

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Щербова Игоря Леонидовича
на тему: «Алгоритмы адаптивного нелинейного сглаживания данных
многопараметрических измерений»,
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности

2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

1. Актуальность темы диссертационной работы

Развитие современных систем обработки данных траекторных измерений позволяет существенно повысить достоверность и точность конечных результатов при проведении научно-исследовательских работ и испытаний. При этом необходимо отметить, что получение достоверных и точных данных измерений на этапе испытания разрабатываемых устройств и систем позволяет существенно снизить сроки проведения испытаний и их стоимость. Решение данной задачи особо актуально при разработке дорогостоящих маневренных летающих систем и летательных аппаратов (ЛА).

В этой связи повышение точности определения параметров пространственного положения испытываемых летательных аппаратов за счет создания алгоритмов адаптивного нелинейного сглаживания данных многопараметрических измерений является актуальной научно-технической задачей, имеющей важное практическое значение.

2. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, рекомендаций и выводов обеспечивается:

- полнотой анализа фундаментальных и прикладных трудов отечественных и зарубежных ученых в области решения задач обработки траекторной информации летательных аппаратов, что подтверждается ссылками в тексте диссертационной работы;

- корректным применением теоретических положений при разработке алгоритмов адаптивного нелинейного сглаживания данных многопараметрических измерений;

- положительной оценкой результатов работы в опубликованных печатных трудах и на научных конференциях;

- патентами на изобретение и полезную модель, а также актами, подтверждающими внедрение результатов диссертации в учебный процесс и их использование в научных исследованиях в ФГБОУ ВО «ДонНТУ».

3. Анализ содержания диссертации

В первой главе проанализированы состав, структура и назначение траекторного измерительно-вычислительного комплекса, категории траекторий летательных аппаратов и способы их описания. Также проведен анализ существующих методов и алгоритмов обработки данных траекторных измерений.

На основании проведенного анализа была сформулирована цель диссертационного исследования - повышение точности и достоверности определения координат пространственного положения ЛА в траекторных измерительно-вычислительных комплексах за счет разработки алгоритмов адаптивного нелинейного сглаживания данных многопараметрических измерений.

Во второй главе проведено исследование разработанных структур линейно независимых и Λ -ортогональных базисных функций, позволяющих осуществлять совместную обработку избыточных траекторных измерений, и определена оптимальная структура, на основе которой в дальнейшем строились алгоритмы адаптивного нелинейного сглаживания данных многопараметрических измерений.

Предложен и обоснован способ выбора начального приближения вектора коэффициентов сглаживающего полинома для начала итеративного процесса нахождения максимально достоверного значения вектора коэффициентов сглаживающего полинома на первом шаге локально-скользящего сглаживания. Разработаны и исследованы методы проверки значимости коэффициентов сглаживающего полинома с оптимизацией степени и структуры сглаживающего полинома.

Осуществлена разработка алгоритмов адаптивного нелинейного сглаживания данных многопараметрических измерений, которые позволяют одновременно осуществлять совместную обработку измерений, обладающих пространственной и временной избыточностью с целью повышения точности определения координат ЛА при обработке полученных многопараметрических данных траекторных измерений.

В третьей главе автором представлены результаты экспериментального исследования функционирования разработанных алгоритмов на предмет их функционирования в нормальных условиях работы и устойчивости к

аномальным ошибкам измерений на основе предложенной системы показателей эффективности и качества. По результатам проведенного экспериментального исследования установлено, что разработанные алгоритмы повышают точность и достоверность определения координат пространственного положения ЛА, а также сохраняют работоспособность при воздействии аномальных ошибок измерений и обеспечивают устойчивость при обработке измерений со сбоями и грубыми ошибками измерений.

4. Научная новизна работы

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

1. Построены и исследованы структуры линейно независимых и Λ -ортогональных базисных функций, отличающиеся от известных структур, применяемых в алгоритмах обработки данных траекторных измерений, тем, что позволяют проводить совместную обработку различных типов измеряемых первичных координат местоположения испытываемых объектов, получаемых от внешнетраекторных измерительных средств.

2. Предложен и обоснован способ выбора начального приближения вектора коэффициентов сглаживающего полинома для начала итеративного процесса нахождения максимально достоверного значения вектора коэффициентов сглаживающего полинома на первом шаге локально-скользящего сглаживания, отличающийся от ранее разработанных тем, что на последующем шаге локально-скользящего сглаживания данных измерений нет необходимости нахождения начального приближения вектора коэффициентов сглаживающего полинома, а используется значение, которое было получено на предыдущем шаге локально-скользящего сглаживания.

