Кузнецов Б.И., Никитина Т.Б., Коломиец В.В., Буаклин Мохаммед Али, Кузнецова Л.Г., Волошко А.В.

Украина Харьков

Научно-технический центр магнетизма технических объектов Национальной академии наук Украины

Украинская инженерно – педагогическая академия

СТОХАСТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДИСКРЕТНО-КОНТИНУАЛЬНЫМ ОБЪЕКТОМ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

Постановка проблемы, связь с научными и практическими задачами. Многие объекты управления представляют собой протяженные конструкции, связывающие исполнительный двигатель с рабочим органом. Это, в частности, касается больших космических конструкций, антенн, стрел подъемных кранов, рук антропоморфных роботов, стволов орудий и т.д. При управлении такими протяженными объектами необходимо учитывать собственные механические колебания, обусловленные упругими свойствами этих протяженных объектов управления.

Анализ последних достижений и публикаций по данной проблеме. В работе [1] рассмотрены вопросы параметрического синтеза систем наведения и стабилизации. В этих системах используется классическая структура регуляторов с жесткими обратными связями по сигналам с гироскопических датчиков углов и угловых скоростей, что ограничивает возможности получения высокой точности работы системы. В работе [1] также рассмотрены вопросы синтеза систем наведения и стабилизации при условии отсутствия информации о внешних воздействиях. Системы наведения и стабилизации работают в условиях случайных внешних воздействиях, параметры которых хорошо изучены, и, естественно, эту информацию целесообразно использовать при синтезе системы наведения и стабилизации.

Цель работы. Целью данной работы является повышение точности системы наведения и стабилизации в горизонтальной плоскости за счет применения анизотропийного робастного регулятора при случайных внешних сигналах. Задачей статьи является синтез и исследование динамических характеристик стохастической робастной системы наведения и стабилизации в горизонтальной плоскости с учетом упругости объекта управления.

Изложение материала исследования, полученных научных результатов. Рассмотрим задачу стохастической робастной оптимизации системы наведения и стабилизации в канале горизонтального наведения, минимизирующего анизотропийную норму в форме пространства состояний [2-3].

Рассмотрим уравнение Риккати

$$S = [A + B_1L_1]S[A + B_1L_1]^T + B_1\Sigma B_1^T - \Lambda\Theta\Lambda^T,$$

$$\Theta \equiv [C_2 + D_{21}L_1]S[C_2 + D_{21}L_1]^T + D_{21}\Sigma D_{21}^T,$$

$$\Lambda \equiv \left[[A + B_1L_1]S[C_2 + D_{21}L_1]^T + B_1\Sigma D_{21}^T\right]\Theta^{-1}.$$

Рассмотрим также уравнение Риккати

$$T = \underline{A}^T T\underline{A}^T + \underline{C}^T\underline{C} - N^T\Pi N,$$

$$\Pi \equiv \underline{B}^T T\underline{B} + D_{12}^T D_{12},$$

$$N \equiv [N_1 \quad N_2] \equiv -\Pi^{-1}\left(\underline{B}^T T\underline{A} + D_{12}^T\underline{C}\right),$$

в котором матрицы A, B, C, D реализации имеют следующий вид

$$\begin{bmatrix} \underline{A} & \underline{B} \\ \underline{C} & \underline{D} \end{bmatrix} \equiv \left[\begin{array}{cc|c} A & B_1M & B_2 \\ 0 & A + B_1M + B_1\widehat{C} & 0 \\ \hline C_1 & D_{11}M & \underline{D} \end{array}\right].$$

Откуда может быть получена $\widehat{A}$, $\widehat{B}$, $\widehat{C}$, $\widehat{D}$ реализация регулятора, оптимизирующего анизотропийную норму

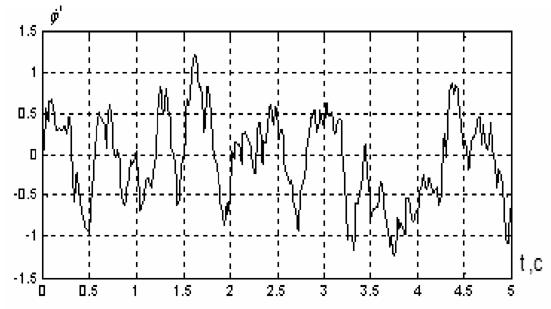
$$\widehat{A} = B_2\widehat{C} + [I_n - \Lambda]\begin{bmatrix} A & B_1 \\ C_2 & D_{21} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_n \\ M \end{bmatrix},\ \widehat{B} = \Lambda,\ \widehat{C} = N_1 + N_2.$$

Этот регулятор формирует управляющее воздействие на вход системы по ее измеряемому выходу и представляет собой динамический блок типа компенсатора, объединяющий стохастический робастный наблюдатель и стохастический робастный регулятор. Таким образом, решение задачи стохастической робастной оптимизации сводится к вычислению трех алгебраических уравнений Риккати, уравнения Ляпунова и уравнения специального вида для вычисления уровня анизотропии входного сигнала.

