

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ МАТНСАД ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТИПОВЫХ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ БЛОКОВ В ИМИТАЦИОННОМ КОМПЛЕКСЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ

С.Я. Коковин (Москва)

Введение

Экономико-математическое моделирование – эффективный инструмент изучения экономических объектов и способ принятия решений по их поведению в реальных жизненных ситуациях. Суть имитационного моделирования заключается в том, чтобы как можно точнее, полнее, нагляднее отобразить моделируемый объект и динамику его функционирования.

Любая модель вводится и обрабатывается в компьютере. Поэтому всегда актуальна задача упростить ввод данных в компьютерные системы. Предлагается использовать пакет программ ввода математических формул МАТНСАД для описания элементарных блоков модели. МАТНСАД позволяет описывать любые виды вычислений, алгебраические формулы, интегралы, производные.

Процесс моделирования осуществляется с помощью пакета программ «Имитационный комплекс моделирования» (ИКМ), разработанный в Финансовом университете. ИКМ также осуществляет сбор статистических данных, выводит результаты в численном и графическом виде.

Постановка задачи исследования

Модель системы создается из отдельных элементов. Элементами схемы моделирования являются типовые элементарные блоки (ТЭБы). ТЭБы характеризуются параметрами, состояниями и значениями на входах и выходах (рис.1).

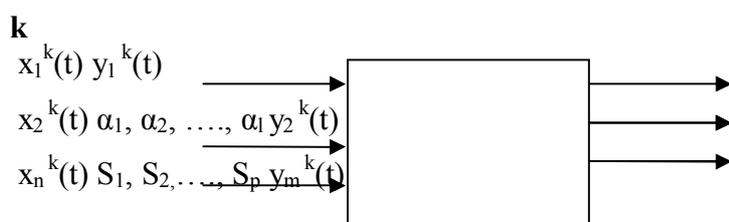


Рис. 1. Типовой элементарный блок

Входной сигнал на каждом контакте в общем случае имеет вид:

$$x_i(t) = \{k, i, \pi_{1i}, \pi_{2i}, \dots, \pi_{3i}, t\}$$

где $x_i(t)$ – общее обозначение входного сигнала

k – номер типового блока в схеме. $k = 1, 2, \dots, n$;

i – индекс входной клеммы k -го типового блока;

$\pi_{1i}, \pi_{2i}, \dots, \pi_{3i}$ – характеристики входного сигнала для i -й входной клеммы.

Выходной сигнал на каждом выходном контакте в общем виде выглядит следующим образом:

$$y_j(t) = \{k, j, \varepsilon_{1j}, \varepsilon_{2j}, \dots, \varepsilon_{3j}, t\}$$

где $y_j^k(t)$ – общее обозначение входного сигнала;
 k – номер типового блока в схеме, $k = 1, 2, \dots, m$;
 j – индекс выходной клеммы k -го типового блока;
 $\varepsilon_{1j}, \varepsilon_{2j}, \dots, \varepsilon_{3m}$ – характеристики выходного сигнала для j -й выходной клеммы.

Состояние k -го типового блока записывается следующим образом:

$$s(t) = \{k, s_{11}, s_{21}, s_{31}, \dots, s_{1i}, s_{2i}, \dots, s_{pi}, \alpha_{11}, \alpha_{21}, \alpha_{31}, \dots, \alpha_{1i}, \alpha_{2i}, \dots, \alpha_{ni}, t\}$$

где $s(t)$ – состояние k -го типового блока;
 k – номер типового блока;
 $s_{1i}, s_{2i}, \dots, s_{pi}$ – составляющие состояния по i -й входной клемме.
 $\alpha_{1i}, \alpha_{2i}, \dots, \alpha_{ni}$ – параметры, значения которых определяются по i -й входной клемме.

Задача состоит в том, чтобы наполнить элементарные блоки формулами и зависимостями, которые отражали бы реальные действия внутри ТЭБов.

Из типовых элементарных блоков можно создать новые функционально ориентированные ТЭБы. Типовой элементарный блок может быть настроен на выполнение определенных функций от элементарных (сложение, функциональное преобразование, логические действия, система массового обслуживания, запаздывание, переключения связей и т.п.) до сложных.

Для описания большинства элементарных блоков достаточно возможностей основного пакета имитационного моделирования. Блоки программируются с помощью средств языков GPSS и C++. Но ввод сложных формул, таких как вычисление интеграла, дифференциальные уравнения, является проблематичным. Для таких случаев предлагается использовать пакет ввода математических формул MATHCAD. Пакет MATHCAD позволяет наглядно задавать вычисление всевозможных производных, расчет двойных, тройных и криволинейных интегралов первого и второго рода, разложение функций в ряды, интегральные преобразования, решение дифференциальных уравнений. В пакете MATHCAD формулы вводятся обычным способом. Здесь не требуется от пользователя каких-либо специальных знаний, а тем более знаний программирования.

