УДК. 631.115.61

ИДЕНТИФИКАЦИИ С НАСТРАИВАЕМОЙ МОДЕЛЬЮ

БЕРЕЗИНА Н.С., КИМ Е.И.
АО «Алматинский технологический университет»

Подробная система идентификации с настраиваемой моделью. Проблемы выбора метода идентификации и разработки соответствующих алгоритмов изучены. Обработка данных входных и выходных сигналов объекта получена. Использование полученных результатов по целевому назначению определено.

На рис. 1 приведена подробная система идентификации с настраиваемой моделью. На данной схеме через v_2 и v_3 обозначены помехи каналов измерений (передачи) соответственно входного u выходного x сигналов, через z-сигнал перестройки оператора F_M модели, через v_1-ненаблюдаемые входные переменные объекта.

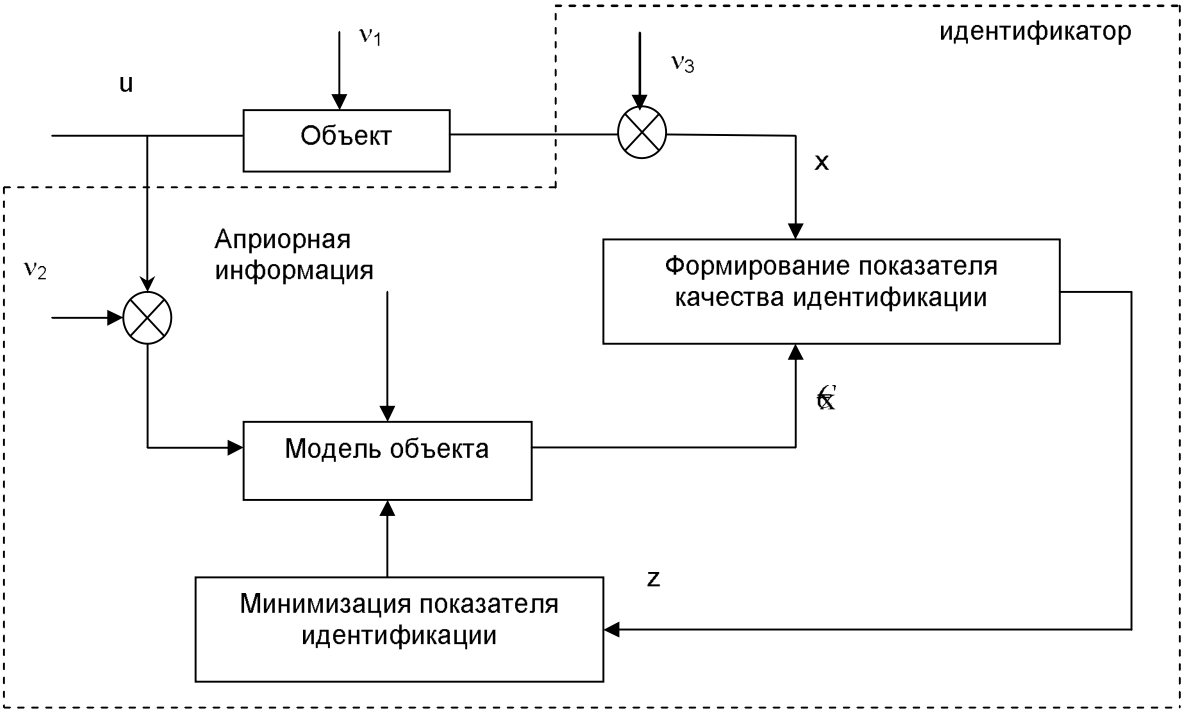

Рис. 1.

В соответствии с определением задач идентификации, структурной схемой на рис. 1 и содержанием процедур идентификации, можно выделить следующие основные этапы этой процедуры:

1. Выбор и обоснование класса (типа) моделей объекта идентификации;
2. Выбор показателя и критерия близости объекта и модели;
3. Выбор метода (принципа) идентификации и разработки соответствующих алгоритмов;
4. Выбор численных методов для реализации алгоритмов идентификации;
5. Получение и соответствующая обработка данных входных и выходных сигналов объекта;
6. Выбор численных средств (системы) и реализация процедуры идентификации;
7. Анализ полученных результатов;
8. Использование полученных результатов по целевому назначению.

Проблемы выбора показателей и критериев близости, а также методов и алгоритмов идентификации тесно связаны между собой при решении задач идентификации. Данным проблемам в научной литературе по теории идентификации уделяется основное внимание [1,2].

Заметим, что в литературе зачастую понятия показатель и критерий неоправданно отождествляются [3,4].

