

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Печерицы Дмитрия Станиславовича
«Метод калибровки навигационной аппаратуры потребителей
ГЛОНАСС с использованием эталонов, прослеживаемых
к государственным первичным эталонам единиц величин»,
представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.11.15 – Метрология
и метрологическое обеспечение**

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений. С учетом частотного разделения спутниковых сигналов в ГЛОНАСС, порождающего различие задержек сигналов разных спутников в НАП, калибровка НАП является абсолютным условием в повышении точности навигационных определений в ГЛОНАСС и достижения точности местоопределения в ГЛОНАСС не уступающей аналогичной точности в системах с кодовым разделением спутниковых сигналов. Кроме того, представляется абсолютно невозможным без калибровки НАП построение систем высокоточных абсолютных местоопределений с разрешением целочисленной неоднозначности псевдофазовых измерений в ГЛОНАСС.

Научная новизна результатов диссертационной работы заключается:

- в разработке метода высокоточной калибровки имитаторов навигационных сигналов ГЛОНАСС, которые затем могут использоваться для высокоточной калибровки НАП;
- в разработке метода высокоточной относительной калибровки НАП системы ГЛОНАСС с помощью эталонного комплекта НАП без вывода калибруемой НАП из эксплуатации в месте ее штатного расположения.

Важнейшим результатом диссертации, компенсирующим ее возможные недостатки, является демонстрация влияния учета калибровочных поправок в измерениях псевдодалейностей на точность сличения шкал времени и местоопределения, подтверждающая высокую эффективность предложенных в диссертации методов калибровки.

Практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в возможности применения разработанных методов при калибровке имитаторов навигационных сигналов и НАП, как производителями данной аппаратуры, так и ее пользователями.

Из представленного в автореферате списка публикаций, а также докладов автора на международных и всероссийских конференциях, материалов по внедрению результатов его работы, следует, что все исследования он провел самостоятельно, лично проводил экспериментальные работы.

Замечания по тексту автореферата

1. Следует обратить внимание на смысловую неточность терминов, используемых автором в автореферате. Так, на стр. 20 автореферата дается следующее определение псевдодальности: *«формируемая имитатором сигналов псевдодальность – это интервал времени между событием шкалы времени имитатора и соответствующим событием в формируемом навигационном сигнале»*. По поводу этого определения понятия псевдодальности можно сделать следующие замечания:

- Псевдодальность - это не интервал времени, а разность показаний часов (разность времени на шкалах) НАП и спутника в разные моменты физического времени. Показаний часов НАП в момент формирования измерения псевдодальности в НАП и показаний часов спутника в момент предшествующий моменту измерения на время распространения сигнала.
- В имитаторе никакая псевдодальность не формируется и не может формироваться, поскольку понятие псевдодальности связано с временем формирования в НАП измерения псевдодальности. Но на спутнике нет никаких сведений о том, когда и где будет формироваться измерение псевдодальности. Поэтому спутник никак не может сформировать сигнал, в котором содержится псевдодальность. Спутник формирует навигационный сигнал, фаза модулирующего кода которого (так же как и фаза несущего колебания) несет в себе информацию о показаниях его часов на каждый текущий момент времени. И только после того, как сигнал достигнет НАП, в ней с учетом показаний ее часов может быть сформировано то, что называют псевдодальностью. Величина же T_i , в формуле (1) на стр. 17 автореферата, определяемая на этой странице как псевдодальность, таковою не является, а является систематическим смещением псевдодальности, которая будет сформирована только в НАП. Систематическое смещение T_i этой псевдодальности порождается смещением шкалы времени сигнала, формируемого имитатором, по отношению к шкале времени самого имитатора. Такой вывод подтверждается последующим использованием в автореферате величины T_i , именно как смещения, а не как измерения псевдодальности.

2. При калибровке НАП имитатор формирует навигационный сигнал для неподвижного объекта. Если НАП при эксплуатации работает на неподвижном объекте, то условия калибровки отражают режим ее работы. Для НАП, эксплуатируемой на подвижных объектах (транспорт), условия калибровки не соответствуют условиям ее функционирования. В автореферате не представлено, следуют ли из этого дополнительные ограничения на применимость разработанного метода калибровки.

3. В автореферате не приведено обоснование столь высоких требований к метрологическим характеристикам применяемого цифрового осциллографа (частота дискретизации не менее 40 ГГц, полоса пропускания не менее 20 ГГц). На сколько повлияет снижение характеристик осциллографа на получаемую неопределенность калибровки имитатора сигналов?

Предложения по дальнейшему развитию темы, разрабатываемой в диссертации.

Одинаковые групповые задержки спутниковых сигналов в НАП ГЛОНАСС могут рассматриваться при обработке измерений псевдодальностей как дополнительное смещение в оценке смещения шкалы времени НАП относительно шкалы системы. Особенность систем нелинейных уравнений, решаемых в процессе обработки измерений псевдодальностей такова, что это дополнительное смещение не приводит к каким-либо систематическим смещениям в оценке координат НАП. Если же групповые задержки спутниковых сигналов в НАП ГЛОНАСС различаются, то это различие проявляется в систематических смещениях как оценки смещения шкалы времени НАП, так и оценок координат НАП. В этой связи возможна постановка более простой задачи калибровки НАП, которая сводится не к оцениванию абсолютных значений групповых задержек спутниковых сигналов в НАП, а к их выравниванию, без оценивания их абсолютных значений.

Для систем высокоточных абсолютных местоопределений по сигналам ГЛОНАСС очень важным является формирование измерений псевдодальностей с одинаковыми абсолютными значениями групповых задержек и одинаковыми смещениями в измерениях псевдофаз (с точностью до неопределенных целых чисел), осуществляемых по сигналам ГЛОНАСС между сигналами с соседними литерами (линейная фазо-частотная характеристика НАП).

Поэтому помимо методов калибровки измерений псевдодальностей в НАП ГЛОНАСС необходимо развивать методы калибровки измерений

