

ВЛИЯНИЕ ЗАКОНОВ ФОРМИРОВАНИЯ ШАГА КВАНТОВАНИЯ НА ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

К.О. Спорышев

Проведен анализ существующих методов квантования сигналов, рассмотрены законы формирования шага квантования и их влияние на помехозащищенность систем передачи данных.

Ключевые слова: импульсно-кодовая модуляция, нелинейное квантование, помехозащищенность, ошибка квантования.

INFLUENCE OF LAWS OF STEP OF QUANTUM FORMING ON NOISE IMMUNITY OF THE DATA COMMUNICATION SYSTEM

K.O. Sporyshev

The analysis of existent methods of quantum of signals is conducted, the laws of quantum step forming and their influence, noise immunity of the data communication systems are considered.

Keywords: pulse-code modulation, nonlinear quantum, noise immunity, quantization error.

УДК 621.77

С.Н. Беляев, А.Е. Истомина

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

МЕТОДИКА КОМПЕНСАЦИИ ДРЕЙФА НУЛЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ШУМОВ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА ИНЕРЦИАЛЬНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО БЛОКА

В статье приводится методика компенсации дрейфа нуля сигнала микромеханического гироскопа, а также получена авторегрессионная модель шумов измерений датчика ADIS 16250.

Ключевые слова: бесплатформенная инерциальная система, микромеханический гироскоп, дрейф нуля, формирующий фильтр.

Введение

Анализ последних исследований и публикаций. В статьях [1, 2] исследуется возможность синтеза системы наведения и стабилизации вооружения легкобронированной боевой машины на основе бесплатформенной инерциальной системы (БИС). БИС используются для определения ориентации и навигации подвижных объектов из-за отсутствия дорогостоящей гироплатформы и достаточно высокой точности. Основой бесплатформенной системы является инерциальный измерительный блок (ИИБ), в состав которого обычно включают три датчика угловой скорости и три линейных акселерометра, расположенные по связанным осям ортогонального базиса R в качестве датчиков © С. Н. Беляев, А. Е. Истомина зуют лазерные, волоконно-оптические или микромеханические (MEMS) гироскопы.

Для экспериментальной отработки алгоритмов наведения и стабилизации боевого модуля ЛБМ на

кафедре колесных и гусеничных машин имени А. А. Морозова НТУ «ХПИ» был собран ИИБ на MEMS-датчиках, в состав которого включены три ДУС ADIS 16250 фирмы Analog Devices [3] и трехосевой акселерометр MMA 7260Q фирмы FreeScale [4].

Постановка задачи

Анализ публикаций по разработке систем ориентации и навигации на MEMS-датчиках показывает необходимость синтеза фильтра Калмана для успешного решения поставленных задач, а также необходимость предварительной фильтрации сигналов датчиков [5]. Как известно, для синтеза фильтра Калмана необходимо получить ковариационные матрицы шумов процесса и измерений, т.е. нужно иметь модель процесса. Получение адекватной модели зашумленного выходного сигнала ДУС ADIS 16250 и является целью данной статьи.

Методика компенсации дрейфа нуля микромеханического гироскопа

В выходном сигнале микромеханического гироскопа можно выделить увод нуля (дрейф) и шумовую составляющую. Кроме того, на показания датчика также влияют нестабильность нуля в запуске и температура окружающей среды. Для компенсации дрейфа нуля гироскопа можно использовать фильтр низких частот (ФНЧ) в виде апериодического звена с большой постоянной времени. Передаточная функция такого фильтра имеет вид:

$$W(s) = \frac{1}{\tau s + 1} \quad (1)$$

АЧХ и ФЧХ фильтра с передаточной функцией (1), полученные с помощью пакета расширения MATLAB Control System Toolbox, приведены на рис. 1. Для реализации указанного ФНЧ в бортовом вычислителе можно воспользоваться следующим разностным уравнением:

$$y(n) = y(n-1) + \frac{\Delta t}{\tau} (x(n) - y(n-1)), \quad (2)$$

где y – сигнал на выходе фильтра; x – фильтруемый сигнал; Δt – период съема информации с датчика, с; τ – постоянная времени фильтра, с; n – номер такта съема информации.

Выходным сигналом фильтра будет дрейф нуля датчика. На рис. 2 показан типичный сигнал датчика ADIS 16250 в статическом положении и выходной сигнал ФНЧ. Датчик был запрограммирован на диапазон измерений ± 80 °/с, частота опроса составляла 50 Гц. Математическое ожидание сигнала ДУС составило 0,2083 °/с.

