

ВИЗУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ¹

Е.А. Сапранкова, В.А. Широченко

В статье рассматриваются вопросы автоматизации моделирования производственных процессов. Разработан программный модуль, позволяющий осуществлять визуальное конструирование имитационной модели производственного процесса в графическом режиме.

Ключевые слова: имитационная модель, производственный процесс, вычислительный эксперимент, параметрическая оптимизация.

На сегодняшний день метод имитационного моделирования является одним из самых мощных и наиболее эффективных методов исследования процессов и систем самой различной природы и степени сложности. Имитационное моделирование – это распространенная разновидность компьютерного моделирования, реализуемая с помощью набора математических инструментальных средств, специальных имитирующих компьютерных программ и технологий программирования, позволяющих посредством процессов-аналогов провести целенаправленное исследование структуры и функций реального сложного процесса в памяти компьютера в режиме имитации, выполнить оптимизацию его параметров.

Имитационная модель должна отражать большое число параметров, логику и закономерности поведения моделируемого объекта. Имитационные модели позволяют учитывать такие факторы, как нелинейные характеристики элементов системы, многочисленные случайные воздействия и другие, которые часто создают трудности при аналитических исследованиях. Используя результаты имитационного моделирования, можно описать поведение системы, оценить влияние различных параметров системы на ее характеристики, выявить преимущества и недостатки предлагаемых изменений, прогнозировать поведение системы.

Каждый раз имитационную модель нужно создавать с нуля. Для этого необходимо специальное программное обеспечение – система моделирования. Специфика такой системы определяется технологией работы, набором языковых средств, сервисных программ и приемов моделирования. Традиционным подходом к созданию имитационных моделей является использование проблемно-ориентированных и универсальных языков программирования для описания моделируемого процесса. Однако созданию имитационной модели предшествует математическое описание объекта, что в свою очередь несет определенные трудности. Графическое построение модели в значительной степени облегчит процесс создания модели для дальнейшего проведения экспериментов с ней и позволит экономисту, оперируя набором графических элементов и имеющимися у него знаниями в проектируемой предметной области построить модель, не прибегая к помощи сторонних специалистов.

Главной целью выполненной работы является облегчение конструирования математических моделей в программной системе имитационного моделирования производственных процессов. В рамках ее выполнения разработан программный модуль, который содержит графический конструктор, позволяющий создавать графическую модель производственного процесса, а также разработаны функции и процедуры,

¹ Работа выполнена на кафедре "Экономическая информатика" в ходе дипломного проектирования

обеспечивающие трансляцию созданной модели и взаимодействие элементов этой модели с уже существующими модулями программной системы имитационного моделирования.

Любой производственный процесс можно разделить на отдельные элементы, которые находятся между собой в определенной взаимосвязи. Основными элементами производственного процесса являются задел (потенциал), рабочее место, операция на рабочем месте, поток. Используя эти элементы, наполняя каждый из них определенным смыслом и устанавливая связи между ними, мы можем спроектировать модели процессов различной сложности. Заменяв каждый элемент графическим образом, мы представляем любой производственный процесс в виде удобной блок-схемы.

Графическое представление производственного процесса дает нам возможность применять некоторые элементы теории графов в дальнейшей работе с моделью. Информация, содержащаяся в некотором графе, может быть представлена в алгебраическом виде посредством матриц. Именно такое представление исходной информации реализовано в большинстве программных систем имитационного моделирования. Однако возникают определенные трудности при работе с такой моделью, поскольку разработчик программных средств и ее пользователь обладают разным уровнем и направлением знаний. Поэтому необходимо предоставить пользователю возможность работать с понятными ему графическими элементами с использованием экономических терминов.

Для хранения сведений о свойствах конкретного элемента системы определены пользовательские типы данных, переменные которых обеспечивает удобное хранение информации об элементах графической модели и их взаимосвязях. Данная информация используется в процедурах трансляции, инициализации, при создании и удалении графических объектов.