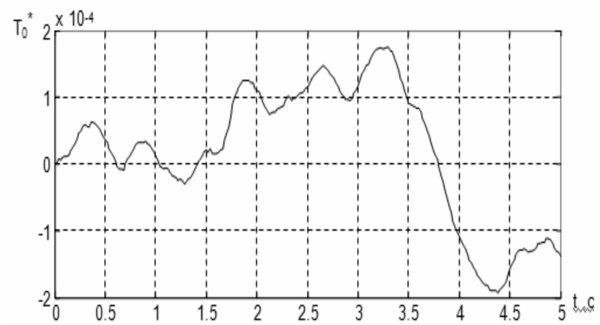
Результаты моделирования. На рис. 1 показаны процессы изменения компонент вектора состояния замкнутой системы: а) угла $\varphi(t)$ отклонения между осью канала ствола и направлением на цель и б) его производной $\dot{\varphi}(t)$, в) значение функции $T_0(t)$ в представлении функции $y(x,t)$, характеризующей отклонение точек оси канала ствола от его недеформируемого состояния и г)ее производной, д) момента стабилизации $M_{co}(t)$ башни с помощью электропривода и е) ее производной при отработке системой случайного рассогласования между направлением башни и направлением на цель.

Выводы из проведенного исследования, перспективы этого направления. Разработана методика синтеза стохастических робастных регуляторов для стабилизатора в горизонтальной плоскости как дискретно-континуального объекта управления с учетом упругих колебаний ствола. Приведен пример динамических характеристик синтезированной стохастической системы.

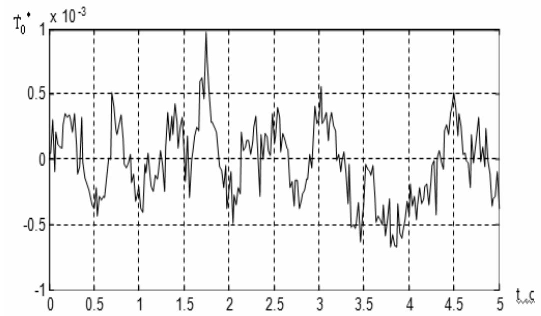
а)



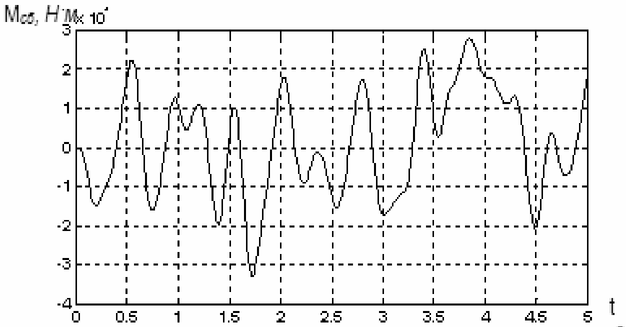
б)



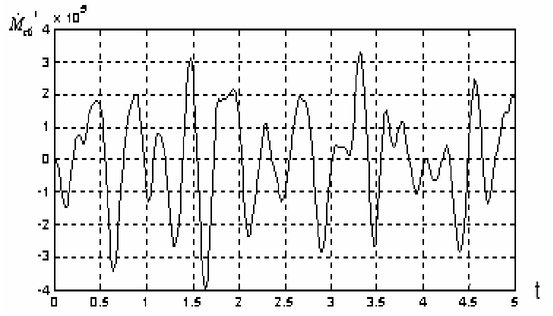
в)



г)



д)



е)

Рис. 1 Процессы изменения компонент вектора состояния замкнутой системы: а) угла $\varphi(t)$ отклонения между осью канала ствола и направлением на цель и б) его производной $\dot{\varphi}(t)$, в) значение функции $T_0(t)$ в представлении функции $y(x,t)$, характеризующей отклонение точек оси канала ствола от его недеформируемого состояния и г)ее производной, д) момента стабилизации $M_{co}(t)$ башни с помощью электропривода и е) ее производной при отработке системой случайного рассогласования между направлением башни и направлением на цель

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров Е.Е., Богаенко И.Н., Кузнецов Б.И. Параметрический синтез систем стабилизации танкового вооружения. – К.: Техніка, 1997. – 112 с.

2. Vladimirov I.G., Kurdjukov A.P., Semyonov A.V. On computing the anisotropic norm of linear discrete-time-invariant systems // Proceedings of the 13 th IFAC Word Congress, San-Francisco, California, USA, June 30 – July 5, 1996, v. G, Paper IFAC-2d-01.6, 1996.

3. Vladimirov I.G., Kurdjukov A.P., Semyonov A.V. State-space solution to anisotropy-based stochastic H-infinity optimization problem // Proceedings of the 13th IFAC Word Congress, San-Francisco, California, USA, June 30 – July 5, 1996, v. H, Paper IFAC-3d-01.6, 1996.