

ТУСУР

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**

ОКПО 02069326, ОГРН 1027000867068,
ИНН 7021000043, КПП 701701001

пр. Ленина, 40, г. Томск, 634050

тел: (382 2) 510-530
факс: (382 2) 513-262, 526-365
e-mail: office@tusur.ru
http:// www.tusur.ru

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «Томский
государственный университет
систем управления и
радиоэлектроники»

В.М. Рулевский

«14» октября 2023 г.

Отзыв ведущей организации

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» на диссертационную работу Щербова Игоря Леонидовича на тему «Алгоритмы адаптивного нелинейного сглаживания данных многопараметрических измерений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность темы диссертационной работы. В процессе проведения летных испытаний летательных аппаратов (ЛА), на основе полученных данных траекторных измерений, в траекторных измерительно-вычислительных комплексах осуществляется послеполетная обработка полученной информации и анализ траектории движения ЛА. В случае отсутствия точной и достоверной информации о траектории движения ЛА возможно принятие неправильного решения о характеристиках испытуемого объекта или качестве его бортовых навигационных систем, что в дальнейшем может привести к негативным последствиям при его испытаниях и

эксплуатации.

С учетом развития современных технологий и увеличения объемов получаемой информации возникает необходимость принятия новых решений по методам и способам её обработки.

Таким образом, разработка новых алгоритмов обработки многопараметрических данных измерений в траекторных измерительно-вычислительных комплексах, направленных на повышение точности и достоверности определения вторичных координат пространственного положения ЛА, с целью достоверности оценки работы бортовых пилотажно-навигационных комплексов является актуальной научной проблемой.

Научная новизна работы заключается в следующем.

1. Предложены 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, для получения независимых оценок вектора коэффициентов сглаживающего полинома.

2. Предложен и обоснован способ выбора начального приближения вектора коэффициентов сглаживающего полинома для нахождения максимально достоверного значения вектора коэффициентов сглаживающего полинома на первом шаге локально-скользящего сглаживания. Данный способ отличается от ранее разработанных тем, что на каждом 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. Созданы алгоритмы проверки значимости коэффициентов сглаживающего полинома, отличающиеся от ранее разработанных тем, что они позволяют осуществлять нелинейное сглаживание данных измерений, как с оптимизацией степени сглаживавшего полинома, так и с оптимизацией структуры сглаживающего полинома.

4. Предложены оригинальные 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.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в создании алгоритмов нелинейного сглаживания данных многопараметрических траекторных измерений, адаптирующихся к стохастической форме траектории испытываемого объекта на каждом шаге локально-скользящего сглаживания.

По результатам проведенных экспериментальных исследований сделан вывод о том, что реализованные алгоритмы решения повышают точность и достоверность определения вторичных координат пространственного положения ЛА и устойчивы к аномальным ошибкам измерений, что позволяет осуществлять обработку получаемых первичных данных о траектории ЛА без их отбраковки.

Достоверность и обоснованность полученных соискателем теоретических и практических результатов подтверждается корректным и обоснованным использованием фундаментальных исследований в области системного анализа, теории управления, теории вероятностей и математической статистики, численных методов решения уравнений, теории матриц, а также подтверждением теоретических выводов и предположений полученными результатами имитационного моделирования.

Внедрение результатов работы. Результаты диссертационного исследования использованы в научно-исследовательских работах, проводимых в ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», а также внедрены в учебный процесс при чтении следующих курсов: «Информационно-измерительные системы и комплексы», «Системный анализ управления и обработки информации».

Публикации. Основные научные результаты диссертационного исследования опубликованы в 11 научных изданиях, в том числе: 3 – в научных изданиях, включенных в перечень ВАК РФ; 3 – в научных изданиях, включенных в перечень ВАК ДНР; 1 – в научных изданиях, включенных в перечень ВАК Украины; 1 – патент на изобретение; 1 – патент на полезную модель.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Использование теоретических и практических результатов исследования является актуальным при проведении испытаний маневрирующих систем и объектов с целью определения их местонахождения в пространстве.

Однако диссертационная работа не лишена недостатков. В частности:

1. При рассмотрении проблем адаптивных алгоритмов значительную роль играют вопросы устойчивости. В работе устойчивость алгоритмов рассмотрена довольно подробно, однако лишь при проведении численных экспериментов. Отсутствие теоретических оценок или упоминания о возможностях таких оценок представляется недоработкой автора диссертации.

2. Во второй главе работы строгие выкладки по построению базисных функций соседствуют со в значительной степени оценочными выводами о статистической значимости, не подтверждаемые строгими математическими выкладками.

3. При выборе начального приближения вектора коэффициентов сглаживающего полинома автор указывает параметр ε и интервал его значений от 0.1 м до 0.5 м, однако не уточняет значимость выбора данного параметра. Из работы не ясно как данный параметр влияет на количество итераций и чем обосновывается выбор его конкретного значения в отдельно взятой реальной ситуации.

4. В работе речь идет об алгоритмах адаптивного нелинейного оптимального сглаживания многопараметрических данных измерений, однако в явном виде представлен только один алгоритм. Описаны три метода проверки значимости коэффициентов сглаживающего полинома, но при этом не прослеживается прямая связь между методами и алгоритмами.

5. В разделе 3.1 не ясно что автор подразумевает под «показателем качества». По тексту автор указывает что под качеством подразумевается точность полученного результата измерения местоположения ЛА. Не понятно почему отдельно используется понятие «показатель качества» вместо понятия «точность».

6. В качестве недостатка в части оформления работы необходимо отметить отсутствие графического представления алгоритмов.

Заключение. В целом представленная диссертационная работа является самостоятельно выполненной и завершенной научно-квалификационной работой, в которой решается научно-техническая задача повышения точности и достоверности определения вторичных координат пространственного положения ЛА. Работа имеет научную и практическую ценность и соответствует пунктам 4 и 5 паспорта научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

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, а её автор, Щербов Игорь Леонидович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Отзыв обсужден и одобрен на расширенном заседании Института системной интеграции и безопасности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»
14 октября 2023 г. протокол № 382.

Президент Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники,
профессор, доктор технических наук

Шелупанов Александр Александрович

Докторская диссертация защищена по специальности 05.13.01
Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)

Даю согласие на обработку персональных данных.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

Адрес организации: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40

Телефон: +7 (3822) 90-71-55

Адрес эл. почты: president@tusur.ru

Подпись А.А. Шелупанова заверяю:

Ученый секретарь совета



Е.В. Прокопчук