

## РАСЧЕТ КЛАССИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

**Моисеев А.Н., аспирант; Цепковский Ю.А., аспирант**

*(Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина;*

*Магдебургский университет имени Отто фон Герике, г. Магдебург, Германия)*

В работе рассматривается метод синтеза ПИД-регулятора и регулятора состояния на примере модели магнитного подвеса с применением генетического алгоритма (ГА). Приводится сравнение с аналогичными регуляторами, полученными классическими методами проектирования.

При синтезе коэффициентов регулятора для устойчивого объекта метод ГА позволяет определить коэффициенты, при которых система приобретает требуемую динамику.

Метод ГА можно с таким же успехом использовать при синтезе коэффициентов классических регуляторов для неустойчивых нелинейных объектов. Рассмотрим пример получения коэффициентов ПИД-регулятора и регулятора состояния на примере модели магнитного подвеса [3].

Схематически магнитный подвес изображен на рис. 1.

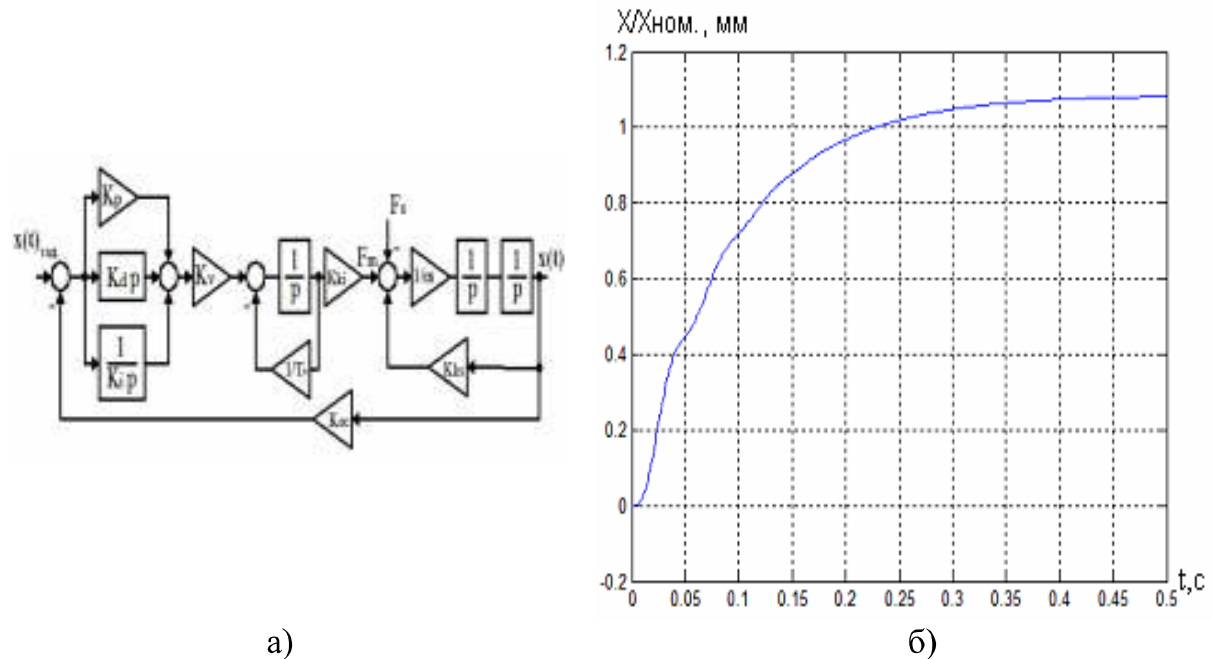


Рисунок 1 – Схема магнитного подвеса

Ротор магнитного подвеса представляет собой остроконечный металлический стержень, свободно подвешенный в воздушном зазоре магнита. Когда ток питания электромагнита равен нулю, ротор находится в крайнем нижнем положении. В случае если ток электромагнита обеспечивает возникновение магнитной силы, ротор поднимается вверх, до тех пор, пока не упирается в верхний полюс магнита. Практически, задача управления сводится к удержанию ротора электромагнитного подвеса в заданном положении, между крайними точками. Для обеспечения движения только с одной степенью свободы ротор помещен в

отрезок трубы, ограничивающей движение по другим степеням свободы. В этом же месте расположен датчик движения ротора.

Структурная схема системы с магнитным подвесом изображена на рис. 2.



а) б)  
Рисунок 2 – Структурная схема магнитного подвеса с ПИД-регулятором (а) и переходные процессы с ограничением по управляющему сигналу (б)

Классическая теория расчета применима только при условии, что система линеаризована в рабочей точке, т. е. не учитывает нелинейностей характеристики трения и кривой намагничивания. Нелинейности заменятся коэффициентами  $KK_s$ ,  $Kk_i$ .

