

С.М. Ахмедова, М.А. Ахмедов

(г. Сумгаит, Сумгаитский государственный университет)

S. M. Akhmedova, M. A. Akhmedov (Sumgayit, Sumgayit State University)

## **РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ НА ПРИМЕРЕ ГИБКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ**

### **IMPLEMENTATION ALGORITHM IMITATION MODEL ON THE EXAMPLE OF FLEXIBLE PRODUCTION SYSTEM**

*Приведены вопросы реализации алгоритма имитационной модели на примере ГПС резки листов на карточки и очистки их поверхности. Описаны этапы исследования имитационной модели ГПС компьютерными экспериментами.*

*The problems of algorithm realization of imitation model on an example of FMS for cutting plates and cleaning their upper faces are considered. The stages of researching the imitation model of FMS by means of computer experiments are given.*

*Ключевые слова: имитационная модель, гибкий производственный модуль, RAO–studio, ресурсы, база знаний.*

*Keywords: imitation model, flexible manufacture module, RAO-studio, resources, knowledge base.*

Как известно, жизненный цикл любого проектируемого объекта во многом зависит от сроков выполнения этапов проектирования, предшествующих этапу эксплуатации созданного объекта в реальных производствах. Опыт внедрения сложных систем в виде гибких производственных систем (ГПС) показал, что сказанное еще более усугубляется при их внедрении в конкретных объектах. Для решения данной проблемы перспективным направлением является широкое применение методов автоматизации на всех этапах проектирования и оценка целесообразности создания нового объекта на этапе системотехнического проектирования (этапы эскизного, технического и рабочего проектирования), компьютерными экспериментами с использованием методов имитационного моделирования и представлением результатов имитации анимацией в двух или трехмерных пространствах.

В [1] с учетом требований программного комплекса RAO-studio на языке РДО [2] последовательно рассмотрены некоторые вопросы исследования, а именно:

1. Разработаны концептуальная модель участка, принятого в качестве объекта исследования, и структурно-функциональная схема ГПС.

2. Предложена и разработана архитектура инструмента автоматизированного моделирования (ИАМ) имитационной модели ГПС на языке РДО с использованием закладок RAO-studio.

3. Разработан алгоритм управления ГПС в виде временной сети Петри с использованием закладок RAO-studio.

4. Разработан алгоритм управления ГПС в действующем производстве с использованием результатов имитационной модели и алгоритма управления в виде сети Петри.

5. Разработан алгоритм управления ГПС в действующем производстве с использованием результатов имитационной модели и алгоритм управления в виде временной сети Петри.

В тезисе доклада рассматриваются вопросы реализации алгоритма имитационной модели на примере ГПС.

Исследование имитационной модели ГПС компьютерными экспериментами выполняется на двух этапах:

На первом этапе инструментом автоматизированного моделирования, функционирующего в среде RAO-studio создаются базы данных (обобщенная база по типам ресурсов ГПС с использованием закладки RTP и база ресурсов с переменными значениями параметров с использованием закладки RSS), базы знаний (база событий - начало и конец действий с использованием закладки PAT и база операций с использованием закладки OPR) и базы анимационных представлений результатов имитации ГПС с использованием закладок FRM и FUN.

На втором этапе осуществляется исследование созданной имитационной модели ГПС компьютерными экспериментами с использованием закладки SMR. Эксперименты продолжаются до тех пор, пока не получается желаемый результат. При этом количество прогонов задается экспериментатором. Результаты имитационной модели представляются анимационными методами с использованием закладки FRM. Данный алгоритм имитационного моделирования использован при проектировании ГПС резки листов на карточки и очистки их поверхности.

**Обобщённая база по типам ресурсов ГПМ.** Исходя из понятий РДО, в начале определим ресурсы модели, т.е. те элементы участка, которые участвуют в процессе. В качестве таковых могут выступать транспортные системы, роботы, гильотинные ножницы, подъемно-позиционирующие манипуляторы, позиционирующие манипуляторы, устройство механической очистки.

В модели определено несколько типов ресурсов с именами: “*Транспортная\_система*”, “*робот*”, “*гильотина*”, “*устройство\_механической\_очистки*” и т.д. Типы ресурсов определяют структуру глобальной базы данных программы (модели). Вид ресурсов данного типа может быть одним из следующих *permanent* (постоянные ресурсы), *temporary* (временные ресурсы). Для нашей модели нужны постоянные и временные типы ресурсов, они имеют параметры целого типа (*integer*) и вещественного типа (*real*),

которым присваиваются имена параметров. Он описывается в модельном объекте с именем - *резка.rtp*.

**База ресурсов ГПМ с переменными значениями параметров.** В модели присутствует несколько ресурсов с именами *Транспортная\_система*”, “*робот*”, “*гильотина*”, “*устройство\_механической\_очистки*” и т.д. при описании ресурсов после имени типа ресурса можно указать признак трассировки (*trace*). Трассировка служит для сбора информации об изменениях состояния ресурса. Поскольку мы хотим, получить результаты имитации для работы модели, то признак трассировки присутствует в *резка.rss*.

