

М. А. Баранов – магистрант кафедры компьютерного проектирования аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

Ю. П. Иванов (канд. техн. наук, доц.) – научный руководитель

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА КОМПЛЕКСНОЙ ОПТИМАЛЬНОЙ ФИНИТНОЙ ОБРАБОТКИ НАВИГАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ С УЧЁТОМ НАДЁЖНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ

В работе исследуются комплексные оптимально-инвариантные спектрально-финитные методы обработки навигационных сигналов. Как известно, методы обработки сигналов на финитном интервале времени широко использовались до появления рекуррентных методов фильтрации марковских сигналов. Эти методы являются более универсальными по отношению к виду априорных данных и устойчивыми при их изменении в процессе работы устройства в сравнении с фильтрацией Калмана.

Идеология этих методов заключается в представлении реализаций наблюдаемых сигналов на скользящем финитном интервале времени в виде частичной суммы ряда Фурье. В качестве базиса ряда Фурье целесообразно использовать базис Карунэна-Лозва, который обеспечивает наилучшую сходимость ряда к исходной реализации из всех рядов Фурье и некоррелированность коэффициентов разложения. Как известно вид базиса Карунэна-Лозва определяется корреляционной функцией оцениваемого процесса. В работе рассматривается двухмерная модель измерения с аддитивными погрешностями в общем случае не стационарными, нормально распределёнными и коррелированными. Предполагается, что скалярный полезный сигнал измеряется датчиками, которые могут находиться в состояниях безотказной работы или частичного отказа. Считается, что известны надёжностные характеристики измерителей, корреляционные функции и математические ожидания погрешностей измерителей в каждом из их возможных состояний. Выбирается интервал разложения сигнала и размерность спектра исходя из точности представления сигнала в виде спектрально-финитной модели. В качестве критерия оптимизации рассматривается средний квадрат ошибки оценки. В работе рассматриваются несколько методов обработки информации с учетом надёжности измерителей в сравнении с фильтрацией Калмана.

1. Нелинейный комплексный оптимально-инвариантный алгоритм оценки, где оптимальная оценка низкочастотной погрешности измерителя на основании теоремы Дуба определяется условным математическим ожиданием. Вид этой оценки определяется двойной суммой, взятой по всем возможным состояниям измерителей комплексной системы оптимальных оценок низкочастотной погрешности при условии, что состояния измерителей известны. Элементы двойной суммы определяются произведением оптимальных нелинейных весовых коэффициентов, зависящих от результатов измерения, на условные оптимальные оценки низкочастотной погрешности при известных состояниях измерителей.

2. Линейный комплексный оптимально-инвариантный алгоритм оценки. Где в качестве весовых коэффициентов частных оценок используются надёжностные характеристики измерителей.

3. Минимаксный комплексный оптимально-инвариантный алгоритм оценки.

4. комплексный оптимально-инвариантный алгоритм оценки по критерию квазиэффективной точности.

5. Безынерционный комплексный оптимально-инвариантный алгоритм оценки.

Основными недостатками методов обработки сигналов на финитном интервале времени являются большой объём запоминаемых данных и недостаточно высокая точность.

Использование спектральной модели сигналов при обработке информации на финитном интервале времени снижает эти недостатки.

В данной работе был проведен сравнительный анализ оптимальных методов линейной фильтрации сигналов на основе спектральной модели сигнала и фильтрации Калмана., определены параметры спектральной финитной фильтрации сигналов, при которых точность оценки незначительно уступает фильтрации Калмана.

Исследуется алгоритм оптимальной спектральной фильтрации сигналов с учетом надёжности измерителей. По результатам моделирования определяется область применения спектральной финит-

ной фильтрации сигналов.

На основе моделирования указанных алгоритмов были получены следующие результаты:

- эффективность использования нелинейного алгоритма возникает при значительном изменении математического ожидания и дисперсии ДИСС;
- использование нелинейного алгоритма позволяет осуществить идентификацию состояний измерителей без использования показаний контрольной аппаратуры;
- при выборе интервала дискретизации кроме теоремы Котельникова необходимо учитывать длительность реализации моделирования, интервал разложения входных сигналов в ряд Фурье и точность аппроксимации сигнала;
- по точности получаемой ошибки оценки, исследуемые алгоритмы можно расположить в след мажоритарный ряд: нелинейный, линейный, по критерию квазиэффективной точности и минимаксный.

Библиографический список

1. В. И. Тихонов, В.Н. Харисов «Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем». – М.: Радио и связь, 1991. – 608 с.
2. Ю.П. Иванов, А.Н. Синяков, И.В. Филатов «Комплексирование информационно-измерительных устройств летательных аппаратов». – Л.: Машиностроение, 1984. – 207 с.
3. В.Ю. Чернов, В.Г. Никитин, Ю.П. Иванов «Надежность авиационных приборов измерительно-вычислительных комплексов». Учеб. пособие – СПб.: СПбГУАП, 2004 – 96 с.
4. Ю.П. Иванов, В.Г. Никитин «Информационно-статистическая теория измерений». Учеб. пособие – СПб.: СПбГУАП, 2011 – 104 с.