$$\int\limits_{\Omega}\int\limits_{h}^{t_1} v'(t,\theta)y(t,\theta)dtd\theta = \int\limits_{\Omega}\left(p'(0,\theta)\psi(t_1,\theta) + \sum_{i=1}^{m}\int\limits_{t_1}^{t_1+i\omega} p'(t_1-t,\theta)A_i\psi(t-i\omega,\theta)dt \right)d\theta.$$

Наряду с системой Σ рассмотрим систему Σ_1:

$$\frac{\partial\psi(t,\theta)}{\partial\theta} = \sum_{i=1}^{s} S'_i \frac{\partial^2\psi(t,\theta)}{\partial\theta^2} + S'\psi(t,\theta) + \sum_{i=1}^{m} R'_i\psi(t-i\omega,\theta) + F'u(t,\theta) + \sum_{i=1}^{m} F_i{}'u(t-i\omega,\theta), (t,\theta) \in [0,+\infty)\cdot\Omega,$$
$$\psi(t,\theta) = \eta(t,\theta), (t,\theta) \in H\cdot\Omega,\ \psi(t,\theta) = 0, (t,\theta) \in [0,+\infty)\cdot\Gamma,$$

где $u \in L_2([0,t_1-h], L_2(\Omega,R^r))$ – управляющее воздействие $(u \equiv 0, t<0 \vee t>t_1-h)$, $\varphi(t,\theta) \in C(H, L_2(\Omega,R^n))$.

Определение 2. Начальное состояние η системы Σ_1 назовем полностью управляемым, если существует управление u такое, что $\psi_t = 0, t > t_1 + h$. Если это равенство выполняется для любого начального состояния η, то систему Σ_1 назовем полностью управляемой.

Теорема. Если система Σ конструктивно идентифицируема в направлении p, то начальное состояние $\eta = p$ системы Σ_1 управляемо посредством $u(t,\theta) = -v(t_1-t,\theta), (t,\theta) \in [0,t_1-h]\cdot\Omega$. Обратное утверждение также верно.

Далее в докладе приводится конструктивное решение задач конструктивной идентифицируемости и полной управляемости.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНЫМИ УПРАВЛЕНИЯМИ ЛИНЕЙНО-ВЫПУКЛОЙ ЗАДАЧИ

Хомицкая Т.Г.

Брестский государственный технологический университет
Беларусь, Брест

Рассматривается динамическая система, поведение которой при $t \geq 0$ описывается уравнением

$$\dot{x} = Ax + bu \quad (A \in R^{n\times n},\ x,b \in R^n,\ u \in R), \tag{1}$$

где $x = x(t)$ – n-вектор состояния системы в момент времени t, $u = u(t)$ – значение скалярного управления.

Предполагается, что система (1) неуправляема по Калману, но является асимптотически управляемой, то есть для каждой $x_0 \in R^n$ найдется такое кусочно-непрерывное управление $u(t)$, $t \geq 0$, что соответствующая траектория $x(t)$, $t \geq 0$, системы (1) с начальным состоянием $x(0) = x_0$ обладает свойством: $x(t) \to 0$, $t \to \infty$.

Пусть $\varphi(x)$, $x \in R^n$, ($\varphi(0) = 0$) – бесконечно большая выпуклая определенно положительная функция, h_c, $h_c > 0$, – некоторое число. Обозначим через γ^* такое число, при котором для всех γ, $0 < \gamma \leq \gamma^*$, множество $X^\gamma = \{x \in R^n : \varphi(x) \leq \gamma\}$ таково, что для каждого $z \in X^\gamma$ существует такое кусочно-непрерывное управление $\omega(t|z)$, $|\omega(t|z)| \leq L$, $t \in [0,h_c]$, что порожденная им траектория $x(t)$, $t \in [0,h_c]$, системы (1) с начальным условием $x(0) = z$, попадает в момент h_c на множество X^γ.

