

**МЕХАНИЗМ ЗАПИСИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОБЪЕКТА,
ПРЕДСТАВЛЕННОГО В ТЕРМИНАХ Е-СЕТИ****С. Г. Цапко (Томск)**

Любой объект, представленный в терминах Е-сети, имеет различные состояния в различные моменты времени [2]. При моделировании функционирования любой сложной системы надо учитывать возможность прекращения модельного эксперимента на текущем этапе и возобновление модельного эксперимента через некоторый интервал времени. На основе анализа источников [1, 3, 4, 5] можно доказать, что функционирование любой сложной системы, состоящей из взаимодействующих простых объектов, может быть представлено набором взаимодействующих Е-сетевых моделей. Любая Е-сетевая модель, описывающая объект, должна характеризоваться своим внутренним состоянием, вектором входных воздействий и вектором выходных параметров. Вектор выходных параметров формируется на основе анализа вектора входных воздействий и текущего состояния модели.

Состояние модели определяет ее внутренние количественно-качественные характеристики, которые варьируются на каждом такте модельного эксперимента [3]. При загрузке модели (начало, либо продолжение модельного эксперимента) требуется определить ее состояние в памяти ЭВМ, иначе возможно возникновение предопределенного сбоя в процессе моделирования. Некоторые объекты не имеют внутреннего состояния. В качестве таких объектов можно выделить объекты типа логической матрицы, которые используются в схемах управления. Но большинство объектов имеют внутреннее состояние, и поэтому для них требуется произвести инициализацию на начальном этапе модельного эксперимента.

Автором доклада предложено ввести в состав аппарата Е- сетевого моделирования программный модуль для инициализации значений параметрических величин, используемых в модели. Данный программный модуль позволит упростить процесс инициализации атрибутов фишек в маркированных позициях. На основе предложенного программного модуля возможна разработка дополнительной функции инициализации состояния восстановленной модели. Входными значениями данной функции является набор параметров, определяющих последовательные пары, содержащие номера маркированных позиций и номера атрибутов фишек, отражающих текущее состояние Е-сетевой модели. Функция предполагает последовательное считывание пар значений и их запись в указанные маркированные позиции в качестве указанных атрибутов.

Перед началом модельного эксперимента предварительно должен быть подготовлен файл состояния модели, т.е. должно быть задано начальное состояние объекта [6]. В процессе модельного эксперимента значения атрибутов фишек, отражающих состояние моделируемого объекта, будут модифицироваться. Следовательно, через некоторый промежуток времени, определяемый циклом срабатывания Е-сетевой модели сложной системы, значения данных атрибутов будут отличаться от начальных.

Если модельный эксперимент прервать (выгрузить процесс моделирования из памяти ЭВМ), то при последующей загрузке модели в память должно быть загружено состояние, определяемое значением переменных, содержащихся в файле состояния модели. Значит, при выгрузке процесса моделирования из памяти ЭВМ требуется сохранить состояние Е-сетевой модели в том же файле состояния. Аппарат Е- сетевого моделирования содержит функцию создания статистического отчета после модельного эксперимента. Данная функция предусмотрена аппаратом Е- сетевого моделирования и включается после полного окончания модельного эксперимента. Автором предложено модифицировать данную функцию и добавить в нее свойство сохранения значений ат-

рибутов фишек, определяющих состояние модели. Рассматриваемый программный модуль организуется в виде функции, входными значениями которой также является набор параметров, определяющих последовательные пары, содержащие номера маркированных позиций и номера атрибутов фишек, отражающих текущее состояние E-сетевой модели. Функция предполагает последовательное считывание значений указанных атрибутов фишек из маркированных позиций и последовательную запись считанных значений в дисковый файл. При записи также добавляется порядковый номер записываемых данных.

