

microprocessor control system. The flow-diagram of the algorithm of the system operation and graphs of process to automatically flow control are stated. References 6, figures 4.

Key words: ozone-oxygen mixture, medical ozone generator, flow control, the method of pulse-width modulation, the microprocessor control system.

1. Maslennikov O. V., Kontorshchikova K. N. Practical ozone therapy: A guide. – N. Novgorod: Publ. «Vector-TiS», 2003. – p. 52.

2. Maslennikov O. V., Kontorshchikova K.N. Ozone Therapy: Internal illnesses. . – N. Novgorod: Publ. «Vector-TiS», 2003. – P. 132.

3. About the features of controlling the concentration of ozone in medical ozone generators / E.I. Sokol, A.V. Kipenskiy, A.A. Lapshin [and other] // Materials of scientific and practical conf. «New technologies of healing by natural and preformed factors». – Kharkiv: КМААЕ, 2002. – P.229–231.

4. Sokol E.I., Kipenskiy A.V., Lapshin A.A. Compensation perturbation in the regulation of the parameters of ozone-oxygen mixture in the medical ozone generators // Nizhny Novgorod Medical Journal. Appendix: Ozone therapy. – Nizhny Novgorod, 2003. – p.313-315.

5. The Analysis of Technical Solutions for Medical Ozonators / Sokol E.I., Kipenskiy A.V., Kulichenko V.V., Tomashevskiy R.S., Barkhotkina T.M. // 2013IEEE XXXIII International Scientific Conference Electronics and Nanotechnology (ELNANO). April 16-19, 2013, Kyiv, Ukraine – p. 262-265.

6. Kremlevskiy P.P. Flowmeters and amount counters: Directory. – 4th pub. reproc. and comp. – L.: Engineering, Leningrad. department, 1989. – p. 701.

УДК 621.3.01

Т. Б. Никитина, М. О. Татарченко

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков, Украина, e-mail: bikuznetsov@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТОХАСТИЧЕСКОГО РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВУХМАССОВОЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

Разработана методика экспериментального исследования стохастического робастного управления двухмассовой электромеханической системой. Синтез стохастического робастного управления, минимизирующего анизотропийную норму, сводится к решению двух уравнений Риккати, уравнения Ляпунова и одного алгебраического уравнения. Приведен пример экспериментальных характеристик системы. Библ. 2, рис. 2.

Ключевые слова: экспериментальные исследования, стохастическое робастное управление, двухмассовая электромеханическая система.

Розроблена методика експериментального дослідження стохастичного робастного управління двома масовою електромеханічною системою. Синтез стохастичного робастного управління, що мінімізує анізотропійну норму, зводиться до вирішення двох рівнянь Ріккати, рівняння Ляпунова і одного рівняння алгебри. Наведений приклад експериментальних характеристик системи. Бібл. 2, мал. 2.

Ключові слова: експериментальні дослідження, стохастичне робастне управління, двома масова електромеханічна система.

Введение

Характерным режимом работы многих систем управления является отработка случайных задающих воздействий либо компенсация случайных внешних возмущающих воздействий широкого спектра частот. В последнее время интенсивно развивается теория стохастического робастного управления [1].

Постановка задачи и цель работы

Системы стохастического робастного управления обладают рядом преимуществ. Во-первых, они робастно устойчивы, т. е. сохраняют устойчивость при изменении параметров объекта управления в определенных пределах. Во-вторых, они имеют существенно меньшую чувствительность к изменению параметров объекта управления по сравнению с оптимальными

системами, несмотря на то, что динамические характеристики стохастических робастных систем могут незначительно отличаться от соответствующих характеристик оптимальных систем. Поэтому вопросы проектирования систем управления, работающих при случайных задающих и возмущающих воздействиях, являются актуальными.

