

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук Толстикова Александра Сергеевича на диссертационную работу Печерицы Дмитрия Станиславовича, выполненную на тему «Метод калибровки навигационной аппаратуры потребителей ГЛОНАСС с использованием эталонов, прослеживаемых к государственному первичным эталонам единиц величин», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.15 – «Метрология и метрологическое обеспечение»

Возрастающие требования к точности и достоверности координатно-временных определений, выполняемых на основе спутниковых навигационных технологий, заставляют учитывать всё большее количество факторов влияющих на эти характеристики. Для пользователей ГЛОНАСС, где применяется частотное разделение каналов передачи навигационных сигналов, важным становится учитывать задержек в радиотрактах приемной аппаратуры, которые в силу своей частотной зависимости принимают различные значения для каждого канала.

По этой причине большую важность приобретает калибровка радиоканалов используемой навигационной аппаратуры потребителей (НАП) и применение компенсирующих поправок для уменьшения связанных с указанными задержками погрешностей псевдодальномерных измерений, которые автором трактуются как инструментальные погрешности НАП.

Именно этим вопросам посвящены диссертационные исследования Печерицы Д.С., включающие в себя разработку методов калибровки НАП ГЛОНАСС в условиях применения первичных эталонов физических величин и исследование инструментальной погрешности измерения текущих навигационных параметров НАП, что делает тему диссертации Печерицы Д.С. безусловно актуальной.

Структурно диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения с основными результатами работы, списка использованных источников, включающего 97 наименований. В автореферате изложены основные положения диссертации.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы объект и предмет исследования, определена цель и задачи исследования, показана научная новизна, представлены основные положения диссертации, приведены сведения о практической значимости и апробации работы. Содержание введения достаточно для уяснения круга решаемых в диссертации задач.

В первом разделе приведены результаты анализа требований к погрешности измерений текущих навигационных параметров, а также методов и средств оценки инструментальной погрешности измерений псевдодальности НАП системы ГЛОНАСС. Автором установлена основная причина инструментальной погрешности измерений НАП и разработана схема передачи единицы времени от государственных первичных эталонов единиц величин к НАП при измерении задержки навигационного сигнала.

Второй раздел диссертационной работы посвящен разработке и исследованию метода калибровки имитаторов навигационных сигналов. Предложенный метод основан на определении временного положения модулирующей последовательности навигационного сигнала относительно импульсного сигнала шкалы времени имитатора. Особенность метода заключается в осуществлении аналого-цифрового преобразования навигационного сигнала на несущей частоте с последующей обработкой в квадратурах, что при соблюдении приведенных условий измерений позволяет уменьшить суммарную стандартную неопределенность калибровки до значения не более 0,03 м.

В третьем разделе представлен разработанный метод калибровки НАП системы ГЛОНАСС в части систематической инструментальной погрешности измерений псевдодальности. Автором предложен метод полунатурного моделирования с применением имитатора навигационных сигналов для калибровки приёмно-измерительного устройства НАП и оценка калибровочных поправок антенно-фидерного устройства НАП с использованием эталона фазовых параметров антенн. Разработанный метод позволяет достичь

суммарную стандартную неопределенность калибровки комплекта НАП в целом не более 0,06 м.

Для НАП, непрерывно эксплуатируемой потребителем и не имеющей возможности доставки к эталонам, автором предложен относительный метод калибровки, заключающийся в определении калибровочных поправок относительно эталонного комплекта НАП (рег. № 62050-15 в Федеральном информационном фонде средств измерений), в испытаниях которого автор принимал непосредственное участие. Показано, что при использовании апостериорной высокоточной эфемеридно-временной информации системы ГЛОНАСС суммарная стандартная неопределенность калибровки НАП на месте эксплуатации не превышает 0,1 м.

В четвертом разделе приведены результаты экспериментальных исследований влияния учета результатов калибровки НАП при сличении эталонов единиц времени и частоты, а также при определения местоположения по сигналам системы ГЛОНАСС. Показано существенное повышение точности как при обеспечении сличений, так и при определении местоположения.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы. Выводы по работе построены в соответствии с логикой выполнения диссертационного исследования, представляют собой изложение полученных результатов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, сформулированными во введении.

