

Вещественный интерполяционный метод идентификации объектов

И.О. ШИЛЬНИКОВА, методист группы ГОСО,
Карагандинский государственный технический университет
Е.Н. БОГОМОЛОВ, аспирант кафедры ИКСУ,
Н.С. НИКОЛАЕВА, магистрант кафедры ИКСУ,
А.А. ШИЛЬНИКОВА, магистрант кафедры ИКСУ,
Томский политехнический университет

Идентификация объектов управления занимает одно из центральных мест в современной теории управления. Поэтому неудивительным является наличие в современной технической литературе такого количества разнообразных методов решения данной задачи. Сложность заключается как раз в выборе наиболее подходящего по всем параметрам метода идентификации. В данной статье предложено использовать в качестве способа идентификации – вещественный интерполяционный метод. Данный метод представляется авторами статьи наиболее приемлемым по причине его сравнительной простоты реализации с помощью ПЭВМ. При этом наблюдается малая загрузка процессора. Полученные результаты приведены в виде графиков переходных процессов.

Вопросы идентификации процессов и явлений занимают одно из центральных мест в современной теории управления и принятия решений, поэтому особое внимание уделяется разработке методов решения поставленной задачи [1].

Приступая к решению любой проблемы, первоначально всегда необходимо определить, в чем заключается ее основная суть, какой информацией о ней располагаем, в какие сроки и с какой точностью ее необходимо решить. Не являются исключением и задачи, решаемые в рамках идентификации. Основная суть идентификации заключается в построении математической модели, используя различные подходы, в зависимости от априорной информации.

Таким образом, первым шагом в общем случае будет являться выбор объектов, которые в дальнейшем будут подвергнуты идентификации. Объекты выбираются с учетом того, что почти все они в реальности являются нелинейными.

В связи с тем, что объекты нелинейные, а, как известно, математический аппарат, применяемый к линейным объектам, не применим к нелинейным, необходимо при осуществлении выбора метода идентификации учесть данный факт. Также при осуществлении выбора методов идентификации необходимо учесть, какой априорной информацией мы располагаем, а также какую степень приближения мы хотим достичь в конечном итоге. То есть после того как выбраны объекты, выбраны методы, определена априорная информация, осуществляется непосредственно идентификация, а затем необходимо по доступным для конкретного случая критериям определить степень при-

ближения реального объекта и модели, полученной после проведения идентификации.

Таким образом, идентификация – это задача, для решения которой специалист должен обладать опытом работы.

В данной статье рассмотрим вещественный интерполяционный метод (ВИМ), отличающийся сравнительной легкостью в расчетах и моделировании современными пакетами прикладных программ. Одним из главных достоинств ВИМ является то, что все операции производятся в области изображений. ВИМ обладает и рядом других преимуществ, которые приведены в [2].

Процесс идентификации объектов с помощью ВИМ можно представить в виде следующей последовательности действий:

- выбор узлов интерполирования и получение модели звена в непараметрической форме;
- получение модели звена в области изображений в виде дробно-рациональной функции;
- получение модели объекта в области оригиналов и оценивание погрешности;
- выполнение при необходимости итеративного улучшения модели путем изменения расположения узлов интерполирования [2].

Рассмотрим процесс структурной идентификации с помощью ВИМ на конкретном примере. Для переходной характеристики вида:

$$h(p) := \frac{(7.15 \cdot p + 1)}{(1.12 \cdot p^3 + 2.5 \cdot p^2 + 3.5 \cdot p + 1)} \cdot \frac{1}{p} \quad (1)$$

Первым шагом были найдены узлы интерполирования по формулам, приведенным в [2]:

$$\{\delta_i\} = \{2,587; 5,175; 7,762; 10,35; 12,938\}, \quad i = (1...5).$$

Затем с помощью найденных узлов находятся коэффициенты аппроксимирующей характеристики (1) передаточной функции. Аппроксимирующие передаточные функции постепенно усложняются, то есть при первой итерации было взято апериодическое звено первого порядка, а при конечной итерации колебательное звено третьего порядка. Полученные уже с коэффициентами передаточные функции переводят с помощью обратного преобразования Лапласа во временную область и строят графики, используя для этого средства MatCAD. Конечным действием было определение величины ошибки между исходной функцией (1) и полученными аппроксимирующими ее функциями.