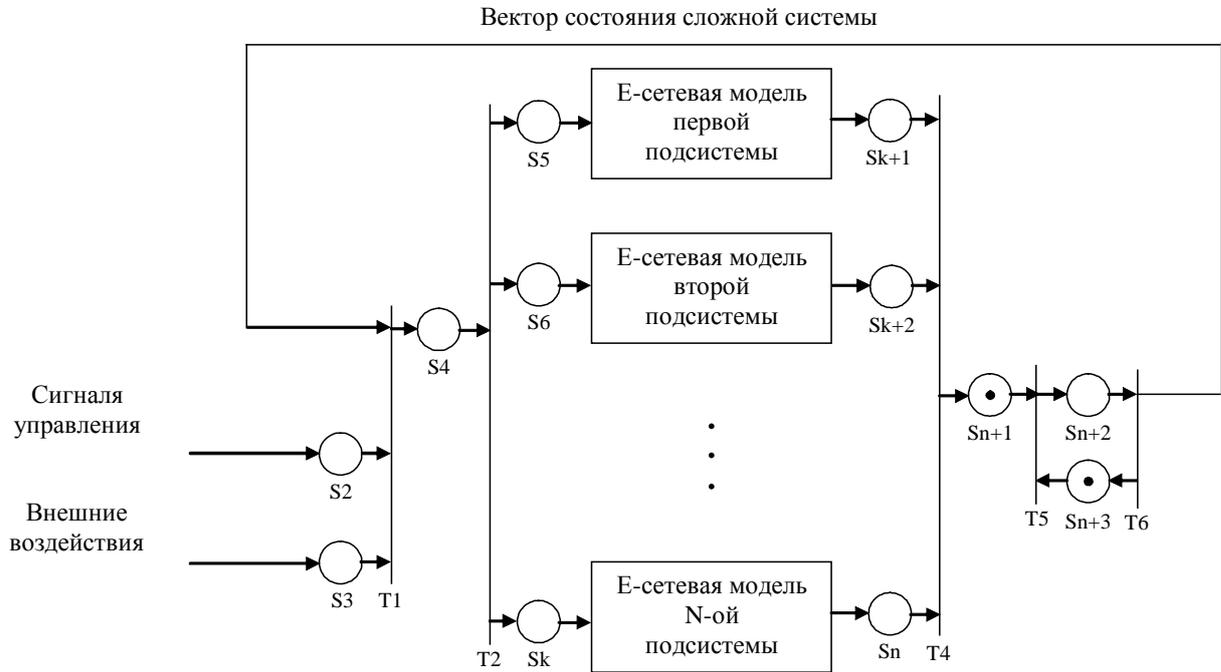
На вход каждой E-сетевой модели, имитирующей работу любого объекта, должна поступать фишка, атрибуты которой отражают параметрическое воздействие внешних факторов на моделируемый объект. При загрузке E-сетевой модели в память ЭВМ и выполнении первого такта моделирования начальное воздействие может быть не определено, что может сильно исказить результаты модельного эксперимента. Например, нулевое значение входного параметра может означать команду на отключение какого-либо устройства, а его начальное состояние было загружено как включенное. Следовательно, в следующий такт моделирования данное устройство будет отключено, хотя команда на отключение отсутствовала.

Для предотвращения появления описанного выше эффекта наличия ложной информации требуется определить набор параметров, характеризующих вектор внешних воздействий для композиционной E-сетевой модели имитируемой сложной системы. Данный вектор внешних воздействий составляют параметры, входящие в состав векторов внешних воздействий параллельно функционирующих простых подсистем, входящих в данную сложную систему. Для хранения вектора входных значений во время останова модельного эксперимента требуется включить его основные параметры в состав вектора состояния модели. Вектор состояния модели должен быть загружен в момент инициализации модели и значения его параметров должны быть сохранены в момент активизации функции подготовки статистического отчета. В качестве вектора состояния модели предложено использовать набор атрибутов фишек маркированных позиций.

На рисунке показана структура E-сетевого графа, используемого для имитации параллельного функционирования простых подсистем, входящих в состав сложной системы. В переходе S_{n+1} формируется вектор состояния модели. Поэтому для инициализации вектора состояния модели требуется ввести маркировку в позиции S_{n+1} и при инициализации E-сетевой модели запустить функцию чтения параметров из файла для атрибутов фишки данной маркированной позиции. Аргументами данной функции будут пары значений, где первая составляющая единая для всех пар и определяет номер маркированной позиции в графе E-сети, а вторая составляющая – номер атрибута фишки. Количество пар определяется количеством параметров в векторе состояния модели.