В представленном примере оптимизация производилась по минимизации среднеквадратичной ошибки по формуле (1):

$$E = \int_0^{t_{ст.р}} (x(t) - x_{зад}(t))^2 dt, \quad (1)$$

где  $E$  - критерий качества;  $x(t)$  - выходной, контролируемый процесс, положение магнитного подвеса;  $x_{зад}(t)$  - входной, управляющий процесс.

Для получения коэффициентов регулятора положения необходимо описать объект, получить характеристический полином системы, выбрать стандартное распределение, приравнять полином системы и стандартное распределение и только после этого вычисляются коэффициенты, причем если в систему вводится дополнительный интегратор, то приходится заново получать характеристическое уравнение системы, задаваться распределением другого порядка.

При использовании генетического алгоритма можно учесть нелинейности при моделировании и просчитать коэффициенты, при которых система будет

устойчива и обеспечит требуемые показатели качества регулирования, так как генетический алгоритм будет подбирать коэффициенты, просчитывая модель с нелинейностями и оптимизировать их под заданный критерий качества.

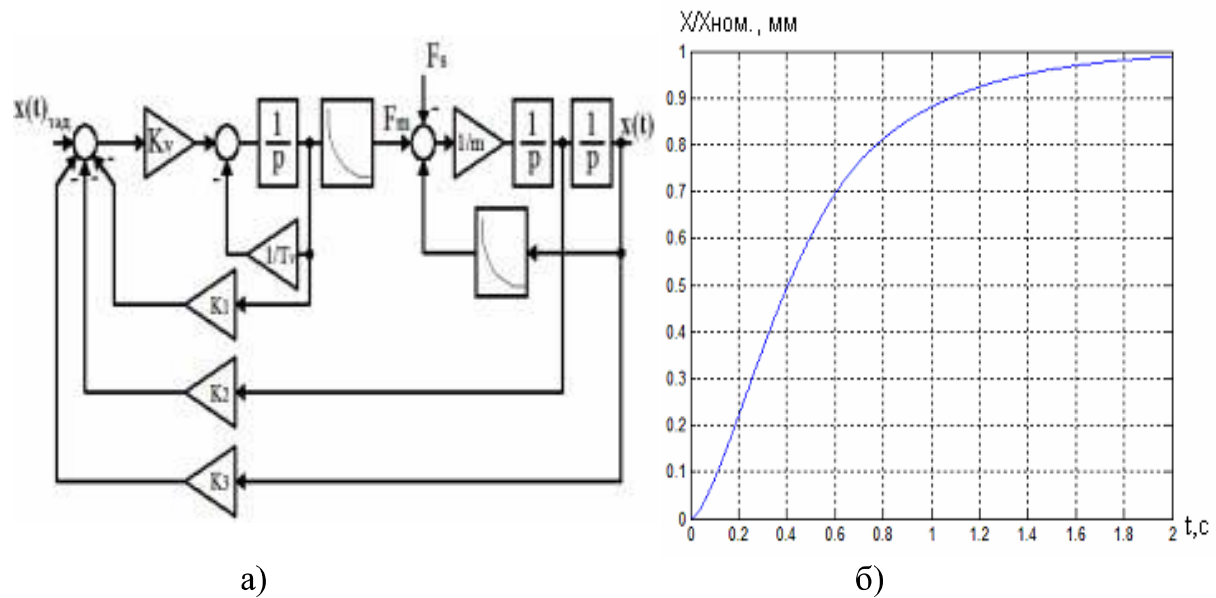


Рисунок 3 – Структурная схема магнитного подвеса с регулятором состояния с учетом нелинейностей (а) и переходные процессы с ограничением управляющего сигнала (б)

Анализируя полученные результаты моделирования можно сделать вывод, что данный подход получения коэффициентов классических регуляторов даёт хорошие результаты как для устойчивых, так и не устойчивых объектов.

Главное достоинство метода ГА в том, что его применение не требует от разработчика приводить описание объекта управления или контроллера к определенному виду, например, к описанию в матрицах состояния, что необходимо для нахождения коэффициентов регулятора состояния. Единственное требование, которое необходимо соблюдать – это вычисление критерия качества при любых настройках регулятора.

Преимущества метода особенно заметны в условиях ограниченного времени на проектирование системы управления.

#### Перечень ссылок

1. Дорф Р. Бишоп Р. Современные системы управления – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.: ил.
2. Методы робастного, нейро - нечеткого и адаптивного управления / Под ред. Н. Д. Егупова. - М.: Изд – во МГТУ им. Баумана, 2002. – 744 с.
3. Цепковский Ю.А. Палис Ф. Синтез скользящего нейро-фаззи регулятора для управления магнитным подвесом. Вестник НТУ «ХПИ» № 45 , Харьков 2005, с. 493-497.