

УДК 004.032.26 + 681.5.01

## ВЛИЯНИЕ ИСКАЖЕНИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СИГНАЛА НА ДИНАМИКУ ГИРОСТАБИЛИЗАТОРА 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 стабилизатор, 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  $\beta_i$  – сигнал, снимаемый с датчиков углов прецессии,  $u$  – функция, реализуемая 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.

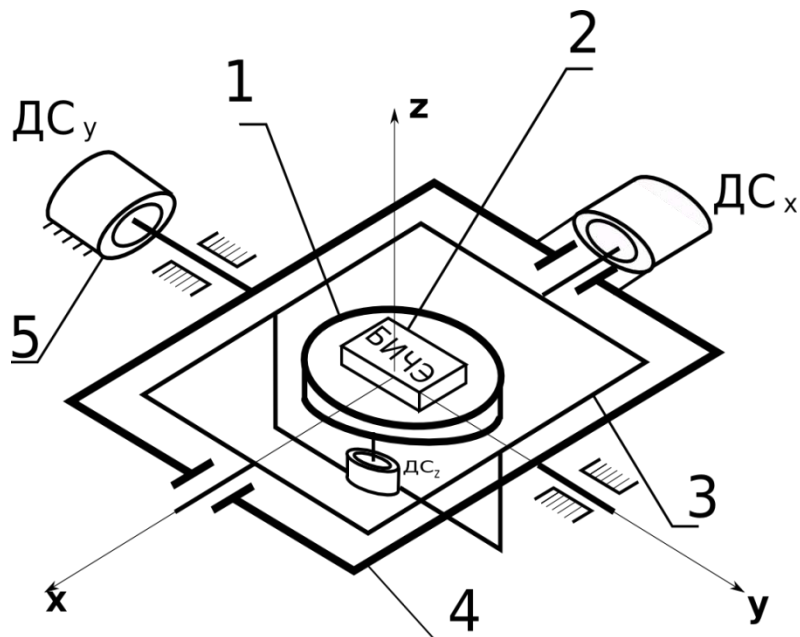


Рис. 1. Кинематическая схема трехосного гиросtabilизатора:  
1 – наружная рамка; 2 – внутренняя рамка; 3 – платформа,  
4 – блок инерциальных чувствительных элементов;  
5 – двигатель стабилизации

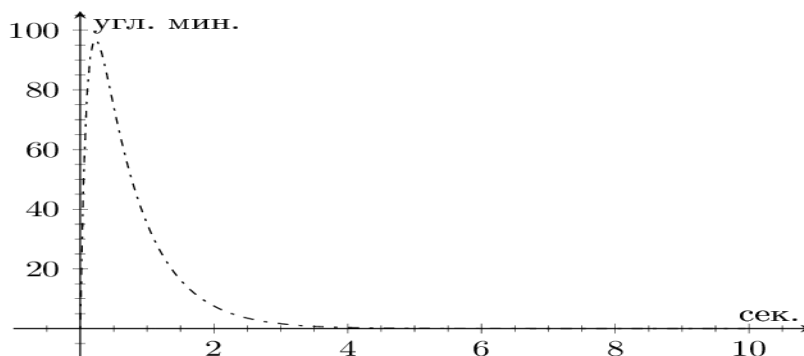


Рис. 2. Поведение гироскопического стабилизатора  
при идеальном измерительном сигнале

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.

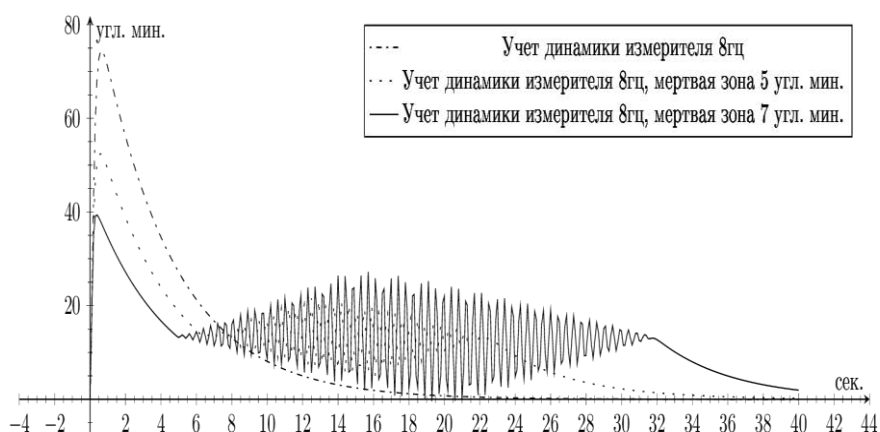


Рис. 3. Поведение гироскопического стабилизатора при наличии нелинейностей в измерительном канале

### 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 измерительный 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. Описание подходов к синтезу управления трехосного индикаторного стабилизатора с использованием аппарата нейронных сетей / Я.О. Анисимов, Д.А. Кацай // В мире научных открытий. Серия Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 8.1(20). – С. 125–134.
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.