Интерфейс Автоматизации в пакете MATHCAD обеспечивает механизм подключения к среде редактирования MATHCAD. Создается подпрограмма, называемая клиентом автоматизации (Automation client). Эта программа присваивает значения переменным и передает данные в пакет MATHCAD, в автоматическом режиме открывает, выполняет и закрывает рабочие листы пакета Mathcad, а затем использует результаты в вычислительном процессе.

Такая подпрограмма связи с пакетом MATHCAD создается для каждого элементарного блока (рис.2).

Рассмотрим модель, схема которой состоит из параллельного сумматора, интегратора и последовательного сумматора (рис.3). Модель обведена пунктирной линией. X_1 и X_2 являются входами модели. Вход модели X_1 совпадает с первым входом $x_1^1(t)$ первого ТЭБа. Вход модели X_2 совпадает со вторым входом $x_2^1(t)$ первого ТЭБа. Нижний индекс $x_2^1(t)$ (2) означает номер входа (контакта) в ТЭБе, верхний индекс $x_2^1(t)$ (1) номер ТЭБа в модели. Выход модели Y_1 совпадает с выходом $y_1^3(t)$ последнего ТЭБа.

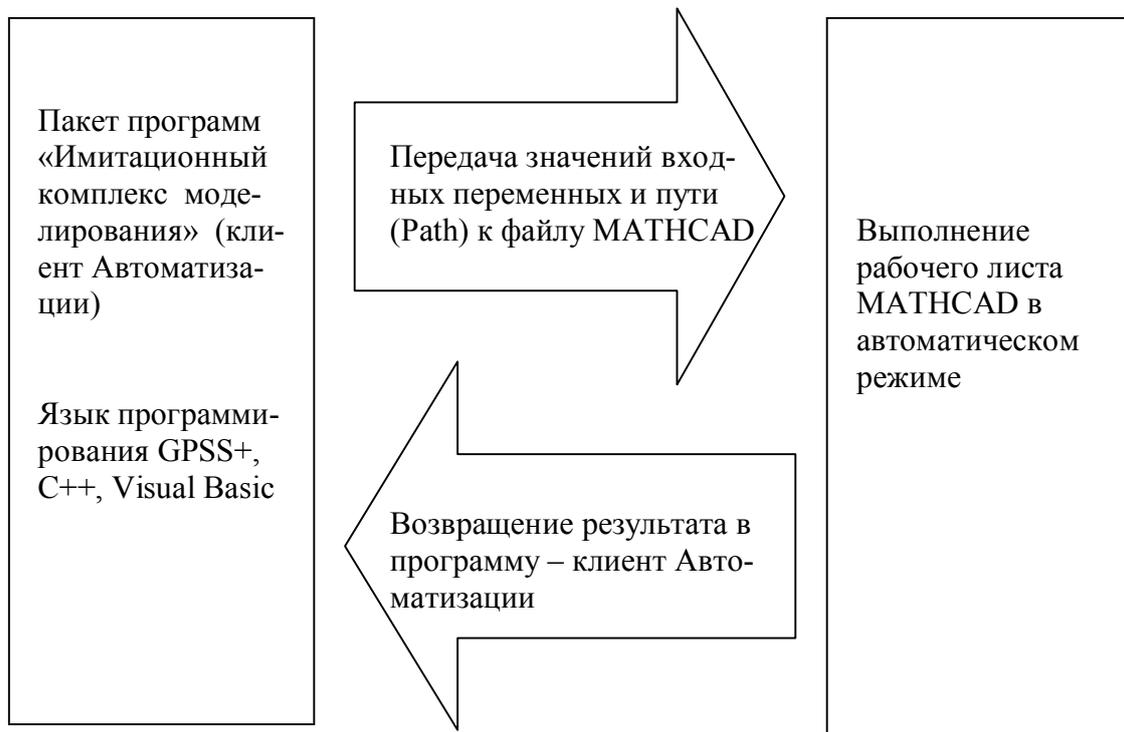


Рис. 2. Применение автоматического интерфейса для выполнения формул пакета MATHCAD без участия пользователя

