

Влияние искажений измерительного сигнала на динамику гиросtabilизатора с нейронной сетью

Я.О. Анисимов

В работе рассматривается вопрос о влиянии искажений измерительного сигнала на динамику гироскопического стабилизатора. Приводятся виды искажений с их описанием. Даны результаты моделирования.

Ключевые слова: нейронные сети, системы управления, гироскопический стабилизатор.

Из теории управления известно [2], что увеличение порядка системы может привести к повышению колебательности системы, а также оказать влияние на устойчивость замкнутой динамической системы. В случае если на этапе синтеза в систему закладывались запасы устойчивости, то незначительное отклонение может не привести к катастрофическим последствиям. Однако, данное замечание по отношению к нейронным сетям имеет слабое отношение. Ввиду того, что настройка весов нейронной сети происходит с использованием поисковых алгоритмов, задание каких либо свойств нейронной сети на этапе проектирования на сегодняшний день является проблематичным. В этой связи возникает вопрос о робастности динамической системы, содержащей в контуре обратной связи нейронную сеть.

Рассматривается индикаторный гироскопический стабилизатора, движение которого можно описать системой линейных дифференциальных уравнений (рис. 1) [3].

На платформе установлен чувствительный элемент. В идеальном случае ЧЭ должен реализовывать функцию:

$$\beta_i = h(\Delta\alpha_i), i = 1, 2, 3 \quad (1)$$

где h – идеализированное уравнение измерителя, $\Delta\alpha_i$ – приращение абсолютного угла платформы.

Управлением гиросtabilизатором происходит по закону $M_{CI} = u(\beta_1, \beta_2, \beta_3)$, где β_i – сигнал, снимаемый с датчиков углов прецессии, u – функция, реализующаяся нейронной сетью [1]. Также сделаем допущение о том, что нейронная сеть была обучена в случае идеального чувствительного элемента, представляющего собой идеальное интегрирующее звено. Основные параметры переходного процесса отражены на рис. 2.

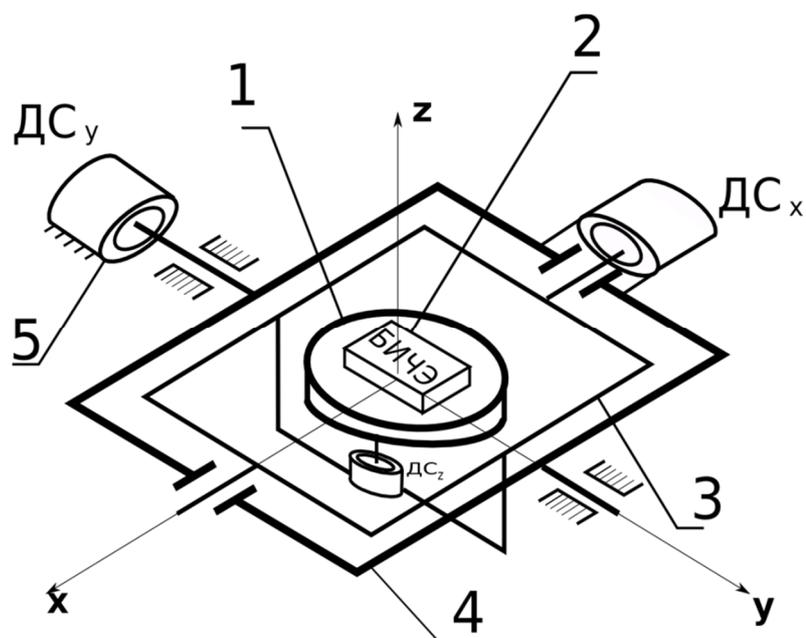


Рис. 1. Кинематическая схема трехосного гиросtabilизатора:
 1-наружная рамка; 2- внутренняя рамка; 3- платформа, 4- блок инерциальных чувствительных элементов; 5-двигатель стабилизации

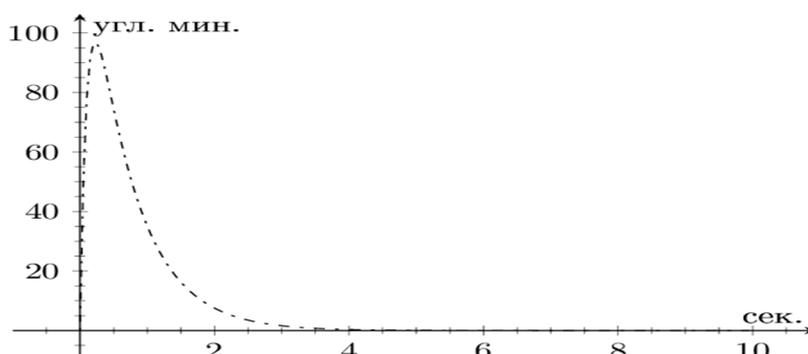


Рис. 2. Поведение гироскопического стабилизатора при идеальном измерительном сигнале

В реальных системах модель измерений (1), в силу физических свойств, на практике не реализуем[2]. Поэтому устройства можно принять допущения что сигнал снимаемый с гироскопа подвержен искажению. При этом искажения могут быть:

- динамическими, когда связь между реальным сигналом и идеальным описывается системой линейных дифференциальных уравнений;
- статические линейные искажения, когда связь между реальным сигналом и идеальным описывается линейным равенством;
- статические нелинейные искажения, когда связь между реальным сигналом и идеальным описывается нелинейным равенством;

- комбинация различных описанных выше искажений.

