

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

В. В. Дьячков (Казань)

Переход ОАО «ICL – КПО ВС» на полностью заказную систему производства персональных компьютеров, сертификация производства в соответствии с международным стандартом качества серии ISO 9000 и существенное увеличение объемов производства настоятельно требуют использования передовых научных методов и технологий исследования данной системы. Одним из таких, наиболее мощных и результативных, методов является имитационное моделирование. Принципиально возможно построение и аналитических моделей производственных процессов, но это требует существенных допущений и ограничений. А имитационное моделирование позволяет строить модели любой степени детализации. Ограничением уровня детализации является лишь обозримость модели исследователем и возможности компьютера.

Общую схему исследуемого производства, реализованного в модели, можно представить следующим образом (рис. 1)

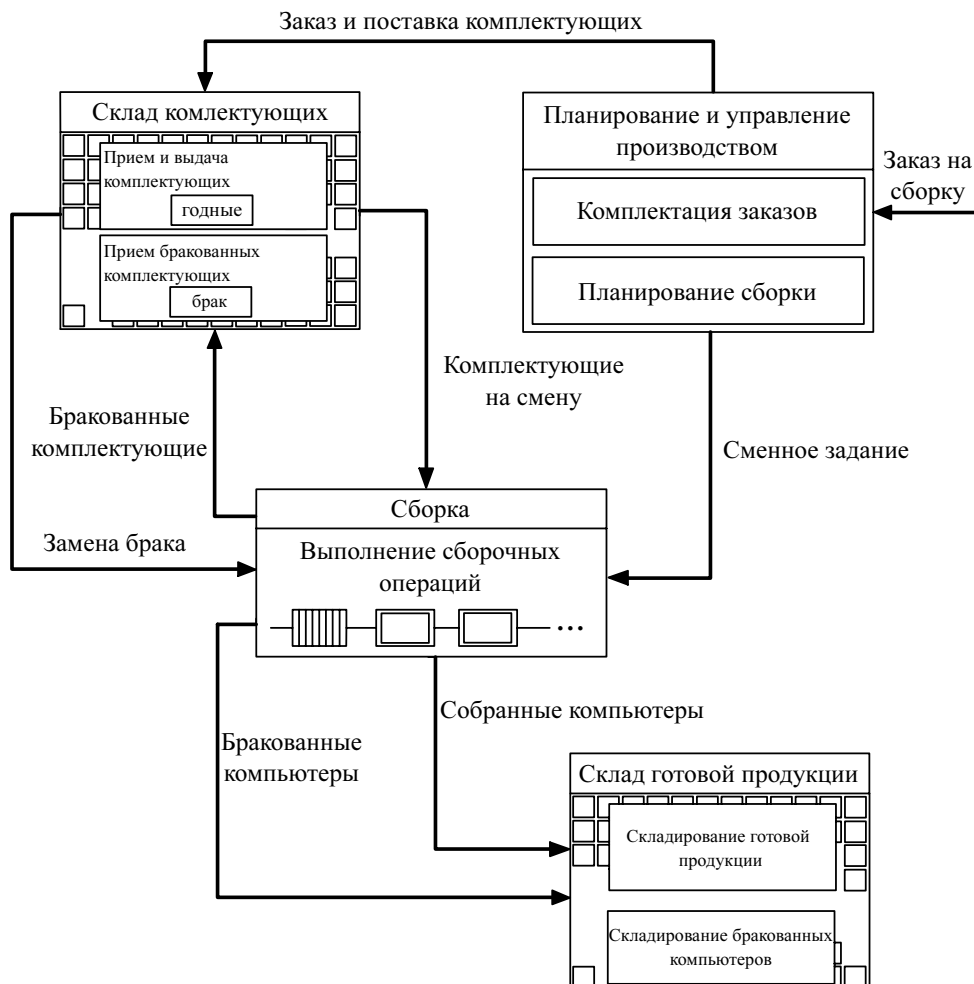


Рис. 1. Структурная схема технологического процесса сборки персональных компьютеров

Системообразующими элементами, исследуемого в модели, процесса являются:

- динамические элементы – поток заказов на сборку;
- статические элементы – последовательность и алгоритмы их выполнения.

В итоге в самом общем виде функционирование модели производства – это прохождение потока заказов, через последовательность статических элементов. При этом осуществляются необходимые операции, образуются очереди, используется обслуживающий персонал, загружается оборудование, и в итоге заполняется склад готовой продукции.