Целью данной работы является разработка методики экспериментального исследования стохастического робастного управления двухмассовой электромеханической системы. Задачей статьи является синтез и исследование динамических характеристик стохастической робастной системы управления двухмассовой электромеханической системы.

Проведение экспериментальных исследований

В работе [2] рассмотрены вопросы разработки методики экспериментального исследования робастных систем управления главными приводами прокатных станов на стенде двухмассовой электромеханической системы. На рис. 1 показана схема изучаемой системы. Механическая часть стенда выполнена на базе двух одноступенчатых микродвигателей постоянного тока ДПТ-25-Н2. Преобразователем электрической энергии в механическую является микродвигатель Д1, а микродвигатель Д2 формирует величину нагрузки для Д1. Валы двигателей Д1 и Д2 соединены упругой передачей. Управление первым двигателем осуществляется от преобразователя П1 с помощью регулятора положения РП первого двигателя по сигналу с датчиков положения ДП1 либо ДП2 первого либо второго двигателей. С помощью второго двигателя создается момент нагрузки. Для имитации случайного воздействия на систему на вход второго двигателя подается случайный сигнал с выхода формирующего фильтра ФФ в виде колебательного звена. На вход формирующего фильтра подается сигнал типа белого шума от генератора случайных сигналов ГСС. Характеристики случайного изменения момента нагрузки определяются параметрами формирующего фильтра и собственно двигателя.

На схеме не показан микроконтроллер, с помощью которого осуществляется обмен информацией между стендом и ПЭВМ, преобразователи АЦП и ЦАП, а также контроле управления преобразователями П1, П2 с помощью которых формируется управляющие напряжения на первый Д1 и второй Д2 двигатели.

Рассмотрим методику синтеза стохастического робастного регулятора в форме пространства состояний, с помощью которого минимизируется анизотропийная норма системы. Этот регулятор формирует управляющее воздействие на вход системы по ее измеряемому выходу и представляет собой динамический блок типа компенсатора, объединяющий робастный наблюдатель и робастный регулятор. Анизотропийная норма системы характеризует не анизотропию дискретных последовательностей на входе и выходе системы, а чувствительность системы в среднем к случайным входным последовательностям со средним уровнем анизотропии равным a . Причем, при нулевой анизотропии $a=0$ входной дискретной последовательности анизотропийная норма системы равна H^2 норме системы, а при бесконечной анизотропии $a \rightarrow \infty$ входной дискретной последовательности анизотропийная норма системы равна H^∞ норме системы.

Решение задачи синтеза стохастического робастного регуляторов сводится к вычислению трех алгебраических уравнений Риккати, уравнения Ляпунова и уравнения специального вида для вычисления уровня анизотропии входного сигнала. Для решения уравнения Риккати используется алгоритм для нахождения обобщенных собственных векторов Шура, а для решения уравнения Ляпунова используется алгоритм Шура для унитарной триангуляции матриц.

На рис. 2 показаны реализации случайных процессов угла поворота второго двигателя в системе, замкнутой по углу поворота второго двигателя: а) с типовым регулятором и б) с робастным регулятором. Как видно из этих рисунков, максимальное отклонение угла поворота второго двигателя в системе управления с типовым регулятором составляет $\Delta\varphi_2=0,55$ рад, а в системе управления с робастным регулятором максимальное отклонение угла поворота второй массы составляет $\Delta\varphi_2=0,2$ рад.

Выводы

Таким образом, применение робастного регулятора в системе управления с обратной связью по углу поворота второго двигателя при случайном изменении момента нагрузки позволяет уменьшить ошибку регулирования угла поворота более чем в 2 раза.

