

ОТЗЫВ официального оппонента

на диссертационную работу Карауша Артема Андреевича «Разработка и исследование алгоритмов оценивания текущих навигационных параметров спутников ГНСС по данным беззапросных траекторных измерений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 — «Радиолокация и радионавигация»

Актуальность темы

В настоящее время использование услуг на основе применения Российской космической навигационной системы ГЛОНАСС является необходимым условием развития целого ряда направлений экономики Российской Федерации. Для совершенствования системы ГЛОНАСС принята Федеральная целевая программа, предусматривающая комплекс мероприятий по развитию ее космического и наземного сегментов, одной из основных целей которых является повышение точности навигационного обеспечения потребителей. Это обстоятельство обуславливает существенное повышение требований к эфемеридно-временному обеспечению ГЛОНАСС, приводящее к необходимости создания новых средств измерений текущих навигационных параметров космических аппаратов (КА) с повышенными точностными характеристиками, совершенствования математических моделей движения КА и интерпретации измерений, а также методического аппарата решения задач определения параметров движения КА и хода бортовой шкалы времени.

В этих условиях выбранная соискателем тема диссертационных исследований несомненно является актуальной.

Основные результаты работы

Основная идея диссертации заключается в создании комплекса взаимоувязанных методик, основанных на известных и разработанных автором алгоритмах обработки траекторных измерений с целью совершенствования применяе-

ных математических моделей и методического аппарата, направленного на повышение точности определения параметров движения КА ГЛОНАСС и GPS.

Для достижения поставленной цели автором проведен анализ применяемых в мировой практике моделей движения навигационного КА и методов обработки беззапросных траекторных измерений, сформулированы предложения по их модификации в части выбора структуры модели движения, метода интегрирования, алгоритма поиска разрывов фазовых измерений, а также предложен новый подход к решению системы условных уравнений, позволяющий улучшить ее обусловленность.

Научная новизна и практическая значимость работы

К результатам, обладающим научной новизной и практической значимостью, следует отнести:

- оригинальный алгоритм выявления разрывов фазовых измерений, применение которого позволяет увеличить количество выявленных на этапе предварительной обработки разрывов и, как следствие, уменьшить число оцениваемых параметров при определении параметров движения КА;
- предложения по применению метода инструментальных переменных для улучшения обусловленности матрицы системы условных уравнений, что позволяет повысить точность решения задачи определения орбиты.

Публикация основных результатов диссертации

Результаты работ по теме диссертации изложены в 23 печатных изданиях, шесть из которых входят в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, семь представлены в тезисах докладов конференций.

Анализ печатных работ автора показал, что основные результаты диссертации в них представлены достаточно полно.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность основных положений диссертации подтверждается результатами апробации комплекса методик, применение которых в совокупности позволило достичь уровня точности определения орбит КА ГЛОНАСС и GPS, удовлетворяющего цели исследования.

Замечания

1. Несмотря на то, что актуальность исследований в выбранной соискателем области сомнений не вызывает, в тексте диссертации неделено достаточное внимание ее обоснованию, не приведен достаточное подробный анализ степени разработанности выбранной темы.

2. Формулировка п. 3 перечислений научной новизны не позволяет сделать заключение о том, что именно является новым в разработанных методиках и алгоритмах. В п. 4 имеется фраза «алгоритм..., позволяющий на 20% улучшить качество исходных данных для решения задачи оценивания параметров орбитального движения НС». Непонятно, что понимается под исходными данными, какая их качественная характеристика улучшена в указанном количественном выражении.

3. В формулировке практической значимости область применения предлагаемых алгоритмов ограничена условием использования государственного вторичного эталона времени и частоты ВЭТ 1-19. В тексте диссертации не обнаружено описание смысла и обоснование этого ограничения. Если предлагаемые автором методики применимы только при использовании определенных стандартов частоты, следовало указать требования к их характеристикам.

4. Хотя анализ текста диссертации позволяет сделать вывод о наличии научной новизны в ее результатах, отсутствие в формулировках пунктов 2 и 3 положений, выносимых на защиту, указания на особенности предлагаемых ма-

тематических моделей и алгоритмов, отличающих их от существующих, усложняет оценку значимости работы.