Мера погрешности (невязки) в функционале $J(\varepsilon)$ определяется видом пространства оптимизации (минимизации) показателя $J(\varepsilon)$, а функционал $J(\varepsilon)$ – выбором метрики в этом пространстве. Обычно величина ε может определяться в одном из трех пространств: невязок уравнений объекта, выходного сигнала, оцениваемых параметров.

Так, для объекта с уравнением

$$x^{(n)}+\sum_{i=0}^{n-1}a_i x^{(i)}=\sum_{i0}^{m}b_i u^{(i)} \qquad (1)$$

невязка уравнения определяется выражением

$$\varepsilon(t)=x^{(n)}+\sum_{i=0}^{n-1}a_i x^{(i)}-\sum_{i0}^{m}b_i u^{(i)}. \qquad (2)$$

Предполагаем, что выходные сигналы совпадают с переменными состояния (фазовыми координатами), т.е. yi — xi.

В пространстве выходных сигналов мера погрешности ε равна

$$\varepsilon(t)=x(t)-\hat{x}(t), \qquad (3)$$

где $\hat{x}(t)$- выходной сигнал модели объекта.

В пространстве идентифицируемых параметров в качестве меры погрешности естественно рассмотреть вектор

$$\Delta\theta=\theta-\hat{\theta}, \qquad (4)$$

где

$$\theta^T=\left[a_o,a_1,\ldots,a_{n-1},b_o,b_1,\ldots,b_m\right],$$

$$\hat{\theta}^T=\left[\hat{a}_o,\hat{a}_1,\ldots,\hat{a}_{n-1},\hat{b}_o,\hat{b}_1,\ldots,\hat{b}_m\right]$$

Функционал J(ε) формируется на основе рассмотренных невязок ε. Чаще всего выбирается среднеквадратичный, среднемодульный и чебышевский (максимального отклонения) показатели. При идентификации в пространстве невязок уравнений и выходных сигналов показатель J(ε) в общем виде определяется выражениями

$$J(\varepsilon)=\left[\int_{t0}^{t}\left|\varepsilon(t)\right|^{k}dt\right]^{\frac{1}{k}} \text{ – в непрерывном случае;} \qquad (5)$$

$$J(\varepsilon)=\left[\sum_{i=1}^{N}\left|\varepsilon(t_i)\right|^{k}\right]^{\frac{1}{k}} \text{ – в дискретном случае.} \qquad (6)$$

При k=2 имеем среднеквадратичный показатель, при k=1 - среднемодульный, при $k\to\infty$ - чебышевский (показатель максимального отклонения).

В пространстве идентифицируемых параметров могут быть построены показатели типа среднеквадратичного

$$J(\varepsilon)=\sum_{i=0}^{n-1}\left(a_i-\hat{a}_i\right)^2+\sum_{i=0}^{m}\left(b_i-\hat{b}_i\right)^2 \qquad (7)$$

и среднемодульного

$$J(\varepsilon)=\sum_{i=0}^{n-1}\left|a_i-\hat{a}_i\right|+\sum_{i=0}^{m}\left|b_i-\hat{b}_i\right|. \qquad (8)$$

Для решения практических задач наибольшее употребление нашли меры погрешности в пространстве выходных сигналов и среднеквадратичный показатель качества идентификации. Наиболее употребительные показатели и критерии такие как: байесовские, максимума правдоподобия, наименьших квадратов полностью зависят от объема априорной информации об идентифицируемых параметрах и условиях измерений [5].

Адаптивные и неадаптивные методы идентификации. Запишем показатель среднего риска (θ) в виде

$$J(\hat{\theta})=M_X\left\{Q(x,\hat{\theta})\right\},$$

где

$$M_X\left\{Q(x,\hat{\theta})\right\}=\int_{Cx}Q\left(x,\hat{\theta}\right)p(x)dx. \qquad (9)$$

Допустим, что плотность распределения p(x) неизвестна, а априори известны лишь реализации величины $Q(x,\hat{\theta})$, определяемые по результатам измерений входных сигналов x и $\hat{x}$.

Если функционал $J(\hat{\theta})$ дифференцируем, то минимум его определяется условием

$$\nabla_\theta J(\hat{\theta})=0, \qquad (10)$$

где $\nabla\theta$ - градиент функционала $J(\hat{\theta})$.

$$\nabla_{\hat{\theta}}J(x,\hat{\theta})=\left\{\frac{\partial J}{\partial\hat{\theta}_1},\ldots,\frac{\partial J}{\partial\hat{\theta}_n}\right\}.$$

С учетом (9) необходимое условие минимума функционала $J(\hat{\theta})$ можно записать в форме

$$\nabla_{\hat{\theta}}J(\hat{\theta})=\mathrm{M_x}\left\{\nabla_\theta Q\left(x,\hat{\theta}\right)\right\}=0, \qquad (11)$$

В (10) градиент функционала $J(\hat{\theta})$ неизвестен, а известны лишь реализации $\nabla\theta Q(x,\hat{\theta})$.

