На движение объекта (1) наложено фазовое ограничение

$$X = \{(y_1; y_2) \in R^2 | y_2 \le \frac{d}{\omega}, 0 < \frac{d}{\omega} < l_1\}. \quad (2)$$

Исследуем задачу построения множества $Y(t_0, t_1)$ управляемости объекта (1) в начало координат, то есть множества, состоящего из всех точек фазового ограничения (2), находясь в которых в момент времени t_0, объект в момент времени t_1 попадает в начало координат при помощи некоторого допустимого управления.

Теорема. *Множество* $Y(t_0, t_1)$ *при выполнении неравенств* $\frac{\pi}{2} \le (t_1 - t_0)\omega \le \pi$ *ограничено следующими линиями: окружностью радиуса* $\frac{l_1+l_2}{\omega}$ *с центром в точке с координатами*

$$\frac{l_2}{\omega} + \frac{l_1}{\omega} cos(t_1 - t_0)\omega, \frac{l_1}{\omega} sin(t_1 - t_0)\omega;$$

окружностью радиуса $\frac{l_1+l_2}{\omega}$ *с центром в точке с координатами*

$$\frac{l_2}{\omega} + \frac{l_1 + l_2}{\omega} (sin(t_1 - t_0)\omega + cos\alpha + sin\beta) + \frac{l_1}{\omega} cos(t_1 - t_0)\omega,$$

$$\frac{l_1 + l_2}{\omega} (cos(t_1 - t_0)\omega + sin\alpha + cos\beta) + \frac{l_1}{\omega} sin(t_1 - t_0)\omega;$$

прямой $y_2 = \frac{d}{\omega}$*; окружностью радиуса* $\frac{l_1+l_2}{\omega}$ *с центром в точке с координатами*

$$-\frac{l_1}{\omega} - \frac{l_2}{\omega} cos(t_1 - t_0)\omega, -\frac{l_2}{\omega} sin(t_1 - t_0)\omega.$$

Здесь приняты обоначения $cos\alpha = -\sqrt{1 - \left(\frac{l_1-d}{l_1+l_2} + \frac{\sqrt{l_1^2-d^2}}{l_1}\right)^2}$, $sin\alpha = -\frac{l_1-d}{l_1+l_2} - \frac{\sqrt{l_1^2-d^2}}{l_1}$, $\beta = (\bar{\gamma} + (t_1 - t_0)\omega)$, *где* $\bar{\gamma}$ *удовлетворяет условиям*

$\left(l_2 + (l_1 + l_2)(\frac{d}{l_1} + cos\alpha) + (l_1 + l_2)cos\bar{\gamma}\right) cos(t_1 - t_0)\omega + (d + (l_1 + l_2)sin\bar{\gamma})sin(t_1 - t_0)\omega + l_1 cos(t_1 - t_0)\omega = d$, $0 \le \bar{\gamma} \le \frac{\pi}{2}$.

Работа выполнена при финансовой поддержке задания 1.2.04.4 государственной программы научных исследований "Конвергенция—2025".

ЗАДАЧИ СТАБИЛИЗАЦИИ ЛИНЕЙНЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ИНТЕРВАЛЬНЫМИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЯМИ

В.В. Горячкин[1], В.В. Крахотко[1]

[1]Белорусский государственный университет, факультет прикладной математики и информатики
Независимости 4, 220030 Минск, Беларусь
{gorvv,krakhotko}@bsu.by

Математические методы исследования различных классов интервальных задач имеют самостоятельное теоретическое значение и могут быть активно использованы не только при моделировании социально-экономических, но также физических, инженерно-технических и др. систем. Практическая значимость подтверждается возможностью использования предложенных методов нахождения оптимальных стратегий в реальной деятельности.

Исследования по проблеме робастной устойчивости систем управления, естественно подтолкнуло к исследованию по соответствующей ей проблеме робастной стабилизируемости систем управления как непрерывных [1–3], так и дискретных [1]. Класс дискретных систем управления, когда его параметры неопределенны, а известны лишь их множественные оценки (в самом простом случае – интервальные оценки) может быть настолько широким, что обеспечить его робастную устойчивость одним лишь фиксированным управлением невозможно. Поэтому естественно возникает вопрос при каких оценках параметров существует управление, доставляющее асимптотическую устойчивость всему классу объектов.

Изучать такие классы систем можно как в рамках интервального анализа [1, 4], рассматривая их как единый математический объект,

$$[x_{k+1}] = [A][x_k] + [B][u_k]$$

или исследовать все системы, получаемые при различных реализациях коэффициентов [1, 5]

$$x_{k+1} = Ax_k + Bu_k,\ A \in [A],\ B \in [B].$$

В первом случае мы говорим об интервальных свойствах уравнений, во втором — о робастных свойствах.

Предлагаемый доклад посвящен вопросам интервальной и робастной стабилизации линейных дискретных систем с интервальными коэффициентами.

Рассматриваются проблемы стабилизации интервальных линейных дискретных динамических систем. Получены условия стабилизации для следующих задач:

а) интервальной стабилизации по состоянию (необходимое и достаточное условие);

б) интервальной стабилизации по выходу (необходимое и достаточное условие);

в) робастной стабилизации по выходу (необходимое условие).

Литература

1. Жолен Л.Б., Кифер М., Дидр О., Вальтер Э. *Прикладной интервальный анализ.* Москва: Ижевск, 2005. – 468 с.

2. Ackerman J. et al. *Robust control: the parametric space approach.* London: Springer, 2002.

3. Кунцевич В.М. *О синтезе систем управления в условиях неопределенности (робастность замкнутых систем управления)* // Автоматика и телемеханика. 1990. №1. С. 3–9.

4. Алефельд Г., Херцбергер Ю. *Введение в интервальные вычисления.* М.: Мир, 1982. 360 с.

5. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. *Трудные задачи линейной теории управления. Некоторые подходы к решению.* // Автоматика и телемеханика. 2005. №5. С. 7–46.

ОБ ОЦЕНКАХ УЛУЧШЕНИЯ КРИТЕРИЯ КАЧЕСТВА НА ОПТИМАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЯХ С ЗАМЫКАНИЯМИ В ЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Н.М. Дмитрук[1], Д.А. Костюкевич[1]

[1]Белорусский государственный университет, факультет прикладной математики и информатики
Независимости 4, 220030 Минск, Беларусь
{dmitrukn,kostukDA}@bsu.by

В докладе исследуются задачи терминального управления для линейной дискретной стационарной системы управления с возмущением вида

$$x(t+1) = Ax(t) + Bu(t) + Mw(t),\ x(0) = x_0,\ t \in \Delta = \{0, 1, \dots, T-1\}, \tag{17}$$

где $x(t) \in \mathbb{R}^n$ — состояние, $u(t) \in U \subset \mathbb{R}^r$ — управление, $w(t) \in W \subset \mathbb{R}^p$ — неизвестное возмущение в момент времени t, $A \in \mathbb{R}^{n\times n}$, $B \in \mathbb{R}^{n\times r}$, $M \in \mathbb{R}^{n\times p}$ — заданные матрицы; $U = \{u \in \mathbb{R}^r : u_{\min} \le u \le u_{\max}\}$, $W = \{w \in \mathbb{R}^p : \|w\|_\infty \le w_{\max}\}$.