Сигнал гироскопа с учетом дрейфа нуля будет определяться выражением:

$$\omega_{\phi}(n) = \omega(n) - b(n), \quad (3)$$

где $\omega(n)$ – сигнал с датчика, °/с; $b(n)$ – выходной сигнал с ФНЧ, °/с.

Сигнал датчика с коррекцией дрейфа нуля по формуле (3) показан на рис. 3. Математическое ожидание скорректированного сигнала составило 0,001 °/с, что свидетельствует об эффективности методики компенсации дрейфа нуля датчика с использованием ФНЧ.

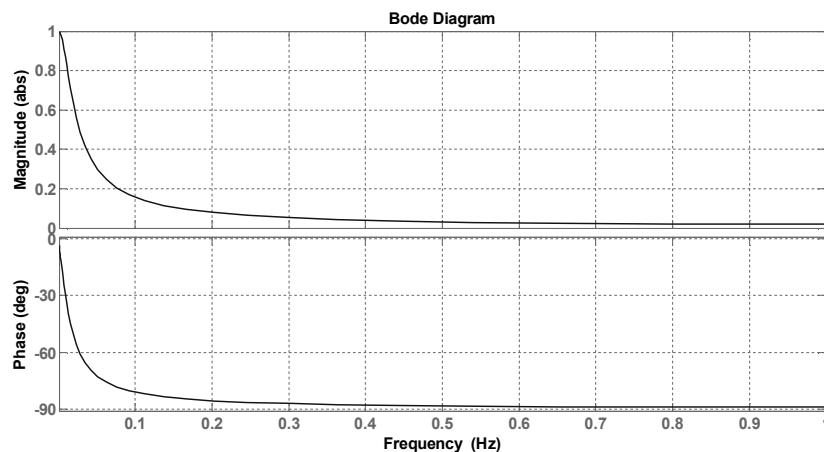


Рис. 1. Частотные характеристики ФНЧ

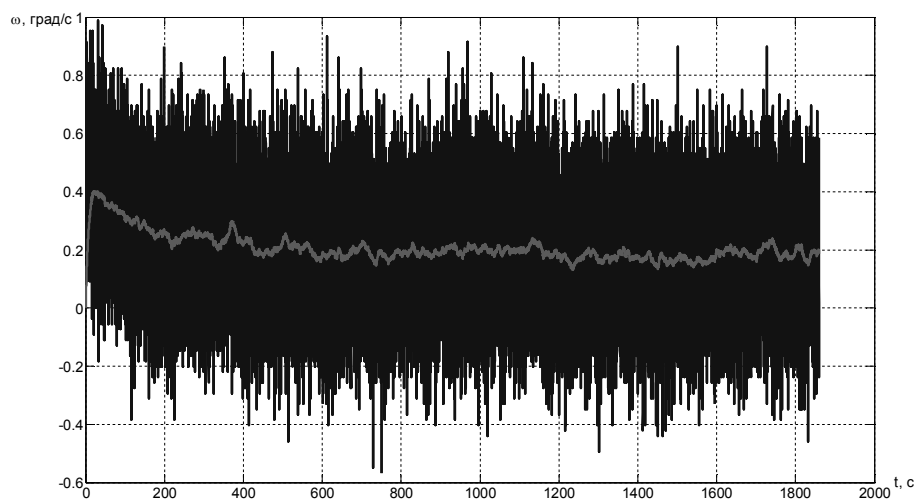


Рис. 2. Выходной сигнал и дрейф нуля MEMS-гироскопа ADIS 16250 в статическом положении

