

## ОТЗЫВ

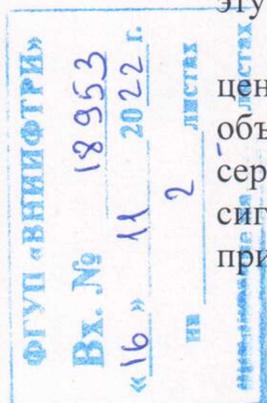
на автореферат диссертационной работы Фролова Анатолия Александровича «Совершенствование методов измерения углов пространственной ориентации угломерной навигационной аппаратурой потребителя ГЛОНАСС», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.10 – Метрология и метрологическое обеспечение

Диссертационная работа Фролова Анатолия Александровича посвящена повышению точности и оперативности измерения углов курса, крена, тангажа угломерной навигационной аппаратуры потребителя (УНАП) ГЛОНАСС. Отечественные спутниковые навигационные технологии и услуги с использованием системы ГЛОНАСС постоянно расширяют область своего внедрения. В связи с этим, объекты и потребители, определяющие углы пространственной ориентации с помощью инерциальных навигационных систем всё чаще, с учетом условий применения, результативно используют УНАП ГНСС или объединяют измерения углов, полученных от этих систем. Принцип работы УНАП основан на измерениях фаз сигналов навигационных космических аппаратов (НКА), принимаемых несколькими разнесенными антеннами. Сравнивая фазы сигналов, УНАП определяет ориентацию антенной системы объекта размещения.

Точностные характеристики УНАП, в том числе оценка систематической составляющей погрешности измерений углов, для высокоточных образцов УНАП без демонтажа с объектов, исследованы не были, а методы, уменьшения систематической погрешности формирования разности фаз имитаторами сигналов ГНСС до рассматриваемых в работе значений, не рассматривались. Эти обстоятельства определяют актуальность диссертационной работы Фролова А.А.

Из материалов автореферата можно сделать вывод о том, что в процессе работы над диссертацией Фроловым А.А. получен ряд новых научных результатов, среди которых следует выделить расширенную модель погрешности воспроизведения разности фаз несущих частот сигналов НКА, имитатором сигналов ГНСС, которая позволила обосновать требования к точностным характеристикам имитатора сигналов ГНСС для использования его в качестве рабочего эталона, новый метод определения калибровочных поправок к воспроизводимым имитатором сигналов разностям фаз несущих частот сигналов НКА с расширенной неопределенностью  $1^\circ$ , а также новый метод начальной юстировки УНАП, который позволяет сократить время на эту операцию более чем в 2 раза.

Среди результатов диссертационной работы имеющих практическую ценность, следует отметить метод начальной юстировки угломерной НАП на объектах потребителей реализованный в эксплуатационных документах серийных образцов угломерной НАП, а также метод измерения разности фаз сигналов ГНСС, формируемых имитатором. Результаты работы внедрены при разработке Государственной поверочной схемы для координатно-



временных средств измерений, Государственного рабочего эталона единиц координат местоположения первого разряда, в ряде ОКР и методиках поверки УНАП.

Результаты исследований Фролова А.А. опубликованы в 15 публикациях, включая 4 издания из перечня ВАК и были представлены автором на ряде отечественных и зарубежных научно-технических конференциях.

Анализ материалов автореферата показал наличие следующих недостатков:

1. Значения повышенных требований потребителей к точности измерений углов курса, крена и тангажа (с. 4 автореферата) представлены едиными для всех пространственных углов и без ссылки на источник этих данных.

2. В автореферате не раскрыто содержание характеристики «оперативность начальной юстировки» (с. 8 автореферата).

3. Имеются замечания по оформлению автореферата, в частности: при записи составляющей определяемой разрядностью ЦАП в выражении (1); на рисунке 5 автореферата не обозначены углы  $\Gamma_1$ ,  $\Gamma_2$ , упомянутые в тексте.

Указанные недостатки не снижают общее положительное впечатление о выполненной автором работе.

Судя по автореферату и публикациям автора диссертационная работа, выполненная Фроловым А.А., является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная и практически важная задача, позволяющая повысить точность и оперативность измерений углов пространственной ориентации с помощью УНАП ГЛОНАСС. Работа соответствует паспорту заявленной специальности и 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».

Отзыв подготовил

Куликов Роман Сергеевич, кандидат технических наук,  
заведующий кафедрой радиотехнических систем НИУ «МЭИ»

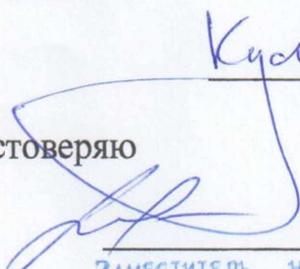
Почтовый адрес: Москва, 111250, Красноказарменная ул., 14.

Телефон: +7 (495) 362 7743.

Электронная почта: [KulikovRS@mpei.ru](mailto:KulikovRS@mpei.ru)

«10» ноября 2022 г.

Подпись Куликова Р. С. удостоверяю  
Начальник отдела кадров  
НИУ «МЭИ»

  
ФИО. Куликов Р. С.  
Заместитель начальника  
Управления по работе с персоналом  
Л.И. Полевая

