

ВЕСТНИК

КЫРГЫЗСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени И. Раззакова

В номере

Научные статьи преподавателей
и аспирантов энергетического
факультета

1 (6)

БИШКЕК 1999

Уч. сеп
2005.21.6.40.

Кузманбек
З. Т

Копия
У. К. Т.
30.05.21.



ВЕСТНИК

КЫРГЫЗСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени И. Раззакова

В номере

Научные статьи преподавателей
и аспирантов энергетического
факультета

1 (6)

БИШКЕК 1999

Уч. сеп
05.21.640.

Кулманбек
У. Т

Копия верне
У. К. Т.
30.05.21.



СИНТЕЗ ЗАКОНОВ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА КОМПЕНСАЦИИ

Ж.И. Батырханов, А.Т. Токинов

Предписанная программа движения для процедур синтеза управления приведенных в работе [1], задается в неявной функциональной форме

$$\Psi(x, t) = 0,$$

для управляемого объекта описываемого уравнением

$$\dot{X} = F(x) + G(x) \cdot U,$$

где $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)^T$ - вектор состояния; $U = (U_1, U_2, \dots, U_m)^T$ - вектор управления; $F(X)$ - вектор функции; $G(X)$ - функциональная матрица.

Согласно работе [1], имеем следующее основное функциональное соотношение для определения искомого управления в виде

$$\left(\frac{\partial \Psi}{\partial X}, F(X) + G(X) \cdot U \right) = R(\Psi, X, t) - \frac{\partial \Psi}{\partial t}, \quad (1)$$

где символ $(\cdot, \cdot)$ обозначает скалярное произведение.

Произведем разбиение искомого управления на две составляющие $U = U_k + U_y$.

С учетом такого разбиения (1) запишется

$$\left(\frac{\partial \Psi}{\partial X}, F(X) + G(X) \cdot (U_k + U_y) \right) = R(\Psi, X, t) - \frac{\partial \Psi}{\partial t}$$

или

$$\left(\frac{\partial \Psi}{\partial X}, F(X) + G(X) \cdot U_K \right) + \left(\frac{\partial \Psi}{\partial X}, G(X) \cdot U_Y \right) = R(\cdot) - \left(\frac{\partial \Psi}{\partial t} \right),$$

Отсюда искомые управления U_K и U_Y определим из следующих уравнений:

$$\left(\frac{\partial \Psi}{\partial X}, F(X) + G(X) \cdot U_K \right) = 0; \quad (2)$$

$$\left(\frac{\partial \Psi}{\partial X}, G(X) \cdot U_Y \right) = R(\Psi, x, t) - \frac{\partial \Psi}{\partial t} \quad (3)$$

При этом, так называемые компенсирующая часть управления определяется из выражения (2), а управляющая часть искомого закона управления определяется из (3).

Компенсирующая часть U_K , как видно из (2), определяется исключительно вектор-функцией $F(x)$, которая характеризует внутренние силы управляемого объекта. В случае отсутствия в математической модели вектор-функции $F(x)$ соотношение (2) преобразуется в

$$\left(\frac{\partial \Psi}{\partial X}, G(X) \cdot U_K \right) = 0$$

Отсюда, с учетом того, что $\frac{\partial \Psi}{\partial \dot{x}}$ - ненулевой вектор, следует, что искомый закон U_k определяется из условия ортогональности векторов $\frac{\partial \Psi}{\partial \dot{x}}$ и $G(x) \cdot U_k$. В общем случае ортогональность обеспечивает нулевой вектор $U_k = 0$. Этого результата следовало ожидать в случае отсутствия $F(x)$ в математической модели объекта.

Управляющая часть U_y определяется из соотношения (3), в котором скомпенсировано влияние $F(x)$. Как видно из (3), управляющая часть искомого закона управления определяется по заданному закону движения $\Psi(X, t) = 0$ и по функции $R(\Psi, X, t)$. Как отмечается в работе [1], функция $R(\cdot)$ строится на основании определенных дополнительных требований, таких, как требование стабилизируемости движения по предписанной траектории, учета физической реализуемости и т.д. Итак, мы показали, что законы управления по процедурам работы [1] состоят из двух составляющих.

Рассмотрим модельный пример:

Для объекта

$$\begin{cases} \dot{X}_1 = X_2, \\ \dot{X}_2 = X_1 + \mu \left(X_2 - \frac{1}{3} X_2^3 \right) + U \end{cases}$$

закон управления определяется выражением

$$U = X_1 - \mu \left(X_2 - \frac{1}{3} X_2^3 \right) + R(\Psi, X, t) - \omega^2 \cdot X_1$$

25

Очевидно, что здесь составляющая

$$U_K = X_1 - \mu \left(X_2 - \frac{1}{3} X_2^3 \right),$$

представляет компенсирующую составляющую закона управления, а

$$U_K = R(\Psi, X, t) - \omega^2 \cdot X_1$$

представляет собой собственно составляющую, которая осуществляет движение системы по гармоническому закону.