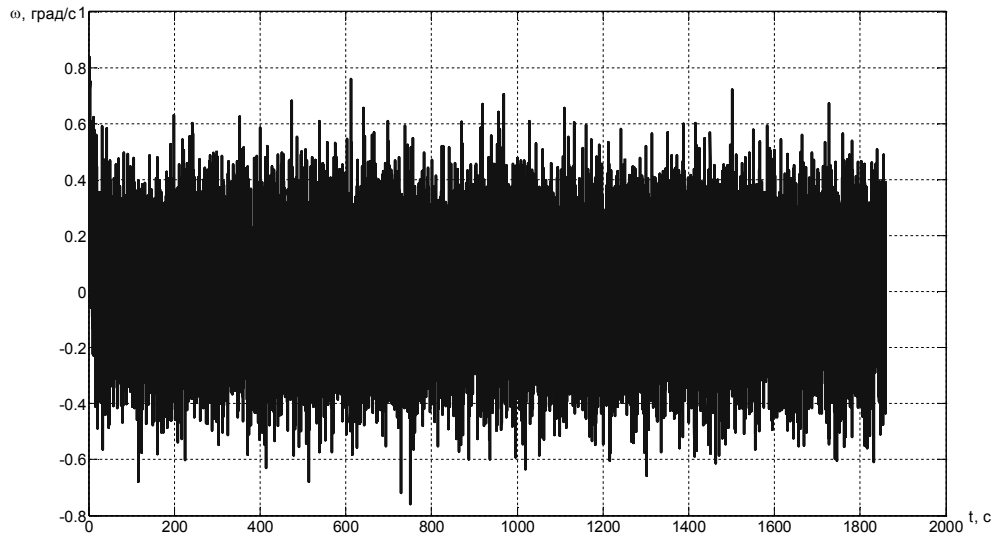


Рис. 3. Сигнал ДУС ADIS 16250 с компенсацией дрейфа нуля

Моделирование сигнала ДУС

Для моделирования сигнала MEMS-гироскопа авторами предлагается использовать авторегрессионную модель. Согласно авторегрессионной модели сигнал формируется путем пропускания дискретного белого шума через «чисто рекурсивный» фильтр n -го порядка. Спектральная плотность мощности такого сигнала пропорциональна квадрату модуля коэффициента функции передачи формирующего фильтра. Таким образом, данный метод спектрального анализа сводится к определению коэффициентов фильтра заданного порядка, оценке мощности возбуждающего белого шума и аналитическому расчету спектральной плотности мощности. Для определения коэффициентов модели производится

минимизация ошибки линейного предсказания сигнала. Теоретический анализ показывает, что оптимальные коэффициенты модели определяются лишь корреляционной функцией сигнала [6].

Для спектрального анализа сигнала датчика и определения коэффициентов формирующего фильтра авторы использовали пакет расширения MATLAB Signal Processing Toolbox. В частности был применен метод Берга, с помощью которого были получены коэффициенты дискретного формирующего фильтра первого порядка. На рис. 4 приведена блок-схема авторегрессионной модели выходного сигнала с ДУС ADIS 16250, выполненная в программе визуального моделирования динамических систем Simulink пакета MATLAB, а также показан результат моделирования.

