз несущих частот навигационных сигналов на радиочастотных выходах имитатора сигналов ГНСС учитывает составляющие погрешности, обусловленные дискретностью перестройки фазы несущей частоты сигналов и неидентичность частотно-зависимых элементов радиотрактов и обеспечивает:
- обоснование требований к точности метода определения калибровочных поправок к формируемым разностям фаз навигационных сигналов: необходим метод калибровки с расширенной неопределенностью (k=3) 1° для существующих типов имитаторов и 0.5° для разрабатываемых имитаторов;
- обоснование требований к точностным характеристикам имитатора сигналов ГНСС для уменьшения погрешности измерений углов пространственной ориентации высокоточными образцами УНАП.
- 2. Метод определения калибровочных поправок к воспроизводимым имитатором сигналов разностям фаз несущих частот сигналов навигационных космических аппаратов с расширенной неопределенностью (k=3) 1° .
- 3. Метод передачи единицы плоского угла без демонтажа угломерной НАП в полевых условиях, основанный на использовании рабочего эталона единицы плоского угла (тахеометра), который обеспечивает определение значений углов курса, крена и тангажа с расширенной неопределенностью (k=2) 0,35′.
- 4. Метод начальной юстировки УНАП, основанный на применении критерия проверки однородности средних, обеспечивающий снижение продолжительности этой операции в 2 и более раз.

Научная новизна полученных лично автором результатов заключается в том, что в рамках диссертационного исследования:

- 1. Разработан новый метод передачи единицы плоского угла рабочим эталонам для координатно-временных средств измерений и УНАП в полевых условиях с использованием высокоточного тахеометра с расширенной неопределенностью 0,35', который впервые позволил проводить калибровку рабочего эталона с требуемым значением неопределенности, проводить поверку УНАП без снятия с объектов эксплуатации и обеспечить заданную точность метода начальной юстировки.
- 2. Предложена расширенная модель погрешности воспроизведения разности фаз несущих частот сигналов НКА имитатором сигналов ГНСС, учитывающая схемотехнические особенности имитатора, которая позволила увеличить количество оцениваемых составляющих погрешности формируемой разности фаз и, таким образом, обосновать требования к точностным характеристикам имитатора сигналов для использования его в качестве рабочего эталона.
- 3. Разработан новый метод определения калибровочных поправок к воспроизводимым имитатором сигналов разностям фаз несущих частот сигналов

навигационных космических аппаратов в имитаторе сигналов ГНСС с расширенной неопределенностью 1° насбазе использования высокочастотного аналого-цифрового преобразователя с последующей демодуляцией оцифрованною сигнала с целью определения разности фаз на участках выборок с линейным изменением фазы.

4. Разработан новый метод начальной юстировки УНАП, который повышает оперативность ее проведения более чем в 2 раза и обеспечивает прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы плоского угла.

Практическая значимость полученных результатов

Метод начальной юстировки угломерной НАП на объектах потребителей реализован в эксплуатационных документах серийных образцов угломерной НАП для средств поражения (УНАП-П), угломерной НАП для средств обеспечения, разведки и АСУВ (УНАП-О), угломерной НАП для использования в составе беспилотных летательных аппаратов (УНАП-Б).

Метод определения углов пространственной ориентации объекта размещения угломерной НАП с использованием тахеометра реализован в ГОСТ РВ 5825-003-2019 и ГОСТ РВ 5825-004-2019.

Метод передачи единицы плоского угла от эталона плоского угла на базе тахеометра угломерной НАП применяется при поверке угломерной НАП с использованием комплексов навигационных метрологических специального назначения КПА НАП.

Обоснованность и достоверность результатов

Все разработанные методы прошли практическую апробацию. Основные научные и практические результаты докладывались на 11 национальных и международных конференциях.

Замечания по автореферату диссертации

- 1. Утверждение «основными составляющими погрешности измерения разности фаз в угломерной НАП являются инструментальная погрешность аппаратуры и влияние многолучевого распространения сигналов навигационных космических аппаратов» не обосновано.
- 2. В автореферате используется термин «измерительная ось» угломерной НАП, определение которого не дано.

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки работы. Выводы, рекомендации и вынесенные на защиту основные положения достаточно обоснованы. Автореферат изложен логично и последовательно.

По теме диссертации опубликованы 15 работах, в том числе 4 – в изданиях, входящих в перечень ВАК.

Исходя из содержания автореферата, диссертация Фролова А.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, обладающую внутренним единством и содержащую решение частных научных задач.

По научному содержанию, глубине и полноте выполненных исследований, а также объему полученных результатов, диссертационное исследование соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации

от 24.09.2013 г № 842, а ее автор, Фролов А.А., заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.10 – «Метрология и метрологическое обеспечение».

Заключение

Диссертационная работа написана самостоятельно, обладает внутренним единством, представляет собой законченную научную квалификационную работу, содержащую новое решение актуальной научной задачи, имеющей теоретическое и прикладное значение. Выводы, рекомендации и выносимые на защиту основные положения достаточно обоснованы. По уровню решения важной научно-технической задачи и её практической значимости диссертационная работа удовлетворяет критериям «Положения о присуждении учетных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор — Фролов Анатолий Александрович, достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.10 — «Метрология и метрологическое обеспечение».

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании секции № 2 научнотехнического совета ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России, протокол № 26-22 от 7 ноября 2022 года.

Начальник отдела ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

С. Серко

Ведущий научный сотрудник 23 отдела ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России кандидат технических наук

OA!

Д.Окишев

Подписи Серко С.Г. и Окишева Д.А. удостоверяю Начальник отделения кадров и строевого

«Ю» 11 2022 г.

Л. Ставинская

ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России (141006, Московская обл., г. Мытищи, ул. Комарова, 13), тел.: 8 (495) 583-99-23, эл.почта: 32gnii@mil.ru