Конец имитационного эксперимента определяет пользователь, поэтому требуется учесть неопределенность окончания работы E-сетевой модели, что подразумевает автосохранение состояния модели в момент прекращения модельного эксперимента по команде пользователя. Сохранение значений атрибутов фишки в любой позиции подразумевает наличие маркировки. Однако фишка в позиции S_{n+1} (рис. 1) не может находиться постоянно, а вектор состояния модели должен быть сохранен в неопределенный разработчиком момент времени. Для этого введена позиция S_{n+3} , содержащая дубликат значений атрибутов фишки из позиции S_{n+1} (рис. 1). Действительно, при срабатывании перехода T5 фишки из позиций S_{n+1} и S_{n+3} объединяются в фишку в позиции S_{n+2} . В переходе T5 требуется определить функцию, адекватно отображающую атрибуты фишки позиции S_{n+1} в атрибуты фишки позиции S_{n+2} . При срабатывании перехода T6 фишка из

позиции S_{n+2} размножается на две фишки с одинаковыми атрибутами. Одна из фишек попадает в позицию S_{n+3} . Таким образом осуществляется хранение последнего вектора состояния модели и обеспечивается возможность обращения к нему в любой момент времени.



Формирование вектора состояния модели

Для сохранения вектора состояния модели в момент окончания модельного эксперимента требуется запустить на исполнение предложенную автором доклада функцию сохранения, которая имеет вид:

а) для простых позиций

$$f_S^p : N_p \times N_A^p \rightarrow V^{lp}, \quad (1)$$

где N_p – множество номеров простых позиций; N_A^p – множество номеров атрибутов фишки, находящейся в p -й позиции; V^{lp} – множество значений l -го атрибута фишки, находящейся в p -й позиции.

б) для позиций-очередей

$$f_S^q : N_Q \times N_M^q \times N_A^{mq} \rightarrow V^{lmq}, \quad (2)$$

где N_Q – множество номеров позиций-очередей; N_M^q – множество номеров фишек, находящихся в q -й позиции-очереди; N_A^{mq} – множество номеров атрибутов m -й фишки, находящейся в q -й позиции-очереди; V^{lmq} – множество значений l -го атрибута m -й фишки, находящейся в q -й позиции-очереди.

Таким образом, механизм сохранения и восстановления состояния Е-сетевой модели еще раз доказывает правильность выбора аппарата Е-сетевого моделирования для формирования имитационной модели, отвечающей всем основным признакам объектно-ориентированного моделирования, и позволяет использовать Е-сети в качестве

фундаментальной основы для разработки принципов сохранения мгновенного состояния, как всей имитационной модели, так и каждого модельного модуля в отдельности.

Литература

1. **Tsapko G. P., Dmitrieva E. A., Barcovsky A. N., Tsapko S. G.** The Object-Oriented Approach at Development The Simulating Models of Complex System//Korea-Russia International Symposium on Science and Technology Poster Session ME: Mechatronics/Electronic Engineering. Korea: University of Ulsan Republic of Korea, 1997. P. 58.
2. **Цапко Г. П., Цапко С. Г., Тараканов Д. В.** Базовые принципы построения E-сетевой модели сложной технической системы//Известия Томского политехнического университета. 2006. Т. 309. № 4. С. 152–157.
3. **Буч Г.** Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения. Киев: Диалектика; М.: АО «ИВК», 1992. 519 с.
4. Основы моделирования сложных систем//**Л. И. Дыхненко, И. В. Кузьмин и др.** Киев: Вища. шк., 1981. 359 с.
5. **Цапко С. Г.** Объектно-ориентированный подход к модельному представлению блочной структуры космического аппарата//Международная НПК студентов, аспирантов и молодых ученых. Современная техника и технологии. Томск, 2002. С. 170–172.
6. **Цапко С. Г., Цапко И. В.** Объектное представление имитационных моделей подсистем сложной технической системы в терминах E-сети//Известия Томского политехнического университета. 2006. Т. 309. № 5. С. 167–170.