Для управляемого объекта

$$\begin{cases} \dot{X}_1 = -X_2 + U_1, \\ \dot{X}_2 = X_3, \\ \dot{X}_3 = U_2, \end{cases}$$

закон управления определяется в виде

$$\begin{cases} U_1 = \frac{1}{16}(12R_1(\cdot) + 4R_2(\cdot) - 16X_2 - 4X_3), \\ U_2 = \frac{1}{16}(4R_1(\cdot) - 4R_2(\cdot) - 12X_3). \end{cases}$$

На предписанной траектории $R_1 = R_2 = 0$, и закон управления преобразуется к виду

$$\begin{cases} U_1 = \frac{1}{16}(16X_2 - 4X_3), \\ U_2 = \frac{1}{16}(-12X_3). \end{cases} \quad (4)$$

Закон управления (4) также разбивается на следующие составляющие

$$U_K = \begin{pmatrix} X_2 \\ 0 \end{pmatrix},$$

$$U_y = \begin{pmatrix} \frac{1}{4}X_3 \\ -\frac{3}{4}X_3 \end{pmatrix}$$

которые обеспечивают движение системы по требуемой предписанной программе движения.

Теперь, рассмотрим процедуру синтеза, когда для управляемого объекта

$$\dot{X} = F(X) + G(X) \cdot U$$

управления определяется на основании заданной дифференциальной модели замкнутой системы

$$\dot{X} = \Phi(X).$$

И в этом случае, нетрудно показать справедливость разделения уравнений на две составляющие части.

Положим

$$F(X) + G(X)U = \Phi(X)$$

или

$$G(X) \cdot U = \Phi(X) - F(X) \quad (5)$$

для определения искомого управления "U". Пусть ранг матрицы $G(X)$ области определения равен "m", причем $m \leq n$. Согласно описанной процедуре, соотношение (5) декомпонируется на две части:

$$\begin{cases} G_1 \cdot U = \Phi_1 - F_1, \\ G_2 \cdot U = \Phi_2 - F_2 \end{cases} \quad (6)$$

где G_1 - квадратная неособая матрица размерности $m \times m$, G_2 - прямоугольная матрица размерности $(n-m) \times m$. Из первой подсистемы (6) управление определяется в виде

$$U = G_1^{-1} \cdot [\Phi_1 - F_1]$$

Представим (7) в следующем равносильном виде

$$U = G_1^{-1} \cdot \Phi_1 - G_1^{-1} \cdot F_1$$

Отсюда составляющая

$$U_K = -G_1^{-1} \cdot F_1$$

соответствует компенсирующей части управления и определяется исключительно вектор-функцией $F(x)$. Очевидно, вектор-функция $F(x)$ характеризует внутренние силы и определяет свободные движения системы.

Вторая составляющая

$$U_y = -G_1^{-1} \cdot \Phi_1(x)$$

соответствует управляющей части закона управления, посредством которого формируется заданная динамическая модель замкнутой системы, в тем самым формируются и требуемые динамические свойства синтезируемой системы. Как видно из последних трех выражений, в зависимости от ранга матрицы G происходит частичная или полная компенсация вектор-функции $F(x)$. Полная компенсация, очевидно, будет в случае, когда ранг матрицы G равен " n ", т.е. равен размерности системы; в этом случае соотношение (7) преобразуется к виду

$$U = G^{-1}[\Phi - F] = G^{-1} \cdot \Phi - G^{-1} \cdot F \quad (8)$$

Тогда подстановка управления (8) в уравнение объекта приводит к полной компенсации вектор-функции $F(x)$:

$$\dot{X} = F(x) + G(x) \cdot U = F(x) + G(x) \cdot G^{-1}(x) \cdot [\Phi - F] = \Phi(x)$$

Из выше приведенных исследований показывают, что законы управления разлагаются на две составляющие части: управляющую и компенсирующую.

Таким образом, мы пришли к выводу, что синтезированные с позиций обратных задач динамики законы управления имеют очевидные с физической точки зрения структуры. Из них видно, что ресурс управления расходуется во-первых, на компенсацию свободного движения, порождаемого внутренними силами и

во-вторых, собственно на управление движением скомпенсированной системы по предписанной траектории.

Библиографический список

1. Шаршеналиев Ж.Ш., Батыржанов Ж.И. Синтез систем управления с заданными показателями качества. Бишкек: Илим, 1991 С. 174

1. Асмаибеков Р.А., Петрушин А.А. Система управления дорожным движением	3-10
2. Батыржанов Ж.Н. Принципы компенсирующего управления	11-16
3. Батыржанов Ж.Н., Омаров Т.Т., Накулы Женис. Современное состояние проблемы синтеза и обратные задачи динамики управляемых систем	17-23
4. Батыржанов Ж.Н., Токенов А.Т. Синтез замкнутого управления на основе принципа компенсации	26-33
5. Микеева Н.Н., Мамкина Л.Р., Ким Р.Е. Автоматизированное управление танком производством на основе имитационного моделирования	34-41
6. Муслимов А.П., Сабленбеков Д.О. Исследование устройства автоматического контроля погрешностей формы и радиального смещения центра масс изделия, вращающегося на изостатических опорах	41-51
7. Нахатаева М.Т. Задача стабилизации для объектов II порядка	52-56
8. Нурбаева Н.Т., Сирожидинова О.Т. Исследование свойств самоорганизующегося регулятора в системах оптимального управления объектом с меняющимися параметрами	57-70
9. Акматакулов А.А. Автоматическая обработка информации на базе персональной ЭВМ	71-79
10. Бабаев В.Ф. Проблемы представления знаний в компьютерных системах	80-87
11. Богданов С.А., Мамышев А.М. Программа расчета и технологии изготовления кулачка механизма режущей и переноса заготовки непрерывноампимонного пресса-автомата БЩА-83	88-94