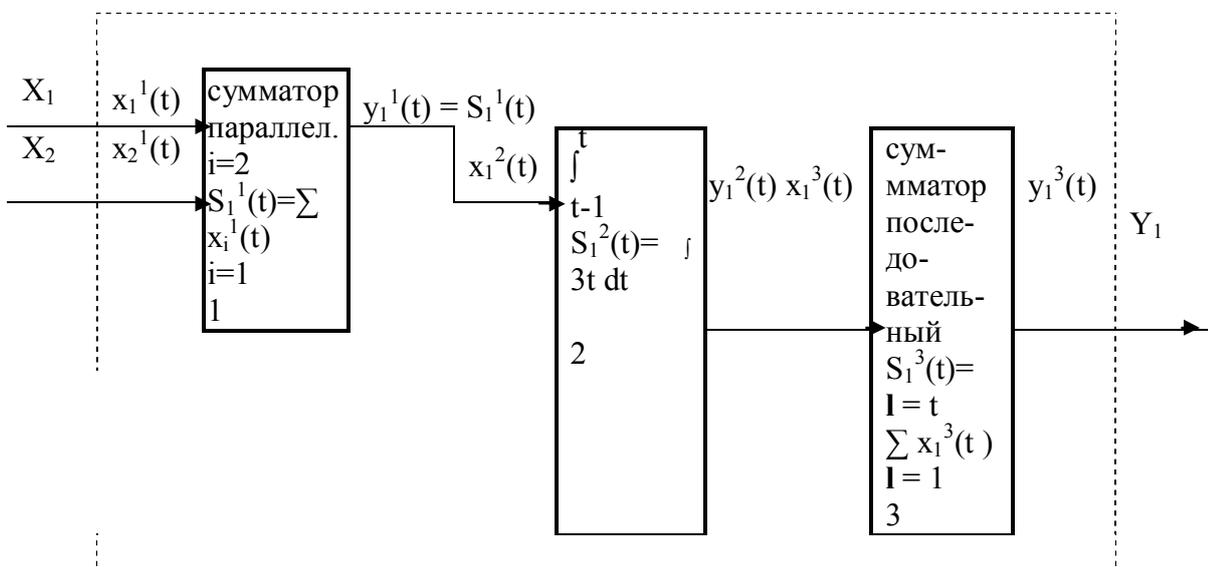
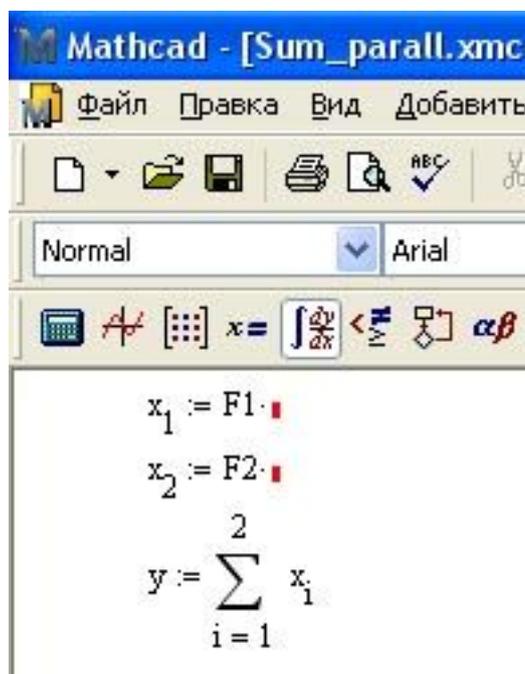


Рис. 3. Модель, описывающая исследуемую систему

Создаем элементарные блоки с помощью пакета MATHCAD. Начнем с ТЭБа с функцией параллельного сумматора. Функция, выполняемая ТЭБом:

$$S_1^1(t) = \sum_{i=1}^{i=2} x_i^1(t) \quad y_1^1(t) = S_1^1(t) \quad (1)$$



**Рис. 4. Ввод формулы работы параллельного сумматора
в программе MATHCAD**

Вводим формулу работы элементарного элемента в пакете программ MATHCAD (рис. 4).

Для данного ТЭБа создается программа, фрагмент которой на языке Visual Basic Studio приведен ниже:

'Передача значения переменной InputContact1 в рабочий лист MATHCAD, где

'эта переменная связана с переменной MATHCAD, называемой F1

WS.SetValue(«F1», InputContact1)

'Передача значения переменной InputContact2 в рабочий лист MATHCAD, где

'эта переменная связана с переменной MATHCAD, называемой F2

WS.SetValue(«F2», InputContact2)

'Извлечение переменной Output из листа MATHCAD, имеющей тип string(строка)

Output.Enabled = True

Output.Text = WS.GetValue(«y»).AsString.