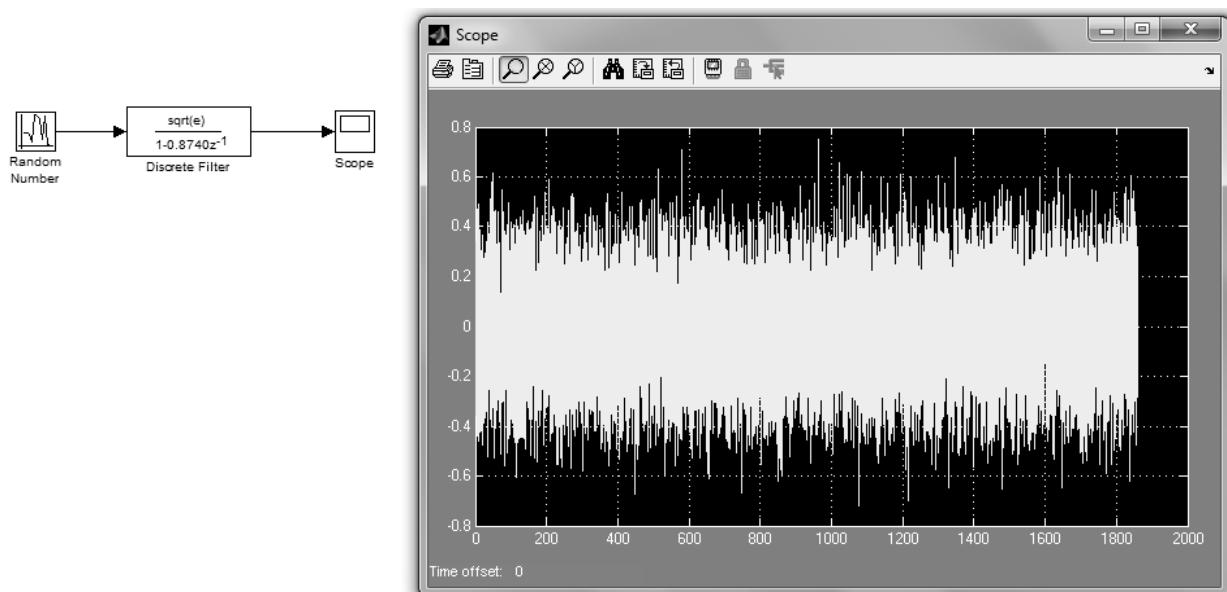


Рис. 4. Simulink-модель сигнала ДУС ADIS 16250

Заключення

Сигнали мікромеханичних гіроскопов нуждаются в компенсації дрейфа нуля, для чого можна воспользуватися приведенної в данній статті методикою. Для отримання моделі зашумлених вимірювань гіроскопа, придатної для синтезу фільтра Калмана, можна побудувати авторегресійну модель з формуючим дискретним фільтром першого порядку, збуджуємым «білим шумом».

Список літератури

1. Александров Е. Е. Управление электроприводом наведения основного вооружения легкобронированной боевой машины / Е. Е. Александров, С. Н. Беляев, В. А. Кононенко // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – № 30. – С. 117–119.

2. Беляев С. Н. Моделирование работы стабилизатора вооружения легкобронированной боевой машины, построенного на основе бесплатформенной инерциальной системы / С. Н. Беляев // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – № 46. – С. 40–45.

3. <http://www.analog.com>.

4. <http://www.freescale.com>.

5. Xiaoping Yun, Mariano Lizarraga, Eric R. Bachmann and Robert B. McGhee, "An Improved Quaternion-Based Kalman Filter for Real-Time Tracking of Rigid Body Orientation," Proceedings of 2003 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1074-1079, Las Vegas, NV, October 2003. 6. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб: Питер, 2002. – 608 с.

Надійшла до редакції 27.08.2009 р.

Рецензент – Є.С. Александров, доктор технічних наук, професор кафедри колісних та гусеничних машин імені О. О. Морозова НТУ «ХПІ»

МЕТОДИКА КОМПЕНСАЦІЇ ДРЕЙФА НУЛЯ І МОДЕЛЮВАННЯ ШУМІВ МІКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА ІНЕРЦІАЛЬНОГО ІЗМЕРИТЕЛЬНОГО БЛОКА

Беляев С.Н., Истомин А.Е.

В статті приводиться методика компенсації дрейфа нуля сигналу мікромеханического гіроскопа, а також отримана авторегресійна модель шумів вимірювань датчика ADIS 16250.

Ключевые слова: бесплатформенная инерциальная система, микромеханический гироскоп, дрейф нуля, формирующий фильтр.

METHODOLOGY OF DRIFT COMPENSATION AND NOISE MODELING OF MEMS-GYRO OF THE INERTIAL MEASUREMENT UNIT

Belyaev S.N., Istomin A.E.

In the paper methodology of drift compensation and noise modeling of MEMS-gyro ADIS 16250 are presented.

Keywords: non-platform inertial system, micromechanical gyroscope, zero drift, generating filter.

УДК 629.734.7

Г.М.Дідур, В.М.Алексеев

Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

ПЕРСПЕКТИВИ ТА ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ПАРАШУТОБУДУВАННЯ В УКРАЇНІ

Проведено аналіз сучасного стану парашутно-десантної техніки, що знаходиться на озброєнні ЗС України. Обґрунтована доцільність удосконалення зразків парашутно-десантної техніки. Запропоновані шляхи модернізації зразків парашутно-десантної техніки в сучасних умовах.

Ключові слова: парашутно-десантна техніка, парашутобудування, модернізація.

Вступ

Постановка проблеми. За час багатолітнього використання парашутно-десантної техніки (ПДТ) в ЗС України провідними військовими фахівцями відзначалась невідповідність експлуатаційних характеристик ПДТ вимогам сьогодення, зокрема:

не забезпечення вимог, щодо десантування необхідної номенклатури озброєння, (снайперські гвинтівки СВД, автоматичні гранатомети АГС-17, пускові установки протитанкових керованих ракет, переносні зенітні ракетні комплекси, одноразові гранатомети РПГ-26, -27 та вогнемети РПО-А) десантуються не разом із парашутистом, а окремо в