

В.Н. Буинцев, И.А. Рыбенко

Сибирский государственный индустриальный университет

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ШИРОКОГО КЛАССА УЧЕБНЫХ ЗАДАЧ

Имитационное моделирование давно и широко используется для различных целей [1]. Например, модель объекта может применяться в системе управления в качестве дополнительного источника информации. Если модель работает быстрее объекта, ее можно использовать как полигон, чтобы «потренировать» регулятор. Если информация об объекте поступает дискретно и с большим запаздыванием, модель может использоваться как источник непрерывной информации. В обоих случаях это обеспечивает лучшее качество регулирования.

Еще одной областью применения имитационного моделирования является задача обучения. Реальные объекты могут иметь довольно сложную природу. Проводить обучение на таких объектах, как правило, нецелесообразно, так как некорректное управление может повлечь за собой выход агрегата из строя. Кроме того, функционирование в режиме, далеком от оптимального, может привести к значительным экономическим затратам. Поэтому в процессе обучения необходимо использовать имитаторы и тренажеры, в которых реальные объекты заменены их математическими моделями.

Актуальность применения имитационных моделей для обучения не вызывает сомнений, поэтому разработка универсальных моделей-имитаторов, решающих широкий круг учебных задач, является интересной.

В настоящей статье рассматриваются результаты разработки имитационной модели и возможные варианты ее использования в учебных целях. Первые этапы построения любой

математической модели связаны со сбором информации об объекте, который осуществляется в два этапа:

- сбор теоретических сведений об объекте с использованием научно-технической литературы;
- получение информации о входных-выходных параметрах объекта.

В ходе выполнения первого из этих этапов обычно генерируется гипотеза о структуре модели (виде математического уравнения). В результате выполнения второго этапа заполняется таблица наблюдений, которую можно получить после проведения эксперимента на объекте. Наиболее распространенными видами экспериментов являются активный и пассивный. Активный эксперимент проводится на искусственном объекте, созданном на базе модели-имитатора, структура которой приведена на рис. 1, где под соответствующими цифрами обозначены следующие блоки: 1 – алгебраическая часть модели; 2 – звено запаздывания; 3 – инерционное звено; 4 – блок генерации помех.

Алгебраическая часть модели имеет нелинейную структуру, уравнение представлено в виде

$$Y_m = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_1x_2 + a_6x_1x_3 + a_7x_1x_4 + a_8x_2x_3 + a_9x_2x_4 + a_{10}x_3x_4 + a_{11}x_1^2 + a_{12}x_2^2 + a_{13}x_3^2 + a_{14}x_4^2, \quad (1)$$

где a_i – коэффициенты модели; x_i – параметры модели.

Звено запаздывания можно описать уравнением

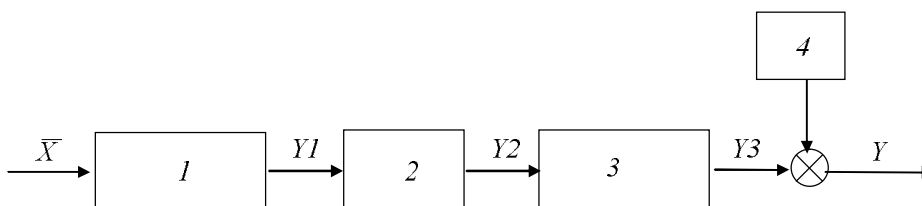


Рис. 1. Структура модели-имитатора

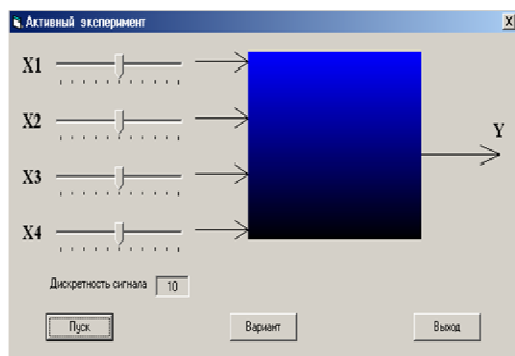


Рис. 2. Окно программы «Активный эксперимент»

$$Y_2(t) = Y_1(t - \tau), \quad (2)$$

где τ – время запаздывания.

Инерционное звено может быть либо первого, либо второго порядка. Общий вид уравнения следующий:

$$T_2 \frac{d^2 Y_3}{dt^2} + T_1 \frac{d Y_3}{dt} + Y_3 = Y_2. \quad (3)$$

Блок генерации помех создает случайную, систематическую помехи и выбросы:

$$Y = Y_3 + A + B; \quad (4)$$

здесь A – случайная составляющая помехи; B – систематическая составляющая помехи (изменяется по закону косинуса).

На рис. 2 приведен результат программной реализации этой модели для проведения активного эксперимента.

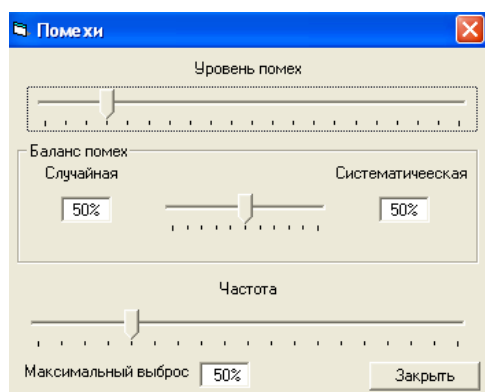


Рис. 3. Окно программы «Управление помехами»

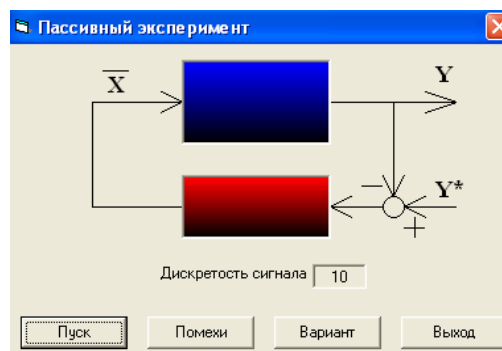


Рис. 4. Окно программы «Пассивный эксперимент»

На рис. 3 представлено окно управления помехами: уровнем помех в зависимости от основного сигнала, соотношением случайной и систематической составляющей помехи, частотой и размером выбросов.

На рис. 4 показана окно программы для пассивного эксперимента. В этом случае объект находится в системе управления с ПИД регулятором. Возможно также изменение вида и уровня помех.

Выводы. Исходя из перечисленных возможностей, разработанная имитационная модель может быть использована для решения широкого круга учебных задач:

- проведения активного эксперимента по различным видам планирования;
- проведения пассивного эксперимента;
- исследования влияния помех на точность моделирования;
- определения неизвестной передаточной функции регулятора;
- определения параметров модели, находящейся в системе управления, и другие учебные задачи. Более подробно с возможностями имитационной модели можно познакомиться в работе [2] и по адресу BUINTCEV@MAIL.RU.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цы м б а л В.П. Математическое моделирование сложных систем в металлургии: учебник для вузов. – Кемерово; М.: Издательское объединение «Русские университеты»: Кузбассвуиздат – АСТИШ, 2006. – 431 с.
2. Б у и н ц е в В.Н., Р ы б е н к о И.А. Регрессионный анализ при активном эксперименте: метод, рекомендации. – Новокузнецк: изд. центр СибГИУ, 2014. – 25 с.

© 2014 г. В.Н. Буинцев, И.А. Рыбенко
Поступила 16 июня 2014 г.