**База событий (начала и конец действий).** После того как ресурсы описаны, необходимо формализовать закономерности их взаимодействия при выполнении действий, происходящих в моделируемой системе. Для этого служат такие объекты как образцы и операции: Образец поворота робота налево, образец захвата детали, образец поворота детали направо, образец выгрузки детали, образец переноса детали.

**Графическое представление процесса моделирования.** Для того чтобы показать, что происходит с ресурсами модели мы должны использовать анимацию, чтоб проследить каждый момент времени. Для этого нам понадобится изображать графические объекты и их взаимодействия, поэтому использование лишь текстовых элементов отображения в данной модели недостаточно. Кадр состоит из фоновой картинке и переменных элементов, которые определяются состоянием системы и могут изменяться во время просмотра кадра. Описание кадров выполняется в отдельном объекте, который является исходным для системы отображения.

**Разработка объекта прогона.** В объекте прогона указывают ряд необходимых для управления прогоном данных и режимов. Этот объект состоит из двух частей. Первая часть содержит имена файлов, содержащих необходимые объекты и вторая часть, режимы прогона.

Общий вид процесса проходящего в среде имитационного моделирования РДО в реальном моменте времени показано на рис. 1.

**Алгоритм управления имитационной модели ГПМ в виде временной сети Петри.** Системы управления сложных систем в виде ГПС также относят к категории сложных и при внедрении ГПС в реальных объектах приобретает важное значение. В этой связи при имитационном моделировании ГПС, исследование его алгоритма управления компьютерными экспериментами является актуальной задачей. С использованием возможностей программного комплекса RAO-studio задачу можно решить с помощью временной сети Петри. При этом инструментом автоматизированного моделирования имитационной модели создаются базы данных, знаний и анимации с помощью соответствующих закладок RAO-studio, а именно: обобщенная база по типам ресурсов сети. Петри в «RTP»;

база ресурсов сети Петри с переменными значениями параметров в «RSS»; база событий сети Петри (начало и конец действий) в «PAT»; база операций

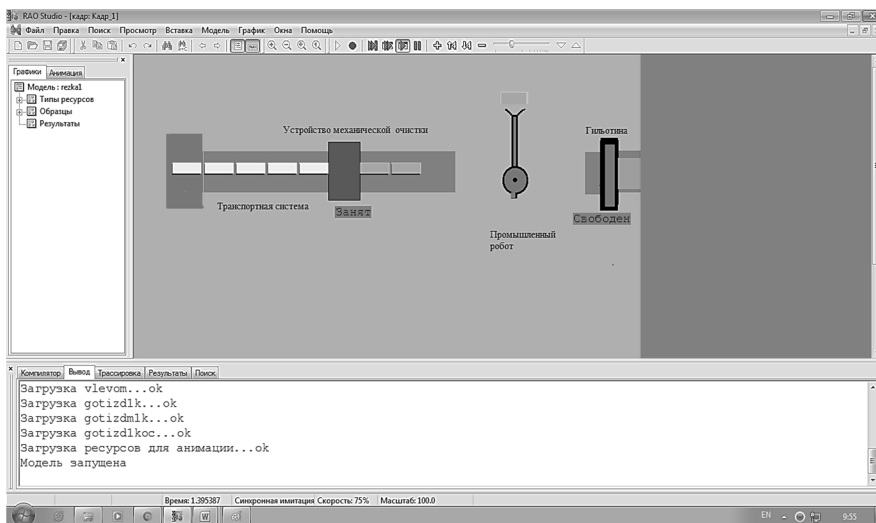


Рис. 1. Общий вид процесса проходящего в среде имитационного моделирования РДО

сети Петри (вкл. и откл. ресурсов с переменными значениями параметров) в «OPR»; база выполнения имитационного моделирования сети Петри в «SMR»; база воспроизведения имитационной модели сети Петри в «FRM». Следовательно, после выполнения перечисленных процедур в соответствии с алгоритмом имитационного моделирования ГПС последовательно осуществляются компьютерные эксперименты. Результаты экспериментов имитационной модели ГПС воспроизводятся на экране монитора анимацией в двухмерном пространстве. Параллельно с имитационными экспериментами алгоритм управления ГПС временной сети Петри также воспроизводится на экране монитора в виде граф-схемы.

### Список литературы

1. Ахмедова, С.М. Исследование гибкой производственной системы методами имитационного моделирования на этапе системотехнического проектирования / С.М. Ахмедова, Х.М. Магомедли // Инженерные системы – 2019: труды научно-практ. конф. с междунар. участием (Москва, 3-5 апреля 2019 г.) / под общ. ред. М.Ю. Мальковой. – М. : РУДН, 2019. – 536 с.

2. Емельянов, В.В. Имитационное моделирование систем: учеб.пособие / В.В. Емельянов, С.И. Ясиновский. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 584 с.

Материал поступил в редколлегию 12.10.19.  
162