Для выбранного числа $\theta \geq h_c$ вводится вспомогательная (сопровождающая) линейно-выпуклая задача оптимального управления

$$V(z) = min\,\varphi(x(\theta)),\ \dot{x} = Ax + bu,\ x(0) = z,\ |u(t)| \leq L,\ t \in [0,\theta]. \tag{2}$$

Пусть $u^0(t|z)$, $t \in [0,\theta]$, – оптимальная программа задачи (2) в классе кусочно-непрерывных функций; X_0 – множество $z \in R^n$, для которых задача (2) имеет решение.

Будем считать, что состояние системы (1) измеряется в моменты $0, h_c, 2h_c, \ldots$ На начальном промежутке $[0,h_c]$ на вход системы (1) подадим управление $u^0(t|x_0)$, $t \in [0,h_c[$. Под действием этого управления система (1) перейдет в момент h_c в состояние $x^*(h_c)$. Пусть $x^*(\tau)$ ($\tau = kh_c$, $k \geq 1$) – состояние системы (1) в момент τ, $[\tau,\tau+h_c]$ – произвольный промежуток. На этом промежутке на вход системы (1) подадим управление $u^0(t-\tau|x^*(\tau))$, $t \in [\tau,\tau+h_c[$. Вдоль построенной траектории $x^*(t)$, $t \geq 0$, определенно положительная функция $V(z)$, $z \in X_0$, удовлетворяет неравенству

$$V(x^*(\tau+h_c)) \leq V(x^*(\tau)),\ \tau = 0, h_c, 2h_c, \ldots$$

Предлагается метод реализации стабилизирующей обратной связи в режиме реального времени для системы (1), основанный на использовании метода вычисления программных решений линейно-выпуклой задачи (2) путем коррекции опор вспомогательных линейных задач и выполнения процедуры доводки [1, 2].

Литература

1. Габасов, Р., Кириллова, Ф.М., Хомицкая, Т.Г. Метод решения линейно-выпуклой задачи оптимального управления и стабилизация динамических систем в режиме реального времени // Доклады НАН Беларуси. – 2003. – Т. 47. – № 6. – С. 28 – 31.

2. Хомицкая, Т.Г. Синтез оптимальной обратной связи в линейной задаче терминального управления с параметрами. // Вестник БГТУ. Физика, математика, химия. – 2003. – №5(23). – С. 59-64.

СИНТЕЗ АЛГОРИТМА АДАПТАЦИИ С ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛЬЮ ДЛЯ ОБЪЕКТА 2-ГО ПОРЯДКА С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ ПО УПРАВЛЕНИЮ

Хроль В.Н., Кузьмицкий И.Ф.

Белорусский государственный технологический университет
Беларусь, Минск

Рассмотрим объект управления описываемый уравнением:

$$dx(t)/dt = A(t)*x(t) + b(t)*u(t-\tau),\ y(t) = L*x(t), \tag{1}$$

где $x(t)\varepsilon R^2$, $y(t)\varepsilon R^2$, $u(t)\varepsilon R^1$, A(t) и b(t) зависят от некоторого вектора $\xi\ \varepsilon\ \Xi$.

Для данного объекта необходимо создать адаптивный регулятор с эталонной моделью.

Согласно [1,2,3] введем дополнительный контур:

$$dz(t)/dt = F(t)*z(t) + \beta(t)*(u(t)-u(t-\tau)),\ y_z(t) = L*z(t), \tag{2}$$

где $z(t)\varepsilon R^2$, F(t) и $\beta(t)$ – настраиваемые матрицы.

Обозначим дополнительный вектор $x1(t) = x(t) + z(t)$, $y1(t) = y(t) + y_z(t)$ и относительно x1(t) запишем:

$$dx1(t)/dt = A(t)*x1(t) + (F(t)- A(t))*z(t) + b(t)*u(t) + (\beta(t) - b(t))*(u(t) - u(t-\tau)),$$
$$y1(t) = L*x1(t). \tag{3}$$