В качестве среды программирования использовался редактор электронных таблиц MS Excel со встроенным алгоритмическим языком Visual basic for application. MS Excel предназначен для обработки информации, представленной в табличном виде. Он автоматически выполняет пересчет значений таблицы, обладает мощными средствами построения графиков и множеством полезных встроенных функций.

В существующей программной системе имитационного моделирования проектируемая модель описывалась путем заполнения матриц значениями исходных параметров. Матричное представление модели обеспечивало простоту в ее программном использовании. Поскольку задачей данного проекта является не создание отдельного автономного программного продукта, а относительно самостоятельного модуля, совместимого с существующей программой, то одним из важнейших вопросов является вопрос трансляции графической модели.

Под трансляцией будем понимать процесс «прочтения» созданной графической модели и перевод ее в матричный вид, предложенный разработчиками программной системы имитационного моделирования. При этом в результате работы пользователя с моделью возможны значительные изменения в самой структуре модели (пользователь мог добавить (удалить) элементы или связи в уже существующей модели), поэтому необходимо обеспечить правильное «прочтение» результатов создания модели и в дальнейшем продолжить работу только с реально существующими объектами. Для реализации этой задачи разработана процедура трансляции, в результате выполнения которой создавались и заполнялись матрицы, необходимые для проведения экспериментов с этой моделью.

Для лучшего понимания динамики модели и наблюдения, развивающихся во времени процессов, появилась необходимость предусмотреть возможность построения анимированного изображения, состоящего из динамических графических элементов. Графические элементы здесь называются динамическими, поскольку все их параметры — координаты, размер, цвет и даже их видимость — в процессе функционирования модели можно сделать зависимыми от переменных и параметров, которые меняются со временем при имитации поведения исследуемого объекта.

При разработке структуры графического конструктора использовался модульный принцип, т.е. программный продукт состоит из нескольких модулей: модуль «Палитра графических элементов»; модуль «Контекстное меню»; модуль «Меню ввода данных»; модуль «Трансляция»; модуль «Анимация».

В модуле «Палитра графических элементов» происходит выбор и создание графических элементов, а также вводятся значения некоторых исходных параметров элементов системы, которые будут отражаться на графическом элементе.

В модуле «Контекстное меню» происходит проверка выбранного пользователем элемента и вызов соответствующего меню для дальнейшей работы с ним.

В модуле «Меню ввода данных» происходит ввод пользователем значений параметров элементов проектируемой модели.

В модуле «Трансляция» происходит проверка спроектированной модели и перевод графических элементов модели в матричную форму. На основании проведенного анализа строятся таблицы, описывающие структуру и параметры модели. Данные таблицы заполняются введенными пользователем значениями. Дальнейшая работа программной системы имитационного моделирования происходит с этими таблицами.

Модуль «Трансляция» можно считать главным программным модулем разрабатываемого интерфейса, потому как от результатов интерпретации графических элементов будет зависеть правильность матричного описания модели, а соответственно и взаимодействие разработанного модуля и исходных модулей программной системы имитационного моделирования.

В модуле «Анимация» разработана процедура по созданию точных копий графических элементов и инициализации переменных программы именами соответствующих им графических элементов. А также процедуры анимации – изменение значений параметров каждого элемента в соответствии с его текущим состоянием.

Имитационное моделирование исследуемой модели начинается с создания схемы модели. Для автоматизации процесса создания графа модели в программе создан графический конструктор, позволяющий визуализировать сетевую структуру модели, осуществлять операции добавления, удаления элементов модели, устанавливать связи между узлами модели.

В палитре графических элементов пользователь выбирает необходимое ему представление элементов системы, и по щелчку на их графический примитив в редакторе, происходит добавление выбранного элемента на страницу. После добавления элементов на форму их необходимо соединить между собой, используя направленные соединительные линии и манипулятор «Мышь». Соединение элементов на странице даст пользователю возможность на основании соединительных линий определять какие элементы между собой связаны, каково направление этой связи, и в дальнейшем осуществлять работу исключительно с этими элементами.