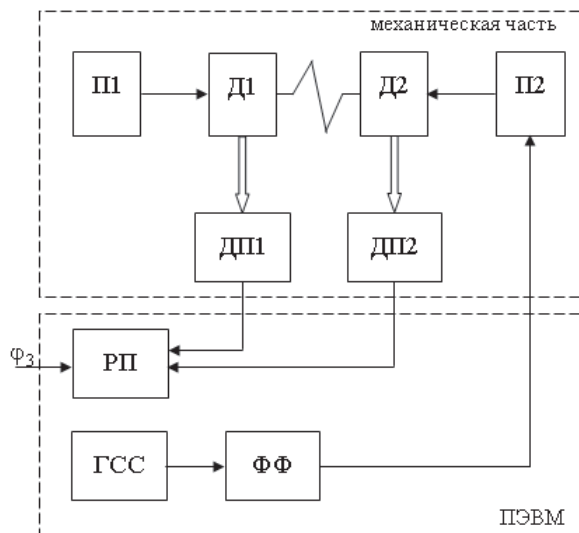
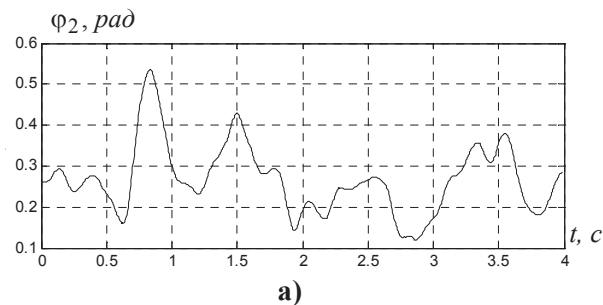
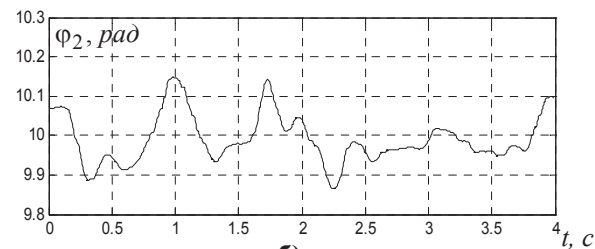


Рис. 1.



а)



б)

Рис. 2.

Как показали экспериментальные исследования, случайное изменение момента сопротивления на второй двигатель практически совпадает с напряжением на якровой цепи с точностью до коэффициента пропорциональности, и, следовательно, спектральные характеристики случайного изменения момента сопротивления определяются параметрами формирующего фильтра ФФ.

Список литературы

1. Никитина Т. Б. Синтез анизотропийного стабилизатора основного вооружения танка в горизонтальной плоскости // Технічна електродинаміка. – 2009. – №2. – С. 35–40.
2. Кузнецов Б. И., Никитина Т. Б., Волошко А. В., Виниченко Е. В. Экспериментальное исследование робастного управления главными приводами прокатных станов с учетом их взаимного влияния через прокатываемый металл на стенде двухмассовой электромеханической системы // Технічна електродинаміка. – 2012. – № 2. – С. 79–80.

EXPERIMENTAL RESEARCH REZALT OF STOCHASTIC ROBUST CONTROL EFFICIENCY BY TWOMASS ELECTROMECHANICS SYSTEM

T. B. Nikitina, M. O. Tatarchenko
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»
e-mail: bikuznetsov@mail.ru

Experimental research method of stochastic robust control by twomass electromechanics system is developed. The synthesis of the stochastic robust control, which minimizing an anisotropic norm, is taken to the decision of two Rikkati equation, Lyapunova equation and one algebraic equation. Example of experimental descriptions of system is resulte. References 2, figures 2.

Key words: *experimental researches, stochastic robust control, twomass electromechanics system.*

1. Nikitina T. B. Robust control stochastic synthesis by the horizon electric drive for basic tank armament / Tekhnichna elektrodynamika – 2009. – №2. – P. 35–40 (Rus.).
2. Kuznetsov B. I., Nikitina T. B., Voloshko A. V., Vinichenko E. V. Experimental research of robust control for rolling mills main drives with related through the rolled metal on twomass electromechanics system stand / Tekhnichna elektrodynamika. – 2012. – № 2. – P. 79 – 80 (Rus.).