Разработанная подпрограмма подходит для ТЭБов с функцией интегратора и с функцией последовательного сумматора, т.к. для обмена данными в них требуется такое же количество входных и выходных переменных и те же типы переменных. Только открываться будут соответственно файлы «Integrал.xmcd» и «Sum_posled.xmcd» (рис. 5).

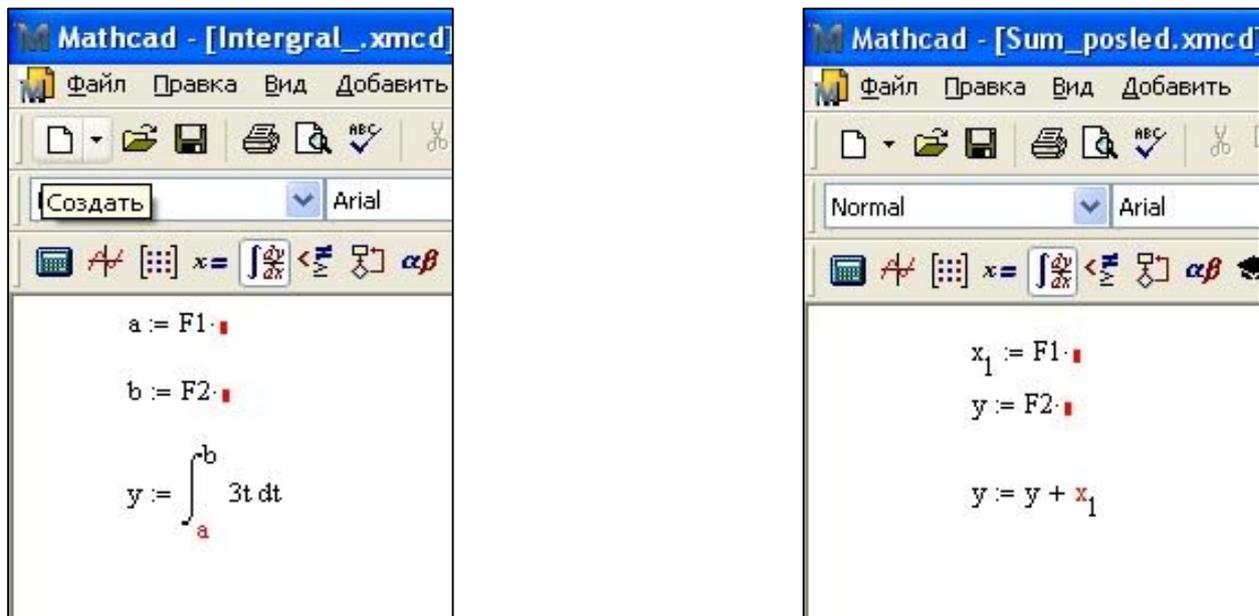


Рис. 5. Описание функций интеграла (слева) и последовательного сумматора (справа) для типового элементарного блока

После того как мы описали наши элементарные блоки, указали связи между элементами, виды входных сигналов можно переходить к процессу моделирования.

При прогоне модели имитационный комплекс моделирования сначала получает входные значения модели объекта и данные о состоянии модели. В данном примере входами модели являются входы параллельного сумматора $x_1^1(t)$ и $x_2^1(t)$. Значения входов других блоков в начальный момент равны нулю. «Имитационный комплекс моделирования» при каждом такте прогона модели производит вычисления согласно формулам (1) и формулам на рис. 5.

Пакет программ MATHCAD позволяет заводить описания типовых элементарных элементов любой сложности. Таким образом, мы максимально можем приблизить описание модели к реальному объекту или системе.

По результатам моделирования оценивается работа объекта (системы), прогнозируется состояния системы для получения оптимальных значений целевой функции и исключения ошибочных ситуаций в работе реального объекта.

Выводы

Таким образом применение пакета программ MATHCAD позволяет пользователю модели, являющемуся специалистом по данному объекту, описывать любую формализованную систему. При этом знаний программирования не требуется. Эта разработка упрощает ввод данных и дает возможность создавать имитационную модель большому числу пользователей.

Литература.

1. **Кобелев Н.Б.** Введение в общую теорию имитационного моделирования. – М.: Изд-во ООО «Принт-Сервис», 2007.
2. **Девятков В.В.** Руководство пользователя программы Универсальная среда ИКМ для широкого круга пользователей. – Казань, 2010.
3. **Васильев А.Н.** MATHCAD 13 на примерах. СПб.: Изд-во «БХВ-Петербург», 2006.