Акционерное общество
«Российская корпорация ракетно-космического
приборостроения и информационных систем»

РКС
РОССИЙСКИЕ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Авиамоторная, д. 53, Москва, 111250, почтовый адрес: а/я 16, г. Москва, 111250
тел.: +7 495 673-94-30, факс: +7 495 509-12-00, www.russianspacesystems.ru, contact@spacecorp.ru
ОКПО11477389 ОГРН1097746649681 ИНН7722698789 КПП774550001

от 11.11.2022 № РКС НТС9-25

На № _____ от _____

Ученому секретарю
диссертационного совета
ФГУП «ВНИИФТРИ»

М.В. Балаханову

Уважаемый Михаил Валентинович!

В ответ на исх. от 21.10.2022 № 02-08/9315 АО «Российские космические системы» направляет Вам отзыв на автореферат Фролова Анатолия Александровича на тему «Совершенствование методов измерения углов пространственной ориентации угломерной навигационной аппаратурой потребителя ГЛОНАСС».
Приложение: отзыв на автореферат на 3л. в 2 экз.

С уважением,

Ученый секретарь С.А. Федотов

ФГУП «ВНИИФТРИ»
Вх. № 19218
«21» 11 2022 г.
на 1 листах
приложение на 6 листах

Акционерное общество
«Российская корпорация ракетно-космического
приборостроения и информационных систем»

РКС
РОССИЙСКИЕ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Авиамоторная, д. 53, Москва, 111250, почтовый адрес: а/я 16, г. Москва, 111250
тел.: +7 495 673-94-30, факс: +7 495 509-12-00, www.russianspacesystems.ru, contact@spacecorp.ru
ОКПО11477389 ОГРН1097746649681 ИНН7722698789 КПП774550001

от 11.11.2022 № РКС НТС9-25

На № _____ от _____

Отзыв на автореферат диссертации

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

Диссертационная работа Фролова Анатолия Александровича посвящена решению задач, связанных с усовершенствованием методов измерения углов пространственной ориентации угломерной навигационной аппаратурой потребителя (НАП) глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) с целью повышения точности и оперативности таких измерений.

Отечественные спутниковые навигационные технологии и услуги с использованием системы ГЛОНАСС постоянно расширяют область своего внедрения. В связи с этим инерциальные навигационные системы всё чаще, с учетом условий применения, успешно заменяются на угломерную навигационную аппаратуру потребителя (УНАП) ГНСС или интегрируются с ней.

Особое внимание автор уделяет проблеме обеспечения единства измерений таких технических средств, так как с расширением парка УНАП, находящимся в эксплуатации, повысились требования потребителей к точности измерений углов курса, крена, тангажа (с 36' до 12' по уровню доверительной вероятности 0,95 на один метр длины антенной базы). Всё это делает тему диссертационных исследований Фролова А.А. актуальной, а полученные результаты важными для применения в сфере метрологического обеспечения угломерной НАП.

В автореферате приводится описание погрешности формирования разности фаз несущих частот навигационных сигналов имитатором сигналов ГНСС в целях оценки точностных характеристик угломерной НАП. Обоснована необходимость учета особенности формирования радионавигационных сигналов в имитаторе сигналов ГНСС. Представленный в работе анализ составляющих суммарной погрешности формирования разности фаз несущей частоты сигнала НКА показал, что метод калибровки имитатора сигналов ГНСС должен иметь расширенную неопределенность порядка 1° при коэффициенте охвата 3.

В части разработки метода передачи единицы плоского угла УНАП, основанного на использовании средства измерений геометрических величин (тахеометра), показана возможность достижения расширенной неопределенности измерений 0,35' при коэффициенте охвата 2 для каждого угла пространственной ориентации.

Эффективность разработанного метода юстировки УНАП заключается в сокращении интервала времени наблюдений и числа измерений при сохранении значения погрешности измерений.

В результат проведенных соискателем исследований:

- усовершенствована модель погрешности формирования разности фаз несущих частот сигналов на радиочастотных выходах имитаторов сигналов ГНСС;

- разработан метод калибровки имитатора сигналов ГНСС для оценки систематической погрешности формирования разности фаз несущих частот навигационных сигналов;

- разработан метод передачи единицы плоского угла составной части рабочего эталона координат местоположения и УНАП;

- разработан новый метод начальной юстировки угломерной НАП и представлены результаты, демонстрирующие эффективность его применения.

Отметим также практическую значимость результатов диссертационных исследований, которые найдут применение в области метрологического обеспечения координатно-временных средств измерений.

В качестве замечаний следует отметить:

- отсутствие в автореферате формулы существующей модели погрешности формирования разности фаз имитаторами сигналов ГНСС (из аттестованной методики измерений № ФР.1.33.2016.24673 в реестре аттестованных методик (методов)) затрудняет понимание сути «расширения» модели погрешности воспроизведения разности фаз;

- описание применимости метода измерения разности фаз с использованием осциллографа содержит утверждение: «максимальное число усреднений определяется соотношением частоты дискретизации и длительностью элемента (чипа) модулирующей последовательности навигационного сигнала». На наш взгляд, утверждение является не совсем верным, так как осреднение может проводиться на интервале более одного чипа модулирующей последовательности, если на рассматриваемом интервале фаза изменяется линейно (отсутствует фазовая манипуляция). Осреднение результатов измерений на интервале более одного чипа позволяет еще больше повысить точность метода.

Однако сделанные замечания не являются принципиальными и не влияют на общую высокую оценку работы.

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».

Отзыв составили:

Заместитель начальника отделения 06,
доктор технических наук — Владимир Викторович Куршин

Ведущий научный сотрудник отдела 74-04,
кандидат технических наук — Валерий Егорович Вовасов

Подпись Владимира Викторовича Куршина и Валерия Егоровича Вовасова удостоверяю
Ученый секретарь — Сергей Анатольевич Федотов

11 ноября 2022 г.

Акционерное общество «Российские космические системы»