В итоге были получены графики (рисунки 1 и 2).

На рисунке 1 используются следующие обозначения:

- $h(t)$ – исходная функция (1) в области времени;
- $h01(t)$ – передаточная функция вида: $\frac{b_0}{ap+1}$, в области времени;
- $h02(t)$ – передаточная функция вида: $\frac{b_0}{a_2p^2+a_1p+1}$, в области времени;
- $h12(t)$ – передаточная функция вида: $\frac{b_1p+b_0}{a_2p^2+a_1p+1}$, в области времени;

- в области времени;
- $h03(t)$ – передаточная функция вида: $\frac{b_0}{a_3p^3+a_2p^2+a_1p+1}$, в области времени;
- $h13(t)$ – передаточная функция вида: $\frac{b_1p+b_0}{a_3p^3+a_2p^2+a_1p+1}$, в области времени;
- $h23(t)$ – передаточная функция вида: $\frac{b_2p^2+b_1p+b_0}{a_3p^3+a_2p^2+a_1p+1}$, в области времени.

На рисунке 2 соответственно используются следующие обозначения:

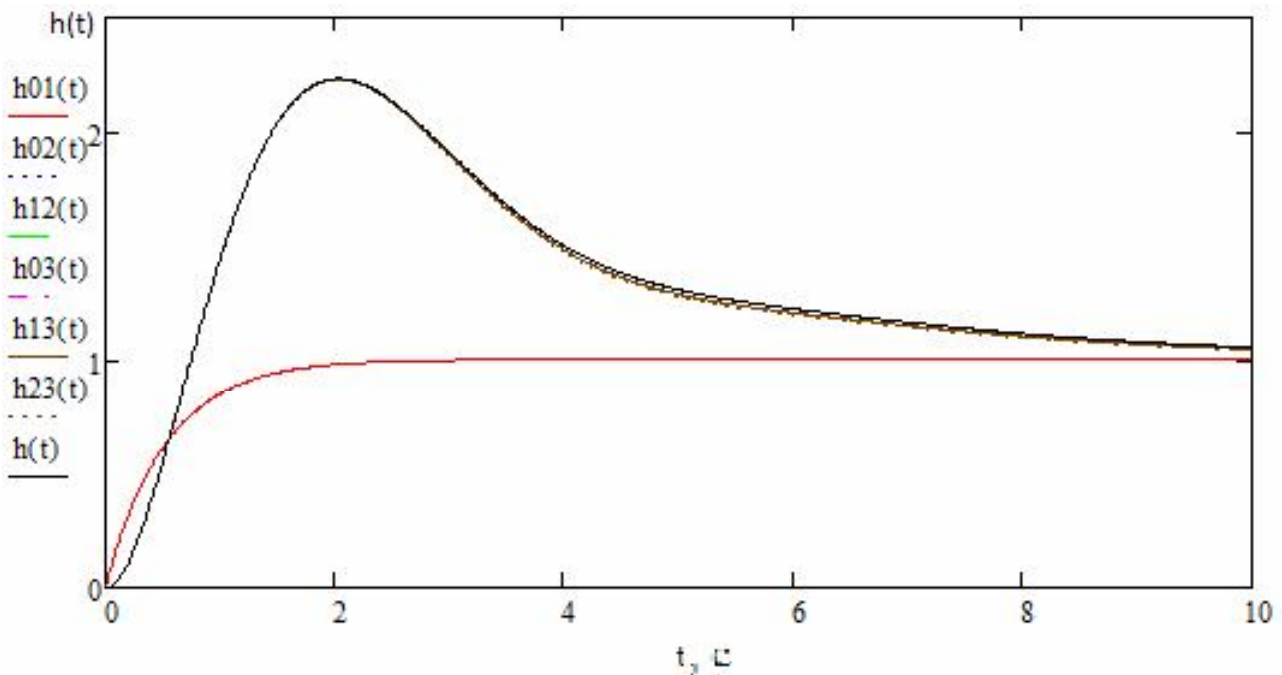


Рисунок 1 – Переходные характеристики различных моделей

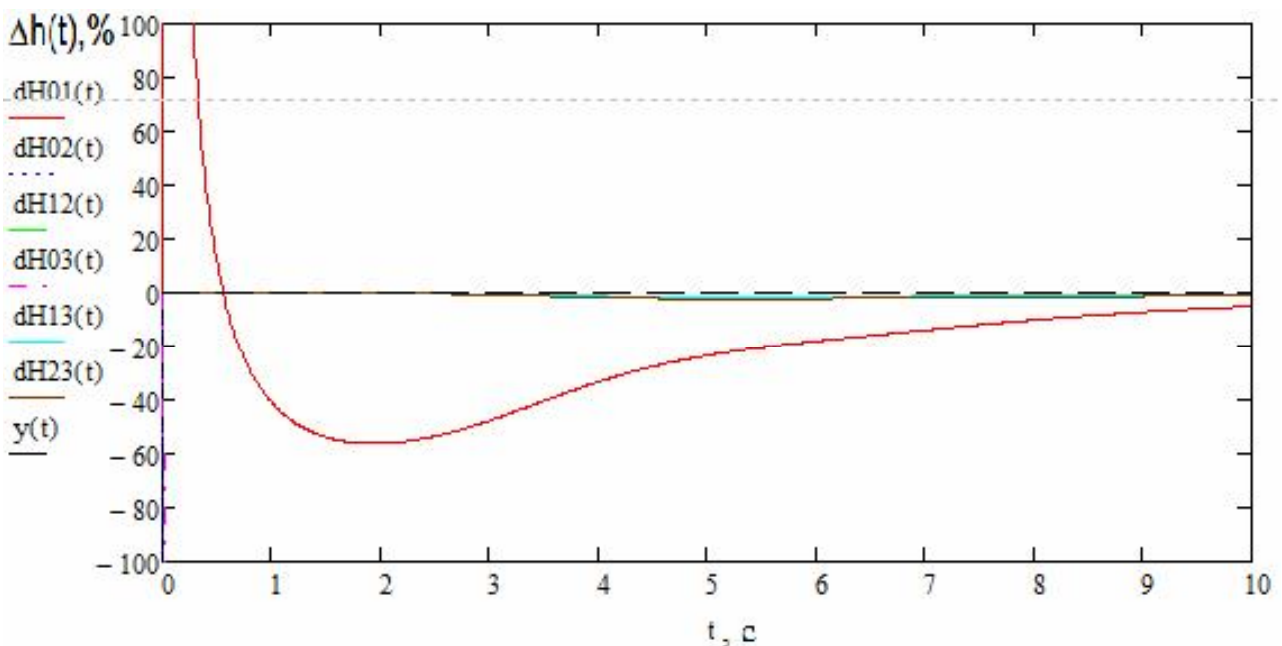


Рисунок 2 – Кривые относительных ошибок ($\Delta h(t)$, %) переходных характеристик различных моделей

- $\Delta H01(t)$ – кривая относительной ошибки:
 $\frac{h_{01}(t) - h(t)}{h(t)} \cdot 100;$
- $\Delta H02(t)$ – кривая относительной ошибки:
 $\frac{h_{02}(t) - h(t)}{h(t)} \cdot 100;$
- $\Delta H12(t)$ – кривая относительной ошибки:
 $\frac{h_{12}(t) - h(t)}{h(t)} \cdot 100;$
- $\Delta H03(t)$ – кривая относительной ошибки:
 $\frac{h_{03}(t) - h(t)}{h(t)} \cdot 100;$
- $\Delta H13(t)$ – кривая относительной ошибки:
 $\frac{h_{13}(t) - h(t)}{h(t)} \cdot 100;$
- $\Delta H23(t)$ – кривая относительной ошибки:
 $\frac{h_{23}(t) - h(t)}{h(t)} \cdot 100.$

Как видно из рисунков 1 и 2, полученные с помощью ВИМ графики переходных процессов незначительно отличаются от графиков исходной модели, что доказывает эффективность использования на практике данного метода. Величина ошибки и график переходного процесса для аппроксимирующей апериодической функции (первая идентифицирующая модель) отличаются значительно от исходной, что является закономерным, так как исходная функция, приведенная выше, представляет из себя колебательное звено, а никак не монотонное, этим и обуславливается возникающая ошибка. Все последующие модели достаточно точно идентифицируют исходную функцию оригинала. Таким образом, данный пример показал наглядно возможность использования ВИМ для осуществления процесса идентификации и эффективность его применения.