Для иллюстрации работы программной системы воспользуемся моделью производственного процесса изготовления стекла на УЧПП «КУВО». Процесс производства триплекс стекла для легковых автомобилей начинается с вырезания заготовки будущего автомобильного стекла с использованием стола автоматической резки. Затем заготовки стекол в размере транспортной партии передаются на второй этаж производственного здания для дальнейшей обработки. Далее заготовки стекол подвергаются покраске и в дальнейшем поштучно передаются для проведения операции полировки. Затем партия стекол помещается в печи для подпрессовки и в дальнейшем, поштучно передаются в печи для окончательной склейки. Графическая модель представлена на *рисунке 1*.

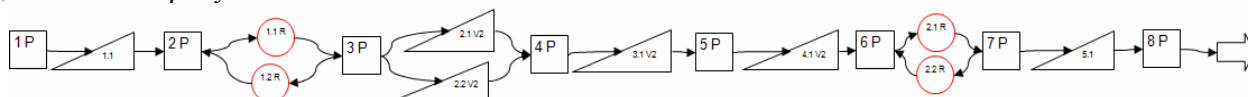


Рис. 1 Графическая модель производства стекла для легковых автомобилей на предприятии УЧПП «КУВО»

После ввода всех исходных значений параметров модели, можно приступать к проведению экспериментов с ней. Для этого проводится трансляция графической модели с целью отражения в таблицах всех внесенных изменений.

В качестве критериев оценки были выбраны величина выпуска готовой продукции, коэффициент загрузки оборудования и величина незавершенного производства.

В результате работы имитационной модели в течение смены получены следующие результаты. Количество готовых изделий – 44 шт, незавершенное производство – 35 шт, средний коэффициент загрузки оборудования – 61,8%.

Невысокий средний коэффициент загрузки оборудования можно увеличить путем дозагрузки оборудования по линиям и таким образом увеличить выпуск готовой продукции и снизить величину незавершенного производства. Для этого необходимо провести оптимизацию параметров производства на модели.

В результате проведения эксперимента на созданной имитационной модели и с применением методов регрессионного анализа получена экспериментальная факторная модель для каждого критерия оптимизации. Используя полученные уравнения регрессии, осуществлен поиск оптимальных параметров системы.

В результате проведения оптимизации подобраны количество оборудования и рабочих мест для выполнения всех операций производственного процесса, величина транспортной партии при передаче изделий между различными рабочими местами и начальные значения межоперационных заделов. После оптимизации выбранные критерии оценки получили следующие значения. Количество готовых изделий – 50 шт, незавершенное производство – 28 шт, средний коэффициент загрузки оборудования – 70,4%.

Таким образом, благодаря оптимизации технологического процесса объем выпуска увеличился на 14%, объем незавершенного производства сократился на 20% и коэффициент средней загрузки вырос на 14%. Таким образом, удалось добиться повышения эффективности функционирования объекта имитации по всем критериям оценки эффективности его функционирования.

В результате выполнения данной работы на основе использования возможностей графического проектирования, эвристических алгоритмов обработки графических образов, используя знание и глубокое понимание методов объектно-ориентированного проектирования и программирования, разработан графический конструктор для разработки математических моделей в программной системе имитационного моделирования производственных процессов. Разработанный программный модуль повышает оперативность принятия решения, снижает требования к подготовке пользователя по программированию, сокращает трудоемкость и повышает уровень автоматизации проектирования, системного анализа и исследования операций.

Литература

1. Шеннон Р. Имитационное моделирование: искусство и наука /Пер. с англ.-М.: Мир, 1978.
2. Максимей И.В. Математическое моделирование больших систем: Учеб. пособие для спец. "Прикладная математика". - Мн.: Выш. школа. 1985.-119 с.
3. Рябов В.Ф., Советов Б.Я., Яковлев С.А. Машинное имитационное моделирование при проектировании больших систем./Учеб. пособие.-Л.: Мир, 1980. - 272 с.

Сапранкова Екатерина Александровна

Выпускник экономического факультета 2009 по специальности "Экономика и управление на предприятии"
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(292) 46-81-79

Широченко Виктор Александрович

Зав. кафедрой "Экономическая информатика"
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(296) 08-80-86
E-mail: innov@rambler.ru