

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Холмогорова Андрея Александровича

«Исследование возможностей повышения точности позиционирования и информативности спутниковой радионавигационной аппаратуры»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика

Актуальность. В настоящее время самым массовым типом приемников сигналов спутниковых радионавигационных систем (СРНС) являются приемники, принимающие сигналы только на основной частоте – т.н. одночастотные приемники. Ключевой проблемой таких приемников является невозможность непосредственного определения ионосферной задержки радиосигнала (как это происходит в геодезических двух- и трехчастотных приемниках СРНС), что приводит к практически неконтролируемым ошибкам позиционирования. Для учета ионосферной задержки приходится применять модели полного электронного содержания (ПЭС). Первая глава диссертации посвящена обсуждению одной из таких моделей – модели GEMTEC. Во второй главе диссертации рассматривается другой возможный подход к повышению точности определения координат приемниками СРНС – дифференциально-временной режим позиционирования. В третьей главе обсуждаются возможности применения одночастотных приемников СРНС для ионосферных исследований. Данное направление в последние годы было незаслуженно забыто, в немалой степени благодаря активному развитию ионосферных исследований по данным с двухчастотных приемников. Между тем анализ данных ПЭС по измерениям только на основной частоте может быть необходим и в двухчастотных приемниках, например, в условиях мощных геомагнитных возмущений, когда могут наблюдаться сбои измерений на вспомогательной частоте. Таким образом, рассматриваемые в диссертации проблемы являются актуальными.

Научная новизна. Подход к моделированию ПЭС с помощью разложения экспериментальных данных по естественным ортогональным функциям, использованный в модели GEMTEC, а также выявление закономерности в ошибке позиционирования в соседних сутках представляются достаточно новыми результатами. Использование одночастотных измерений ПЭС для анализа рассмотренных в диссертации событий также можно считать новым.

Практическая значимость работы. В ходе работы над данной диссертацией модель GEMTEC была применена для коррекции ионосферной

задержки в отечественном приёмнике МНП-М7 Ижевского радиозавода, где модель доказала свою практическую применимость. При этом модель GEMTEC продемонстрировала довольно высокую точность прогноза ионосферной задержки, превышающую точность прогноза с использованием других моделей.

Обоснованность и достоверность результатов и выводов. Главные полученные результаты основываются на проведении статистической обработки достаточно большого объема экспериментальных данных. Сформулированные выводы не противоречат физическим представлениям о рассматриваемых объектах и явлениях и согласуются с результатами работ других авторов по данной тематике.

Рекомендации по практическому использованию результатов работы. Можно рекомендовать к использованию в одночастотных приемниках модели полного электронного содержания GEMTEC.

Положения, выносимые на защиту, отражают суть представленной работы, соответствуют поставленным целям и задачам. Автореферат в достаточной мере отражает содержание диссертации.

В процессе анализа диссертации сформировался целый ряд замечаний, основные из которых следующие:

1) Непонятна цель проведения отдельного тестирования для «предыдущей» и «последней» версий модели GEMTEC. Почему интервал данных для тестирования модели разделен на подинтервалы 2001-2011 гг. и 2012-2016 гг.?

2) В выводах к главе 2 сказано следующее: «Показано, что эффективность реализации корректировок псевдодальностей не даёт существенного улучшения точности позиционирования по сравнению с корректировкой остаточной ошибки позиционирования». Однако проверка этой эффективности была проведена на очень малом статистическом материале, явно недостаточном для такого утверждения.

3) В описании формата данных RINEX дважды звучит, что дискретность данных в 30 секунд обусловлена «особенностью формата RINEX». Это утверждение некорректно. Формат данных RINEX позволяет использовать практически любой шаг по времени. Стандартный шаг в 30 секунд является самым распространенным, но не единственным, в файлах с данными ГНСС.

4) В описании к рис. 33 сказано, что «одночастотные наблюдения уверенно воспроизводят основные ... вариации, обнаруженные с помощью двухчастотного режима». На верхней панели рис. 33 это так, однако из вариаций, представленных на нижней панели, это неочевидно. Возможно,

для выделения отклика в данном случае стоило провести некую предварительную обработку данных одночастотных измерений ПЭС.

5) На стр. 94 производится простая оценка скорости возмущения, зная время и место главного толчка землетрясения, а также время и место регистрации возмущения по данным ПЭС. Данный способ оценки преподносится как оригинальный подход для определения скорости первичного возмущения в нейтральной атмосфере, в отличие от скорости возмущения в ионосфере. На следующей странице делается предположение о том, что «агентом передачи первичного возмущения ... является ударная волна акустической природы», исходя из определенных значений скорости от 600 до 900 м/с. Также вводится неясное определение формы обнаруженных возмущений – «излом на временном ходе ПЭС».

Между тем, в монографии Афраймовича и Переваловой (2006) есть целый раздел посвященный механизмам формирования ионосферных возмущений, связанных с сейсмоактивностью, где говорится, что наблюдаемые в ионосфере ударно-акустические волны (УАВ), генерируются не в эпицентре ЗТ, а во вторичном источнике в атмосфере над эпицентром. Автор диссертации в начале 3 главы ссылается на работу (Афраймович и др. Параметры ударно-акустических волн, генерируемых при землетрясениях, 2001), где продемонстрированы УАВ, наблюдавшиеся после нескольких ЗТ. Зарегистрированные автором диссертации «изломы ПЭС» имеют вполне характерную для УАВ форму.

6) Раздел 1.4 плохо структурирован: описание этапов создания модели GEMTEC надо было отделить друг от друга более отчетливо.

7) В описании рис. 25 не дано определение ионосферных точек и не указано, для какой высоты рассчитывались их координаты. Соответствующие объяснения представлены только в описании рис. 35.

8) В тексте диссертации весьма нередко встречаются стилистические, пунктуационные и грамматические ошибки, которые ухудшают общее впечатление о работе.

Приведенные замечания не препятствуют общей положительной оценке диссертации.

Заключение:

Диссертация А.В. Холмогорова является законченным научным исследованием, вносящим вклад в решение проблем повышения точности и информативности работы спутниковых радионавигационных систем.

Считаю, что диссертационная работа «Исследование возможностей

повышения точности позиционирования и информативности спутниковой радионавигационной аппаратуры» отвечает требованиям пп. 9-14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней» ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 (ред. от 02.08.2016). Автор работы Холмогоров Андрей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 - радиофизика.

Официальный оппонент,
Научный сотрудник лаборатории «Развитие новых методов радиофизической диагностики атмосферы», Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН), кандидат физико-математических наук по специальности 01.04.03 «Радиофизика»

Воейков Сергей Викторович



Почтовый адрес: 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 126-а
Тел. 8-950-06-05-189, e-mail serg3108@iszf.irk.ru

Подпись Воейкова С.В. удостоверяю



Ученый секретарь ИСЗФ СО РАН Салахутдинова И.И.

13. 06. 2018