

«22» 07 2024 г.

**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертационной работы Бабурина Антона Александровича на тему:  
«Методика высокоточного абсолютного местоопределения потребителя с разрешением целочисленной неоднозначности псевдофазовых измерений сигналов ГЛОНАСС»,  
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.16 – «Радиолокация и радионавигация»

Диссертационная работа Бабурина А.А. посвящена реализации режима высокоточного абсолютного местоопределения (ВАМО) по измерениям фазы несущей сигналов с частотным разделением системы ГЛОНАСС. Абсолютные методы навигации, использующие псевдофазовые измерения по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) позволяют оперативно, в течение нескольких минут, достичь погрешности определения абсолютных координат менее 10 см только за счёт использования целочисленных свойств псевдофазовых измерений. Большинство известных алгоритмов ВАМО с целочисленным разрешением фазовой неоднозначности успешно работают только для сигналов ГНСС с кодовым разделением. Предлагаемая автором диссертации методика позволяет реализовать режим ВАМО для преобладающих пока сигналов ГЛОНАСС с частотным разделением, что и определяет актуальность данной диссертации.

Основным результатом работы Бабурина А.А. следует считать разработку методики ВАМО с разрешением целочисленной неоднозначности псевдофазовых измерений сигналов ГЛОНАСС с кодовым разделением. Для устранения проблемы наличия в кодовых измерениях «межлитерных задержек» автор использовал измерения от сети однотипной навигационной аппаратуры потребителей (НАП). Для устранения проблемы различия длин волн псевдофазовых измерений автором предложен способ «нестрого целочисленной» оценки псевдофазовых неоднозначностей, основанный на так называемой теории «S-преобразования».

Судя по автореферату, можно отметить следующие основные результаты проведённых автором исследований, выносимые на защиту и обладающие новизной:

1) Математические модели измерений ГЛОНАСС с линейной аппроксимацией фазо-частотной характеристики (ФЧХ) НАП позволяют целочисленно оценивать псевдофазовые неоднозначности и не требуют дополнительной калибровки НАП.

2) Методика сравнения кодовых аппаратурных задержек различной НАП позволяет выявлять однотипную НАП, обладающую схожими характеристиками.

3) Предложенный способ «нестрого целочисленной» оценки псевдофазовых неоднозначностей ГЛОНАСС позволяет применять известные алгоритмы целочисленного разрешения неоднозначностей в задаче высокоточных абсолютных местоопределений по измерениям сигналов ГЛОНАСС для сокращения времени сходимости решения.

4) Разработанная методика решения пользовательской и сетевой задач целочисленного ВАМО позволяет сократить время сходимости решения до точности 3-5 см по сигналам ГЛОНАСС с частотным разделением до 5-25 минут, а при совместном использовании ГЛОНАСС и GPS – до мгновенного решения.

Достоверность выводов диссертации определяется корректностью использования математического аппарата. Работа предложенной методики проверена на реальных измерениях навигационных приёмников, что дополнительно подтверждает обоснованность выводов и позволяет использовать на практике предлагаемый алгоритм ВАМО в виде специального программно-математического обеспечения для НАП.

Полученные результаты достаточно полно освещены в публикациях автора: 5 статей в журналах из списка ВАК, сделано 2 доклада на международных и всероссийских научно-технических конференциях, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Результаты работы использовались при выполнении опытно-конструкторских работ в АО «Российские космические системы» и в АО «НПК «СПП», а также в учебном процессе

Московского физико-технического института (национального исследовательского университета), что подтверждается соответствующими актами.

По содержанию автореферата можно сделать следующие замечания:

1. В материалах автореферата не содержится сведений о вероятности возникновения аномальных ошибок при использовании предлагаемой методики в сравнении с другими известными алгоритмами ВАМО.

2. Для практической апробации предлагаемого алгоритма ВАМО автор использовал измерения НАП одного типа. Практическая возможность и условия реализации предложенной методики с использованием НАП разных типов в автореферате никак не обсуждается.

Указанные недостатки в целом не снижают научной и практической ценности работы. Модели измерений по сигналам системы ГЛОНАСС и рекомендации по использованию нестрого целочисленного оценивания целочисленных переменных недоопределённой системы линейных уравнений, сделанные в работе на основе результатов обработки экспериментальных данных, представляются логически обоснованными и достоверными.

В целом диссертационная работа выполнена на актуальную тему, способствует развитию и практическому внедрению алгоритмов ВАМО для обработки сигналов ГНСС как с кодовым, так и с частотным разделением.

Считаю, что диссертационная работа Бабурина А.А. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор Бабурин Антон Александрович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.16. – «Радиолокация и радионавигация».

кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник Федерального  
государственного унитарного предприятия  
«Всероссийский научно-исследовательский институт  
физико-технических и радиотехнических измерений»

Пудловский Владимир Борисович

16 июля 2024 г.

141570, Россия, Московская область,  
г. Солнечногорск, рабочий поселок Менделеево  
(промзона ВНИИФТРИ)  
Тел: 8 (495)526-63-80  
Электронная почта: pudlovskiy@vniiftri.ru

Подпись Пудловского Владимира Борисовича удостоверяю

Специалист по персоналу отдела кадров ФГУП «ВНИИФТРИ»  И.А. Фролова