3. Разработаны и исследованы методы проверки значимости коэффициентов сглаживающего полинома, отличающиеся от ранее разработанных тем, что предложенные методы позволяют осуществлять нелинейное сглаживание данных измерений, как с оптимизацией степени сглаживавшего полинома, так и с оптимизацией структуры сглаживающего полинома.

4. Разработаны и исследованы алгоритмы адаптивного нелинейного сглаживания данных многопараметрических измерений, отличающиеся от ранее разработанных тем, что позволяют осуществлять совместную обработку данных измерений, обладающих пространственной и временной избыточностью, что позволило повысить точность и достоверность определения вторичных параметров положения испытываемых объектов.

5. Практическая значимость результатов работы

Практическая значимость работы заключается в создании алгоритмов нелинейного сглаживания данных многопараметрических траекторных измерений, адаптирующихся к стохастической траектории испытываемого объекта на каждом шаге локально-скользящего сглаживания. Реализация в алгоритмах решения, устойчивого к аномальным ошибкам измерений, позволяет осуществлять обработку получаемых первичных данных о траектории ЛА без их отбраковки. Полученные результаты вычислительного эксперимента показали преимущества разработанных алгоритмов по сравнению с существующими аналогами и могут быть использованы для послеполетной обработки данных траекторных измерений в траекторном измерительно-вычислительном комплексе.

По результатам работы получены патенты на изобретение и полезную модель.

Результаты работы внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «ДонНТУ».

6. Степень полноты публикации полученных результатов

Основные положения диссертации опубликованы автором самостоятельно и в соавторстве в 11 научных работах, в том числе, 3 из них - в научных специализированных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 3 - в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК ДНР, 1 - в рецензируемом научном издании, рекомендованном ВАК Украины.

7. Соответствие диссертации критериям и паспорту научной специальности

Содержание рецензируемой диссертационной работы, выдвинутые научные положения, полученные выводы и рекомендации дают основание сделать заключение о том, что диссертация Щербова Игоря Леонидовича, представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует паспорту научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

8. Соответствие автореферата содержанию диссертации

В автореферате в достаточном объеме изложены основные результаты исследований, приведенных в диссертации. В нем представлены научные положения, новизна и практическая значимость, основные выводы по 3-м

главам диссертации, заключение, информация о результатах работы.

9. Структура, стиль и язык диссертации

Структурное построение диссертации соответствует цели и задачам исследований. Стиль изложения результатов исследований и подача материала логичны, последовательны и связаны единой идеей. Язык диссертации достаточно ясен и доступен для восприятия.

10. Замечания по диссертации

1. Из текста диссертации не ясно, как можно проверить ортогональность полученных функций.

2. В диссертационной работе не указано время задержки при обработке информации, являющееся важной характеристикой реализуемых алгоритмов.

3. Не понятно, можно ли производить паспортизацию измерительных средств по результатам работы предложенных алгоритмов.

11. Заключение

Диссертация Щербова Игоря Леонидовича по своему содержанию соответствует пунктам 4, 5 специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки). В целом, работа выполнена на высоком научном уровне, содержит новые теоретические и полезные практические результаты. Отмеченные недостатки не препятствуют положительной оценке работы. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в редакции от 18.03.2023), предъявленным к кандидатским диссертациям, заслуживает положительной оценки, а соискатель Щербов Игорь Леонидович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Официальный оппонент

Профессор кафедры «Автоматика и телемеханика
на железнодорожном транспорте»

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный
университет путей сообщения»,

доктор технических наук, профессор,
Соколов Сергей Викторович
344038, г. Ростов-на-Дону, площадь Ростовского Стрелкового Полка
Народного Ополчения, д. 2.
Тел.: +7 (863) 2726302, e-mail: up_del@rgups.ru
Специальность: 20.02.14 - Вооружение и военная техника
Ракетных войск Стратегического назначения.

Я, Соколов Сергей Викторович, даю согласие на включение моих
персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного
совета, и их дальнейшую обработку.

«25» 09 2023 г.



С.В. Соколов

Подпись Соколова С.В. заверяю

Начальник
управления делами
ФГБОУ ВО РГУПС



Т.М. Канина