

Исследование применения метода АКАР при наложении ограничений на управляющее воздействие

1

аспирант

Жеронкин К.М

к.т.н

Никонов А.Н.

Цель работы и задачи

Цель работы: Изучение недостатков метода АКАР при наложенных ограничениях на управляющее воздействие

Задачи:

- описать применения метода АКАР
- появление особенностей в канале управления
- условная классификация особенностей
- предложения по устранению особенностей

Описания системы

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = f_1(x_1) + G_1(x_1)x_2; \\ \dot{x}_2 = f_2(x) + G_2(x)u, \end{cases}$$

$x = (x_1 \ x_2)$ -вектор состояния

$x_1 \in \mathbb{R}^k$, $x_2 \in \mathbb{R}^m$, $x \in \mathbb{R}^n$, $n = k + m$, $u \in \mathbb{R}^m$

$f_1 = [f_{11}, \dots, f_{1k}]$

$f_2 = [f_{21}, \dots, f_{2m}]$

$G_1(x_1) = [g_{11}(x_1), \dots, g_{1m}(x_1)]$,

$G_2(x_1) = [g_{21}(x_1), \dots, g_{2m}(x_1)]$

-векторные функции принадлежат классу C^1

Цель управления:

$x(t) \rightarrow 0$, $t \rightarrow \infty$

Метод АКАР. Желаемого многообразия

- Функция выхода системы (x2):

$$y = \Psi(x), \quad y \in R^m, \quad \Psi \in C^1$$

$$\Psi(x(t)) \equiv 0, \quad t \geq 0$$

- Функция выхода системы (x1):

$$x_2 = \alpha(x_1)$$

$$\Psi(x) = x_2 - \alpha(x_1)$$

$$x_2(t) \rightarrow 0, \quad t \rightarrow \infty$$

- Желаемое многообразие и сопровождающий функционал:

$$T\dot{\Psi}(t) + \varphi(\Psi(t)) = 0$$

$$\forall t \geq 0, \quad T^T = T > 0$$

$$\varphi(0) = 0, \quad \Psi^T \varphi(\Psi) > 0, \quad \text{если } \Psi \neq 0$$

Появление особенностей в канале управления

$$\dot{x} = f(x) + G(x, u),$$

$$x \in \mathbb{R}^n$$

$$\Psi = x;$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{\partial \Psi}{\partial x_i} f_i(x) + \sum_{i=1}^n \frac{\partial \Psi}{\partial x_i} g_i(x, u) + \varphi(\Psi) = 0$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{\partial \Psi}{\partial x_i} g_i(x, u) \quad \text{-второе слагаемое отвечает за управление}$$

Классификация особенностей

$$\tilde{x} = Cx$$

$$\frac{\partial \tilde{\Psi}}{\partial \tilde{x}_u} \tilde{g}(\tilde{x}, u) = F(\tilde{x}),$$

1) $\frac{\partial \tilde{\Psi}}{\partial \tilde{x}_u} \tilde{g}(\tilde{x}, u) \neq F(\tilde{x}),$ u - особенность

2) $\frac{\partial \tilde{\Psi}}{\partial \tilde{x}_u} = 0$ ψ - особенность

3) $\tilde{g}_u(\tilde{x}, u) = 0,$ g - особенность

Идеи для устранения особенностей

- 1) Формирование вида желаемого многообразия
- 2) Изменение вида функции внешнего управления

$$u^* = K \cdot th(\lambda u)$$

- 3) Использование нейросетевого подхода для синтеза закона управления

$$\sigma = T\dot{\Psi}(t) + \varphi(\Psi(t))$$

$$W^n \cdot q^{n-1} + w_0^n \leq K$$

$$W^n \cdot q^{n-1} + w_0^n \geq -K$$

$$w = -\gamma \nabla_w Q(\sigma) = -\gamma \nabla_w \sigma$$

ВЫВОД

- ▶ При синтезировании регулятора методом АКАР нужно помнить, что для сложных динамических систем аналитический вид закона регулирования не всегда существует и не всегда реализуем. Для работы с такими системами нужно вносить ряд дополнений в систему, учитывать ограничения в выборе макропеременных или использовать другие формы задачи закона, например, ИНС, используя их достоинства получить желаемый результат

Спасибо за внимание!