Практическое применение ВИМ заключается, например, в создании прибора-идентификатора. Принцип действия данного прибора следующий:

- датчик снимает показания необходимого параметра и передает их в микроконтроллер;
- микроконтроллер обрабатывает полученные данные и в соответствии с заложенной в нем программой получения передаточной функции с помощью ВИМ воссоздает математическую модель объекта.

Полученный прибор-идентификатор на основе ВИМ может использоваться на различных производствах, в которых задействованы системы автоматического управления и регулирования. Таким образом, вопрос востребованности ВИМ не должен возникать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления. М.: Мир, 1975. 683 с.
2. Гончаров В.И. Синтез электромеханических исполнительных систем промышленных роботов. Томск: ТПУ, 2002. 100 с.

Шильникова И.О., Богомолов Е.Н., Николаева Н.С., Шильникова А.А. Нысандарды сәйкестендірудің заттай интерполяциялық әдісі.

Басқару нысандарын сәйкестендіру жаңа заманғы басқару теориясында басты орындардың бірін алады. Сондықтан жаңа заманғы техникалық әдебиетте берілген мәселені шешудің алуан түрлі әдістерінің осындай санының болуы таң қаларлық емес болып табылады. Күрделілігі барлық параметрлері бойынша анағұрлым лайықты сәйкестендіру әдісін таңдаумен шектеледі. Берілген мақалада сәйкестендіру тәсілі ретінде – заттай интерполяциялық әдісті пайдалану ұсынылды. Берілген тәсілді мақала авторлары ПЭЕМ көмегімен жүзеге асырудың салыстырмалы қарапайымдылығына қарай анағұрлым қабылдарлық етіп көрсетеді. Осыған орай процессордың аз жүктелуі байқалады. Алынған нәтижелер ауыспалы процестердің графиктері түрінде келтіріледі.

Shilnikova I.O., Bogomolov Ye.N., Nikolayeva N.S., Shilnikova A.A. Real Interpolation Technique of Objects Identification.

Control objects identification takes one of the central places in modern theory of control. That's why in modern technical literature there are lots of different methods of this problem solution. The difficulty is in the selection of the most adequate by all the parameters method of identification. In this article there is suggested using as an identification method a real interpolation technique. This technique seems the most adequate due to its realizing comparative simplicity with the help of PC. Here we observe but little processor workload. The results obtained are presented as the graphs of transition processes.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Шильникова Ирина Олеговна, методист группы ГОСО КарГТУ. В 1981 г. окончила Карагандинский политехнический институт по специальности «Горные машины и комплексы» с квалификацией «горный инженер-механик». 2002-2004 гг. – ассистент кафедры «Технологии и системы связи», зам. декана факультета связи и телекоммуникаций (ФСТ) КарГТУ. 2004-2009 гг. – преподаватель, старший преподаватель кафедры «Технологии и системы связи» электромеханического факультета (ЭМФ) КарГТУ.

Богомолов Евгений Николаевич, аспирант кафедры ИКСУ ТПУ. В 2010 г. окончил Национальный исследовательский Томский политехнический университет с присуждением степени «магистра техники и технологии» по направлению «Автоматизация и управление». Научные интересы: автоматическое и адаптивное управление, самонастройка регуляторов, идентификация и управление на базе микропроцессорной техники. Имеет публикации в сборниках и научных журналах.

Николаева Наталия Сергеевна, студентка (магистр) кафедры ИКСУ ТПУ. В 2008 г. окончила Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники по специальности «Системы

автоматизированного проектирования» с квалификацией «инженер САПР». Научные интересы – методы идентификации, теория автоматического управления, проблемы формирования процесса обучения в высшей школе. Автор статей в различных журналах.

Шильникова Арина Андреевна, студентка (магистр) кафедры ИКСУ ТПУ. В 2008 г. окончила Кара-

гандинский государственный технический университет по специальности «Автоматизация и управление производственных процессов» с квалификацией «бакалавр автоматизации и управления». Научные интересы – методы идентификация, теория автоматического управления, проблемы формирования процесса обучения в высшей школе. Имеет публикации в научных журналах.