

ОТЗЫВ

официального оппонента Толстикова Александра Сергеевича
на диссертацию Пустошилова Александра Сергеевича
на тему «Повышение точности обработки данных ГНСС с использованием
полиномиальных и адаптивных методов»
по специальности 2.2.16 – «Радиолокация и радионавигация» представленной
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность исследований

Достижение высокой точности координатно-временных определений на основе применения спутниковых навигационных технологий требует привлечения адекватных математических методов обработки эмпирических данных. Диссертационные исследования Пустошилова А. С. посвящены разработке математических методов интерполяции экспериментальных данных, представленных в виде временных рядов. Авторские методы обеспечивают гладкое восполнение пропущенных данных, обнаружение и исключение выбросов и других аномалий в данных измерений, анализ высокоточных эфемерид, представленных в формате SP3, сглаживание кинематических параметров навигационных спутников (НС) и результатов псевдодальномерных траекторных измерений. Все это делает тему диссертационных исследований Пустошилова А. С. безусловно актуальной.

Основные научные результаты автора видятся в следующем

1. Определения с помощью предложенных алгоритмов типов аномалии по невязкам полиномиальной аппроксимации.
2. Линейной интерполяции орбит навигационных спутников по 6 значениям SP3-данных, следующих с шагом 15 минут с миллиметровыми отклонениями от гладкого решения.
3. Интерполяции орбиты НС по двум SP3-точкам путем применения нелинейной интерполяции с учетом информации о векторе лунно-солнечных ускорений с погрешностями в единицы миллиметров.

4. Возможность обнаружения скачков в одночастотных фазовых измерениях без использования дополнительной информации.
5. Возможность использования адаптивной фильтрации для исключения медленно меняющегося тренда в фазовых измерениях.

Наиболее значимыми для практики результаты представляются в следующем.

1. Аппроксимация SP3-данных полиномами высоких степеней, позволяющая обнаруживать аномалии величиной более 5 миллиметров и определять их тип.
2. Нелинейная свободная интерполяция, позволяющая по двум SP3-точкам определять кинематические параметры движения навигационных спутников со среднеквадратическим отклонением в несколько миллиметров.
3. Линейная фильтрация медленно меняющегося тренда, позволяющая обнаруживать скачки величиной от 1 фазового цикла в фазовых измерениях одночастотного навигационного приемника с высокостабильными опорными генераторами без использования дополнительной информации.
4. Алгоритм CFATV-LP, позволяющий обнаруживать скачки величиной от 1 фазового цикла в фазовых траекторных измерениях одночастотного навигационного приемника с низкостабильным опорным генератором по разности кодовых и фазовых измерений с вероятностью 80 % правильного обнаружения положений скачков при отношении величины скачка к СКО шума измерений, равном 1.

Достоверность полученных результатов

обеспечивается правильным применением математического аппарата.

Полученные экспериментальные материалы хорошо согласуются с основными теоретическими положениями работы.

Эффективность предложенных решений подтверждена результатами сравнения с существующими методами.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Замечания

1. Считаю, что автору, в начальных разделах диссертации, следовало бы привести формализованную постановку задачи обработки эмпирических данных, включающую описание вида исходных данных, требования к конечному результату обработки и, что самое главное, что считать «точностью» полученного результата обработки.

2. Как метролог, должен заметить, что понятие «точность» является качественной характеристикой результата измерений. Количественные параметры к понятию «точность» применять неприемлемо. В этом случае следует говорить о погрешностях или неопределенностях результата.

3. Не понятно, по какой причине автор рассматривает в качестве рабочего средства координатных измерений недорогие одночастотные фазовые приемники навигационных сигналов. Инструментальные погрешности таких приемников во много раз больше чем выявленные после интерполяционной обработки аномалии.

4. Применение полиномиальных процедур интерполяции наталкивается на трудности, связанные с плохой обусловленностью систем алгебраических уравнений, подлежащих решению относительно коэффициентов аппроксимирующих полиномов. Из диссертации не видно, с какими характеристиками степени обусловленности указанных систем столкнулся автор.

Отмеченные замечания не изменяют моего положительного отношения к работе.

Заключение

Считаю, что диссертация Пустошилова Александра Сергеевича на тему «Повышение точности обработки данных ГНСС с использованием полиномиальных и адаптивных методов» является законченной,

выполненной самостоятельно научно-квалификационной работой, посвященной решению актуальной прикладной научной задачи – повышению точности обработки данных глобальных спутниковых навигационных систем.

Диссертационная работа полностью соответствует требованиям п. 9 "Положения о присуждении учёных степеней" постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Пустошилов Александр Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.16 – «Радиолокация и радионавигация».

Отзыв составил

Начальник отдела «Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли» Западно-Сибирского филиала ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений», д-р. техн. наук, профессор, член-корреспондент РМА

Толстикова
Александр
Сергеевич

26.11.2021

630004 г. Новосибирск, пр. Димитрова, 4
tolstikov@sstf.nsk.ru
8 913 940 1323

Подпись А.С. Толстикова заверяю:
Директор ЗСФ ФГУП «ВНИИФТРИ»,
канд. техн. наук, член-корреспондент РМА

Г.В. Шувалов