5. Указанные в разделе 1.1.1 требования к решению задач исследования не содержат ни одного требования, выраженного количественно, что существенно затрудняет оценку достижения целей диссертационного исследования.

6. Вывод о том, что существующие специализированные программные комплексы не удовлетворяют поставленным требованиям, сделан на основе анализа таблицы 1.1, в которой приведены не все рассматриваемые программные продукты, а также не содержится сведений, позволяющих оценить выполнимость большей части предъявленных в разделе 1.1.1 требований (например, по оперативности, точности, возможности одновременного оценивания эфемерид и расхождения шкал времени).

7. Раздел 1.2 «Постановка задачи оценивания ТНП по данным траекторных измерений» содержит только план выполнения работы, названный формализованной постановкой задачи.

8. В разделе 4.1.4 приведены результаты сравнения схем численного интегрирования только на упрощенных уравнениях движения, допускающих аналитическое решение, что является только начальным шагом в выборе схемы интегрирования. Для принятия окончательного решения о выборе схемы интегрирования следовало провести сравнение на полных уравнениях движения КА.

9. Проверка эффективности метода инструментальных переменных путем подтверждения уменьшения числа обусловленности матрицы системы нормальных уравнений только на решении двумерной задачи, в которой задается движение КА в плоскости экватора (раздел 4.2), оставляет открытым вопрос о наличии такого эффекта при реальном сценарии оценивания. Из текста неясно, проводилось ли оценивание уменьшения числа обусловленности при трехмерном движении КА. Проверка эффективности метода инструментальных переменных через итоговую погрешность эфемерид (раздел 4.3) позволяет сделать вывод об эффективности его применения, однако, в описании этих

численных исследований следовало указать объем и условия испытаний (количество реализаций, длину мерного интервала, точностные характеристики измерителей, места их размещения, точность привязки координат и т.п.).

10. Непонятно, чем подтверждается вывод, что оценки эфемерид для спутников GPS лучше, чем для спутников ГЛОНАСС из-за разного разрешения неоднозначности фазовых измерений. Можно предположить, например, что причиной является разный уровень немоделируемых ускорений в модели движения.

11. В заключении на л. 100 имеется утверждение, что полученные результаты удовлетворяют требованиям Федеральной целевой программы (ФЦП) "Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012-2020 годы". При этом в тексте диссертации обоснование этого утверждения не обнаружено. В ФЦП предъявлены требования к точности эфемеридно-временной информации КА в виде величины эквивалентной погрешности псевдодальности (ЭПД) потребителя, обусловленной космическим сегментом. Полученная автором погрешность определения эфемерид является одной из составляющих ЭПД. Для обоснования упомянутого утверждения следовало произвести декомпозицию ЭПД и определить допустимую величину вклада погрешности определения параметров движения КА.

12. В качестве общего замечания к работе следует отметить недостаточно строгое применение терминов. Так, например, безосновательно отождествлены задача определения орбит навигационных спутников и задача определения их текущих навигационных параметров (л. 5), в качестве «видов эфемеридно-временного обеспечения» перечислены массивы эфемерид, различающиеся точностными характеристиками и способом формирования, дано неверное определение «бортовых» эфемерид (л. 12).

Заключение

Несмотря на то, что указанные недостатки снижают качество представленной диссертации и усложняют ее восприятие, полученные автором результаты обладают научной новизной и имеют существенное практическое

ние. Сложность применяемого теоретического аппарата и успешность его использования для решения актуальной научной задачи свидетельствуют о достаточно высокой квалификации автора, а эффективность собственных разработок подтверждает его вклад в науку.

В целом диссертация соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (п. п. 9-11, 13, 14).

С учетом сказанного можно сделать вывод, что диссертация Кацура А. А. является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для совершенствования навигационных технологий, являющихся одним из приоритетных направлений экономического роста России, а ее автор, Кацура Артем Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 - «Радиолокация и радионавигация».