Наиболее значимыми научными результатами автора являются следующие:

- схема передачи единицы времени от государственных первичных эталонов единиц величин к НАП при измерении задержки навигационного сигнала;
- метод калибровки имитаторов навигационного сигнала в части систематической погрешности формирования псевдодальности;
- метод калибровки НАП системы ГЛОНАСС с использованием имитатора навигационных сигналов и эталона фазовых параметров антенн.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

- предложенная схема передачи единицы времени впервые обеспечивает прослеживаемость НАП в части погрешности измерений текущих навигационных параметров к государственным первичным эталонам единиц величин;

- сочетание метода калибровки имитатора навигационных сигналов на основе применения средств измерений формы радиосигналов и известных алгоритмов измерений параметров радиосигналов позволило получить новый метод, обеспечивающий требуемую точность определения инструментальной погрешности имитатора навигационных сигналов;

- в отличие от применяемых в настоящее время методов калибровки НАП в предложенном автором методе впервые реализованы измерения абсолютных временных задержек навигационных сигналов, что позволяет обеспечить абсолютную калибровку опорных беззапросных измерительных средств системы ГЛОНАСС.

Достоверность полученных автором научных результатов обеспечивается использованием апробированного научно-методического аппарата (математической статистики, теории радиотехнических цепей), а также результатами математического моделирования и полунатурных экспериментальных исследований, проведенных с использованием средств измерений утвержденного типа и аттестованных государственных эталонов.

Практическая значимость работы связана с ее направленностью на повышение точности определения местоположения и времени потребителем по сигналам ГЛОНАСС за счет уменьшения инструментальной погрешности измерения НАП.

Результаты исследований были использованы при разработке средств метрологического обеспечения системы ГЛОНАСС, а также при выполнении работ по аттестации рабочих эталонов в соответствие с государственной поверочной схеме для средств координатно-временных измерений.

Результаты работы в достаточном объеме опубликованы в статьях, отражены в материалах международных и российских научно-технических конференций. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

По материалам диссертационной работы имеются следующие замечания:

1. Автором не рассматриваются фазовые псевдодальномерные измерения в качестве исходных данных для решения задач потребителя, которые превосходят по точности кодовые измерения. Для фазовых измерений также существует проблема учета задержек в радиотрактах НАП.

2. Мне представляется, что приведенная на стр. 96 диссертации оценка суммарной остаточной погрешности от ионосферы и тропосферы для дифференциального метода синхронизации пространственно-разнесенных часов в пределах 0.03 метра представляется через чур оптимистичной. В лучшем случае следует ожидать погрешность в несколько метров.

3. Имеются замечания редакционного плана.

3.1. В первой главе, посвященной сравнительному анализу методов и средств инструментальной погрешности НАП, изложение носит описательный характер без привлечения формализмов. Выводы по главе были бы убедительнее, если бы анализ строился на основе уравнений измерений и уравнений для погрешностей псевдодальномерных измерений.

3.2. На рис. 4.3 и рис 4.4 диссертации представляется некорректным сравнение результатов синхронизации шкал времени на период 2015 года с аналогичными результатами, полученными с помощью ПКЧ по ГЭТ 1-2018.

Также не понятно, почему уменьшился разброс результатов синхронизации (см. рис. 4.3 и рис 4.4) вследствие учета постоянных задержек в радиотрактах НАП.

3.3. В ряде случаев (на рис.3.4, рис.3.6, таблица 3.1., таблица 4.1) не указано, в каких единицах представлены результаты.


Однако отмеченные замечания не изменяют общего положительного отношения к работе и не уменьшают научной и практической значимости работы.

В целом следует считать, что представленные результаты исследований Печерицы Д.С. являются научной квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи, заключающейся в разработке и исследовании методов и средств измерений для определения инструментальной погрешности измерения текущих навигационных параметров НАП и имеющей важное значение.

Диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует специальности 05.11.15 – «Метрология и метрологическое обеспечение», а ее автор Печерица Дмитрий Станиславович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор кафедры систем сбора и обработки данных Новосибирского государственного технического университета (НГТУ), член-корреспондент РМА
Толстикова Александр Сергеевич


« 22 » 10 2018 г.

Подпись Толстикова Александра Сергеевича удостоверяю.

Начальник ОК НГТУ

О.К.Пустовалова



» 10 2018 г.

Контактные данные:

Адрес: 630073. г. Новосибирск, пр-т К. Маркса. 20.VVII -512.

Телефон: (383) 346 08-46, (383) 210-11-85.

Эл.почта: tolstikov@mail.ksn.ru.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Новосибирский государственный технический университет".