Рассмотрим поведение гироскопического стабилизатора при различных видах искажений сигнала. Рассмотрим три варианта искажений.

1. Прохождение сигнала через апериодическое звено с частотой среза 8 Гц.

2. Последовательное прохождение сигнала через звено «зона нечувствительности» с параметром нечувствительности в 5 и 7 угловых минут и через апериодическое звено с частотой среза 8 Гц.

При проведении моделирования будем ту же использовать нейронную сеть, что и использовалась при проведении моделирования без всяких искажений. Как видно из графиков в динамике появились высокочастотные колебания, который обуславливаются наличием нелинейности. Также происходит изменение величины максимального угла прокачки и времени успокоения системы.

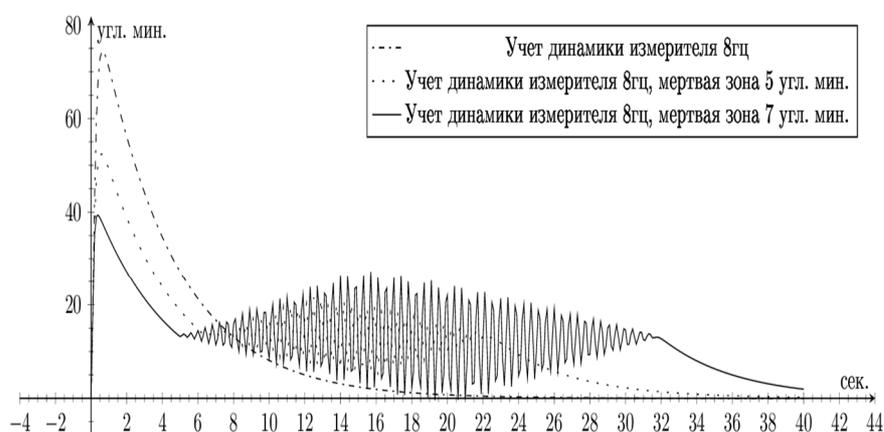


Рис. 3. Поведение гироскопического стабилизатора при наличии нелинейностей в измерительном канале

Выводы

В работе было рассмотрено влияние искажений измерительного сигнала на динамику гироскопического стабилизатора. В ходе эксперимента было выявлено, что при обучении НС, выполняющей роль устройства управления, возможно использование моделей сигналов которые не подвержены искажениям. Было показано, что внесение нелинейностей в измерительных канал приводил к появлению высокочастотных колебаний в переходном процессе, но при этом позволял нейронной сети выполнять свои функции по стабилизации платформы.

Библиографический список:

1. Анисимов Я.О., Кацай Д.А. Описание подходов к синтезу управления трехосного индикаторного стабилизатора с использованием аппарата нейронных

сетей/Анисимов Я.О., Кацай Д.А.// В мире научных открытий. Серия Математика. Механика. Информатика. – 2011. – №8.1(20) – 125-134 с.

2. Бессекерский, В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бессекерский, Е.Н. Попов. – СПб: «Профессия», 2004. – 747 с.

3. Лысов, А.Н. Теория гироскопических стабилизаторов. Учебное пособие. /А.Н. Лысов, А. А. Лысова – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2009. – 116 с.

Influence of distortions of a measuring signal on dynamics of a gyrostabilizer with a neural network

Ya.O. Anisimov

In work the question of influence of distortions of a measuring signal onto dynamics of the gyroscopic stabilizer is considered. Types of distortions with their description are given. Results of modeling are given.

Keywords: neural networks, control systems, gyroscopic stabilizer.

References

1. Anisimov YA.O., Katsay D. A. [The Description of Approaches to Control Synthesis of the Three-axis Indicator Stabilizer with Use of Neural Networks]. *In the World of Discoveries. Series Mathematics. Mechanics. Informatics*, 2011, №8.1(20), pp. 125–134. (in Russ.)

2. V. A. Bessekerskiy, E.N. Popov *Teoriya sistem avtomaticheskogo upravleniya* [Theory of Automatic Control Systems]. SPb, Profissiya Publ., 2004, 747 p.

3. A.N. Lysov, A. A. Lysova *Teoriya giroskopicheskikh stabilizatorov. Uchebnoe posobie* [Theory of Gyroscopic Stabilizers. Manual]. Chelyabinsk, SUSU Publ., 2009, 116 p.