

SINS' ERRORS COMPENSATION METHOD BASED ON USAGE OF THE HILBERT-HUANG TRANSFORM

Aliev E.V. (Russian Federation)

*Aliev Eldar Vadimovich – master's degree Student,
DIRECTION: INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES
AND COMMUNICATION SYSTEMS,
NORTH-CAUCASUS FEDERAL UNIVERSITY,
STAVROPOL*

Abstract: *the article describes the problem of increasing errors of strapdown inertial navigation systems in autonomous flight mode of robotic unmanned aerial vehicles due to the presence of intrinsic noise of motion sensors. The essence of the method for cleaning data from noise using the Hilbert-Huang transform is described. Purification was carried out using low-frequency filtering and functions of internal modes.*

Keywords: *unmanned aerial vehicles, inner mode functions, Hilbert-Huang Transform, low-frequency filtration.*

СПОСОБ КОМПЕНСАЦИИ ОШИБОК БИНС НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГИЛЬБЕРТА- ХУАНГА

Алиев Э.В. (Российская Федерация)

*Алиев Эльдар Вадимович – магистрант,
направление: инфокоммуникационные технологии и
системы связи,*

*Северо-Кавказский федеральный университет, г.
Ставрополь*

***Аннотация:** в статье изложена проблема нарастания ошибок бесплатформенных инерциальных навигационных систем в автономном режиме полета из-за наличия собственных шумов датчиков движения. Описана сущность способа, позволяющего провести очистку данных от шумов с использованием преобразования Гильберта-Хуанга. Проведена очистка с использованием низкочастотной фильтрации и функций внутренних мод.*

***Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, внутренние модовые функции, Преобразование Гильберта-Хуанга, низкочастотная фильтрация.*

1 Введение

Из литературы [1] известно, что из-за высокой чувствительности и слабого уровня мощности сигнала приемник СНС подвержен воздействию непреднамеренных и преднамеренных помех, способных сильно исказить навигационное поле вплоть до полной потери сигнала. В таких случаях РБЛА переходит в автономный режим работы за счет датчиков БИНС [2] (акселерометров и гироскопов), которые не подвержены внешним помехам, но способны накапливать ошибки за счет систематических погрешностей, погрешностей коэффициентов преобразования, неточности ввода начальных условий и собственных шумов.

Известен метод компенсации возникающих и накапливающихся в датчиках ошибок, вызванных шумами, разработанный в 1995 году и получивший название Преобразования Гильберта-Хуанга (ПГХ) [3], который хорошо изложен в работах Давыдова В. А. [4]

2 Постановка задачи

Необходимо разработать способ компенсации ошибок БИНС в автономном режиме полета, вызванных шумами инерциальных датчиков, с применением преобразования Гильберта-Хуанга.

3 Результаты

Для демонстрации процесса очистки была составлена математическая модель, в которой первым делом задана траектория полета РБЛА в одной плоскости (навигационные данные от датчиков) [5] и проведено наложение на нее шума с нормальным гауссовским распределением [6]. На рис. 1 изображена пилообразная траектория движения.

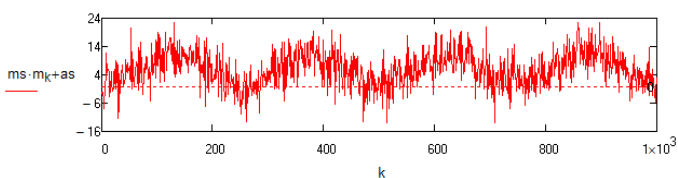


Рис. 1. Зашумленные данные пилообразной траектории

Посредством процесса ЭМД [7] с использованием значений частоты среза и ширины переходных зон фильтров, получены существенные шумовые функции и общая IMF-1 (рис. 2).

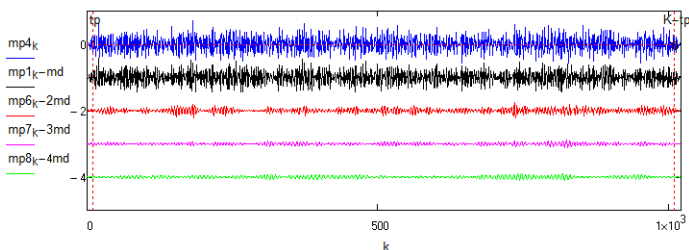


Рис. 2. Общая шумовая IMF (синим) и 4 существенные функции IMF

После вычитания IMF-1 и IMF-2, с отфильтрованными в них высокочастотными шумами, из зашумленных данных, представляющих траектории полета, также выполнен последний этап очистки, а именно локализация экстремумов и вычисление средней функции между огибающими. В результате получен график, представленный на рис. 3.

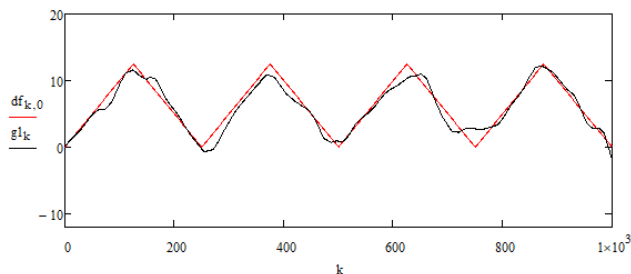


Рис. 3. Исходные данные траектории и очищенные данные

Список литературы / References

1. *Копысов О.Э.* Инерциальные навигационные системы: лекция. [Электронный ресурс], 2013. Режим доступа: http://olegkop.ucoz.com/InfIzmYstr/lekcija_22.pdf/ (дата обращения: 09.10.2019).
2. *Орлов П.В., Андреев В.Г.* Выделение сигнала на фоне коррелированных помех и некоррелированного шума // Молодой ученый, 2019. №24. С. 145-148. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

- <https://moluch.ru/archive/262/60714/> (дата обращения: 12.10.2019).
3. Хармут Х.Ф. Передача информации ортогональными функциями. М.: Связь, 1975. 272 с.// Молодой ученый, 2019. №24. С. 145-148. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/262/60714/> (дата обращения: 13.10.2019).
 4. Калыгина Л.А., Савенкова В.В. Применение адаптивных фильтров для анализа сигналов // Молодой ученый, 2013. №12. С. 128-134. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/59/8307/> (дата обращения: 14.10.2019).
 5. An Introduction to Hilbert-Huang Transform: A Plea for Adaptive Data Analysis. Norden E. Huang. Research Center for Adaptive Data Analysis. National Central University.
 6. Давыдов В.А., Давыдов А.В. Очистка геофизических данных от шумов с использованием преобразования Гильберта-Хуанга.// Электронное научное издание "Актуальные инновационные исследования: наука и практика", 2010, № 1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.actualresearch.ru/> (дата обращения: 16.10.2019).
 7. Norden Huang et al. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis. Proceedings of the Royal Society of London. A 454, 903–995 (1998).
 8. Музычук Д.С., Медведев М.С. Использование преобразования Гильберта-Хуанга для обработки сигналов и помех. // Молодой ученый, 2013. №6. С.

75-86. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/53/7041/> (дата обращения: 16.10.2019).

9. *Колотов М.Е., Смирнова Т.А.* Декомпозиция линейной модели квадрокоптера // Молодой ученый, 2016. №13. С. 29-33. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/117/31971/> (дата обращения: 16.10.2019).