

**УДК 681.3**

**В.Д. Каминін**

Харківський національний університет будівництва та архітектури, Україна

## **ЗАСОБИ ВІЗУАЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ**

**V.D. Kamynin**

### **TOOLS FOR VISUAL MODELING OF COMPLEX DYNAMIC SYSTEMS**

На цей час існує цілий ряд різноманітних засобів моделювання, що дозволяють не тільки моделювати складні динамічні системи, але і проводити з ними експерименти. Найбільш повне дослідження загальносистемних проблем виходить у результаті моделювання об'єктів за допомогою сучасних технологій, реалізованих у спеціалізованих обчислювальних пакетах візуального моделювання.

Існує величезне число пакетів візуального моделювання. В них користувачеві надається можливість описувати моделюючу систему переважно у візуальній формі, наприклад, графічно представляючи як структуру системи, так і її поведінку (наприклад, за допомогою карти станів). Такий підхід дозволяє користувачеві не піклуватися про реальну програмну реалізацію моделі, що значно спрощує процес моделювання. Результати експерименту в пакетах візуального моделювання надаються в більш наочній для людини формі: у вигляді графіків, гістограм, схем, із застосуванням анімації і т.д. Також підтримується технологія об'єктно-орієнтованого моделювання, що дозволяє повторно використовувати екземпляри моделей з можливістю внесення в них тих чи інших змін.

З безлічі існуючих на сьогоднішній день пакетів візуального моделювання особливий інтерес викликають універсальні пакети, не орієнтовані на визначену вузьку-спеціальну область (фізика, хімія, електроніка і т.д.), а що дозволяють моделювати структурно-складні гібридні системи у різних прикладних областях.

Незважаючи на те що сучасні універсальні пакети візуального моделювання володіють безліччю загальних властивостей (дозволяють будувати з блоків ієрархічні функціональні схеми, надають користувачеві схожі бібліотеки чисельних методів, засоби візуалізації поведінки і набори анімаційних можливостей, підтримують технологію об'єктно-орієнтованого моделювання), їх можна розділити на три основні групи [1] (рис. 1):

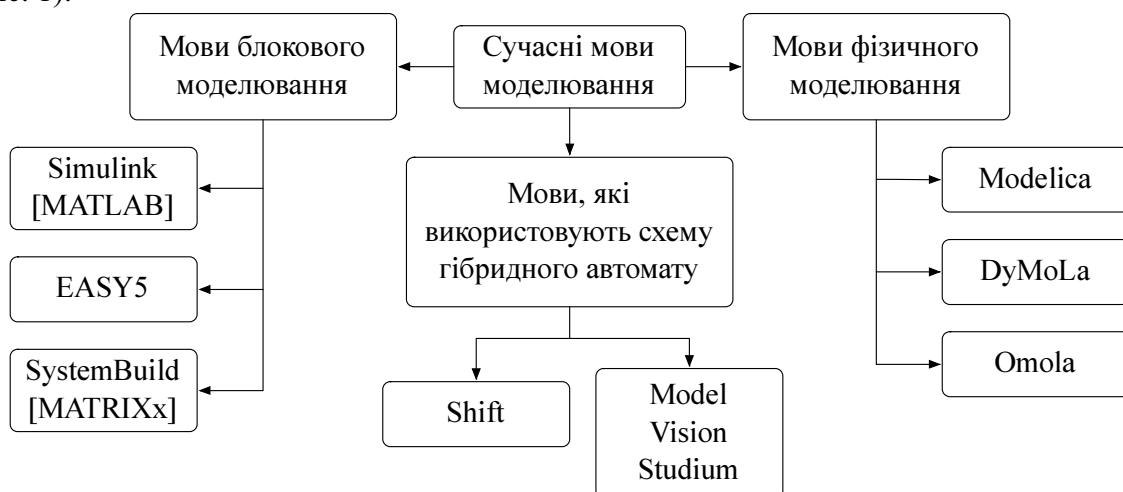


Рис. 1. Групи пакетів візуального моделювання

Пакети, що належать до першої групи, використовують графічну мову ієрархічних блок-схем. Блок вищого рівня ієрархії збирається з деякого набору стандартних блоків (створених раніше розроблювачами пакета, або написаних самим користувачем), що з'єднуються односпрямованими функціональними зв'язками. Зібрану функціональну схему можна використовувати як блок на наступному рівні ієрархії і можна запам'ятати в бібліотеці блоків [2].

До переваг цього підходу варто віднести, насамперед, надзвичайну простоту створення не дуже складних моделей навіть не занадто підготовленим користувачем. У той же час при створенні складних моделей приходиться будувати досить громіздкі багаторівневі блок-схеми, що не відображають природної структури системи, яка моделюється. Це ускладнює процес моделювання.

Найбільш відомими представниками першої групи є: підсистема Simulink пакету MATLAB, пакет EASY5, підсистема SystemBuild пакету MATRIXx, VisSim.

Пакети, що належать до другої групи, дозволяють при створенні моделі використовувати неорієнтовані і потокові зв'язки. Користувач може сам визначати нові класи блоків. Безупинна складова поведінки елементарного блоку задається системою алгебро-диференціальних рівнянь і формул. Дискретна складова задається описом дискретних подій, при виникненні яких можуть виконуватися миттєві присвоєння змінним нових значень. Дискретні події можуть поширюватися спеціальними зв'язками. Зміна структури рівнянь можлива тільки побічно через коефіцієнти в правих частинах (це обумовлено необхідністю символічних перетворень при переході до еквівалентної системи).

Підхід дуже зручний і природний для опису типових блоків фізичних систем. Недоліками є необхідність символічних перетворень, що різко звужує можливості опису гібридного поведінки, а також необхідність чисельного рішення великого числа алгебраїчних рівнянь, що значно ускладнює задачу автоматичного одержання достовірного рішення.

Серед пакетів, що належать до другої групи, можна відзначити: DuMoLa (Dynamic Modeling Laboratory), Omola (OmSim). Як узагальнення досвіду розвитку систем цього напрямку міжнародною групою вчених The Modelica Design Group розроблена мова Modelica, яка пропонується в якості стандарту при обміні описами моделей між різними пакетами.

Третя група містить у собі пакети, засновані на використанні схеми гібридного автомата. Використання карти станів при описі переключень станів, а також безпосередній опис безупинних поведінок системи системами алгебро-диференціальних рівнянь надає великі можливості в описі гібридного поведінки зі складною логікою переключень. Користувач може сам визначати нові класи блоків. Безперервна складова поведінки елементарного блоку задається системою алгебро-диференціальних рівнянь і формул. До недоліків варто також віднести надмірність опису при моделюванні чисто безупинних систем. До цієї групи відносяться: пакет Shift, пакет Model Vision Studium [3].

### **Література**

1. Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Моделирование систем. Практикум по компьютерному моделированию. Учебное пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 352 с.
2. Сирота А.А. Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем. – Техносфера: Мир программирования, 2006. – 280 с.
3. Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Моделирование систем. Объектно-ориентированный подход. Учебное пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 192 с.