Официальный оппонент,
начальник сектора разработки бортового
эфемеридно-временного и навигационного
обеспечения системы ГЛОНАСС
Акционерного общества «Информационные
спутниковые системы» имени
академика М. Ф. Решетнёва»,

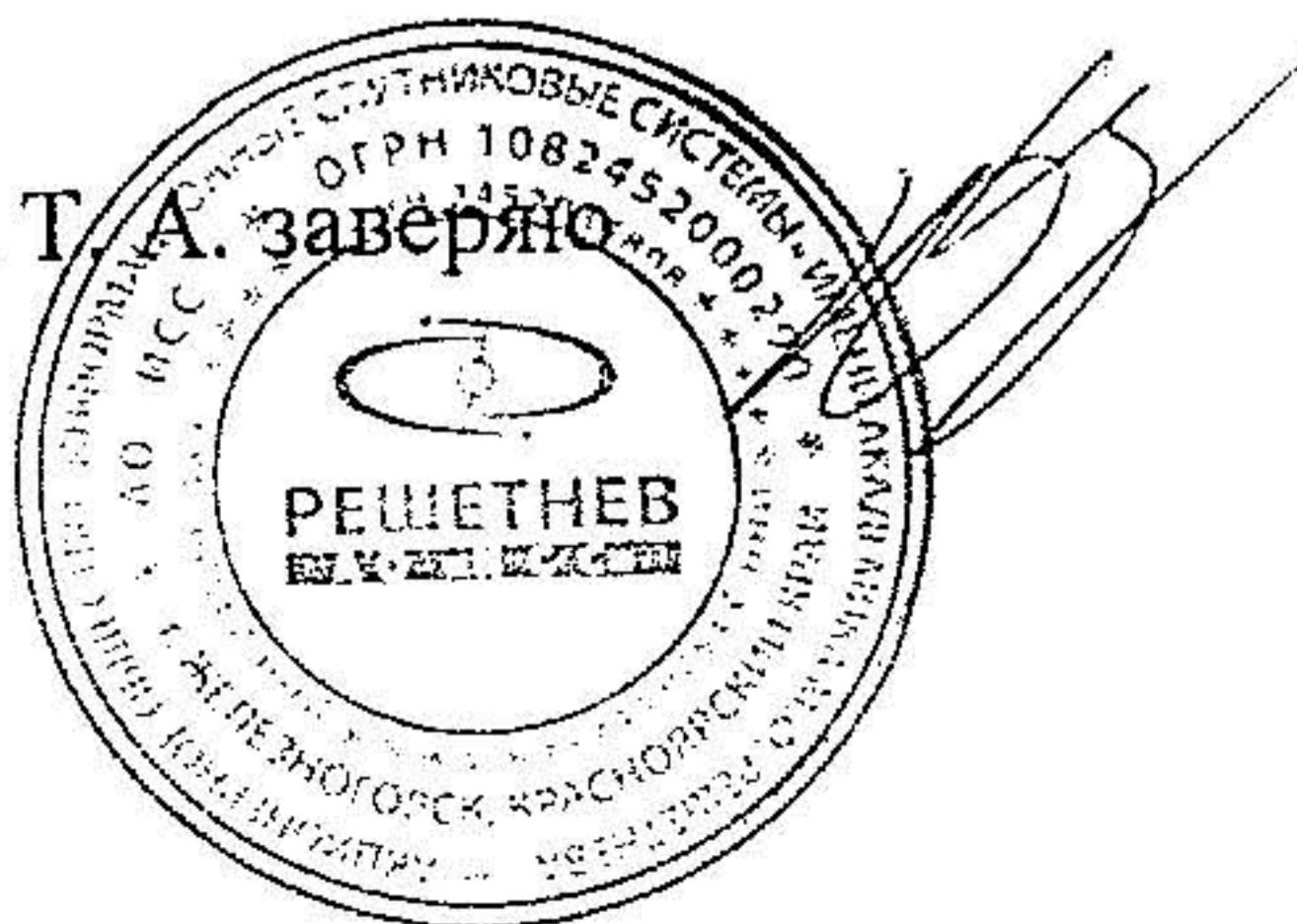
кандидат технических наук

Мараескул
Татьяна Александровна

23 марта 2017 г.

662972,
ул. Ленина, д. 52, г. Железногорск, Красноярский край,
тел. (3919) 73-69-26
e-mail: mta@iss-reshetnev.ru

Подпись Мараескул Т. А. заверено



Заместитель генерального
конструктора АО «ИСС»
Ю. Г. Выгонский