Тогда для получения оценки параметра $\hat{\theta}$ на t-м шаге можно использовать следующий алгоритм адаптации

$$\hat{\theta}(t)=\hat{\theta}(t-1)-\Gamma(t)\nabla_{\hat{\theta}}Q\left(x(t),\hat{\theta}(t-1)\right) \qquad (12)$$

В приведенном алгоритме Г(t) - матрица, определяющая величину очередного шага итеративного процесса и зависящая в общем случае от номера шага и от значений оценок вектора $\hat{\theta}$ на предыдущих шагах. Различные формы алгоритмов адаптации вида (12) отличаются друг от друга конкретным выбором матрицы, Г(t).

Характерной особенностью приведенного адаптивного алгоритма параметрической идентификации является накопление и немедленное использование текущей информации для устранения неопределенности из-за недостаточной априорной информации с целью минимизации показателя близости J($\hat{\theta}$).

В противном случае метод идентификации будем называть неадаптивным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эйкхофф П. Основа идентификации систем управления. - М.: Мир, 1975.
2. Цыпкин Я.З. Информационная теория систем. -М.: Наука, 1995.
3. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя. - М.: Наука, 1991.
4. Гроп Д. Методы идентификации систем. - М.: Мир, 1979.
5. Современные методы идентификации систем. Пер. с англ. /Под ред. П.Эйкхоффа. -М.: Мир, 2000.

RESUME

Detailed identification system with the adjustable model. The problems, concerning the choice of identification method and design of appropriate algorithms, are researched. The data processing of input and output signals of object is obtained. The usage of obtained results according to intended purpose is defined.

ТҰЖЫРЫМ

Бабына келтірілетін үлгілермен сәйкестендірудің толық жүйесі. Сәйкестендіру мен тиісті алгоритмдерді әзірлеу әдістерін таңдау мәселелері зерделенді. Объектінің кіру және шығу дабылдарын өңдеу мәліметтері алынды. Алынған қорытындыларды пайдаланудың мақсаттық бағыттары анықталды.

УДК 631.37

МЕХАНИЧЕСКИЙ АВТОМАТ УВЕЛИЧЕНИЯ СЦЕПНОГО ВЕСА МАШИНОТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

СТАРУНОВА И.Н., к.т.н., **ПОПОВА А.Г.**, к.т.н., **ЛИСИЦЫНА Е.В.**

Челябинская государственная агроинженерная академия, Россия

С целью повышения проходимости и увеличения тягово-сцепных свойств колесных машинно-тракторных агрегатов авторами статьи предлагается принципиальная конструкция автоматического догружателя сцепного веса. Приводится расчет основных сил и зависимостей предлагаемого устройства.

Буксование колесных машин – одно из отрицательных явлений при движении последних по скользким дорогам и поверхностям с малой несущей способностью.

Буксование непосредственно связано с производительностью машин, расходом топлива, прямыми и косвенными последствиями [1].

Прежде всего оно обусловлено наличием дифференциала в трансмиссии колесной машины и взаимодействием пневматических движителей с поверхностью качения. Это взаимодействие связано не только с конструктивными особенностями различных типов дифференциалов и их назначением, но и с параметрами колесных движителей, нагрузками на них, скоростями движения, состоянием грунтов несущих поверхностей и др. Разнообразие типов дифференциалов, применяемых в автотракторостроении наряду с обычными, указывает на необходимость совершенствования системы оценок возможности движения колесных машин по скользким дорогам и поверхностям с малой несущей способностью.

Момент внутреннего трения дифференциала способен играть заметную роль даже в обычных шестеренчатых дифференциалах, имеющих наиболее низкий коэффициент внутреннего трения.

Коэффициент внутреннего трения дифференциала может быть найден из выражения

$$\xi = \frac{K_б - 1}{K_б + 1}, \quad (1)$$

где $K_б = \dfrac{M_1}{M_2}$ – коэффициент перераспределения дифференциалом крутящих моментов на ведущих колесах – от большего к меньшему.

Условия движения колесной машины могут быть определены из следующего выражения (при ξ = 0)

$$\gamma \geq \frac{f}{\varphi}, \quad (2)$$

где f – коэффициент дорожного сопротивления машины;
φ – коэффициент сцепления;