Хотя на вход системы поступают обобщенные заказы, содержащие заявки на сборку множества компьютеров, в модели в качестве «атомарного элемента» была выбрана заявка на сборку одного компьютера. Заявки имеют ряд параметров, неразрывно связанных с самой заявкой. Например, это – комплектующие изделия, требующиеся для сборки данного компьютера. Для каждой заявки они свои, индивидуальные. Все компьютеры из одного заказа имеют и общие параметры: дата поступления заявки, дата начала сборки и т.д.

Хотелось бы отметить еще один момент при описании заказа – разбиение его на однотипные конфигурации, которые имеют один и тот же перечень комплектующих изделий. Для учета особенностей сборки в модели предусмотрено разбиение всех конфигураций на три типа: рабочие станции; графические станции; сервера. Таким образом, структуру каждого заказа можно представить в следующем виде (рис. 2):

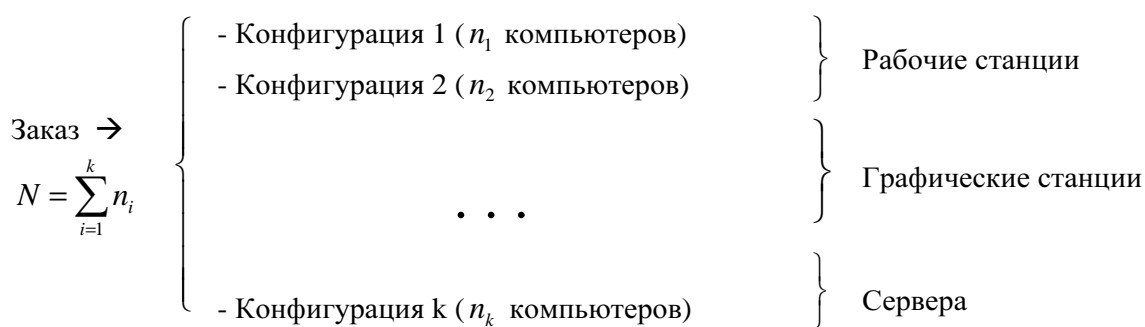


Рис. 2. Представление структуры заказов в модели

При описании каждой конфигурации в модели вводится перечень комплектующих изделий, требующихся для сборки, а также количество компьютеров данной конфигурации. В итоге формируется общий перечень типов комплектующих изделий и их количество по заказу ($M(l, m)$, где l – тип комплектующих, m – их количество).

Таким образом, в процессе моделирования в систему поступают заказы, которые вместе представляют входной поток, имеющий указанную выше структуру и загружающий производственный процесс.

Обработка потока внутри производственного процесса представляет собой программную реализацию алгоритма работы групп планирования и управления производством, склада комплектующих, сборочных линий и склада готовой продукции.

Степень детализации в модели данных алгоритмов позволяет учесть практически все значимые временные задержки работы кладовщиков, сборщиков, грузчиков и других участников технологического процесса. Также учитываются и такие детали, как количество линий, график работы (число смен, выходные и праздники), объемы мест для тестирования, размеры транспортных тележек и т. д.

Управление временем моделирования возможно как по истечению календарного времени, так и при наступлении ряда условий. Например, таких, как завершение обработки всех заказов. В качестве варьируемых параметров может выступать любая из переменных моделей, которых более ста – это и характеристики заказов (объем, интенсивность), и параметры технологического процесса (число линий, количество обслужи-

вающего персонала, временные и стоимостные характеристики) и т.д. Будем называть их производственными факторами (x).

Исследуемым параметром процесса также может служить практически любая величина. Наиболее важными являются:

- время реализации заказа;
- загрузка отдельных элементов и всей системы в целом;
- характеристики очередей.

и т. д. Будем называть их результативными показателями эффективности (y). Всего выбрано 12 основных результативных показателей эффективности и 42 производственных фактора.

Данная модель была реализована на одном из наиболее популярных общецелевых языков имитационного моделирования GPSS World. Но для того, чтобы она реально использовалась в производстве, нужно было дополнительно разработать проблемно ориентированную управляющую оболочку. Это необходимо в связи с тем, что ни один производитель или управленец не будет работать с моделью, требующей знания языка моделирования (программирования) и требующих работу с математическими формулами. А управляющая оболочка разрабатывалась таким образом, чтобы все сообщения системы и действия пользователя по вводу данных и анализу результатов происходили на языке, максимально приближенном к данной проблемной области.

Пример одного из этапов работы с управляющей оболочкой приведен на рис. 3.

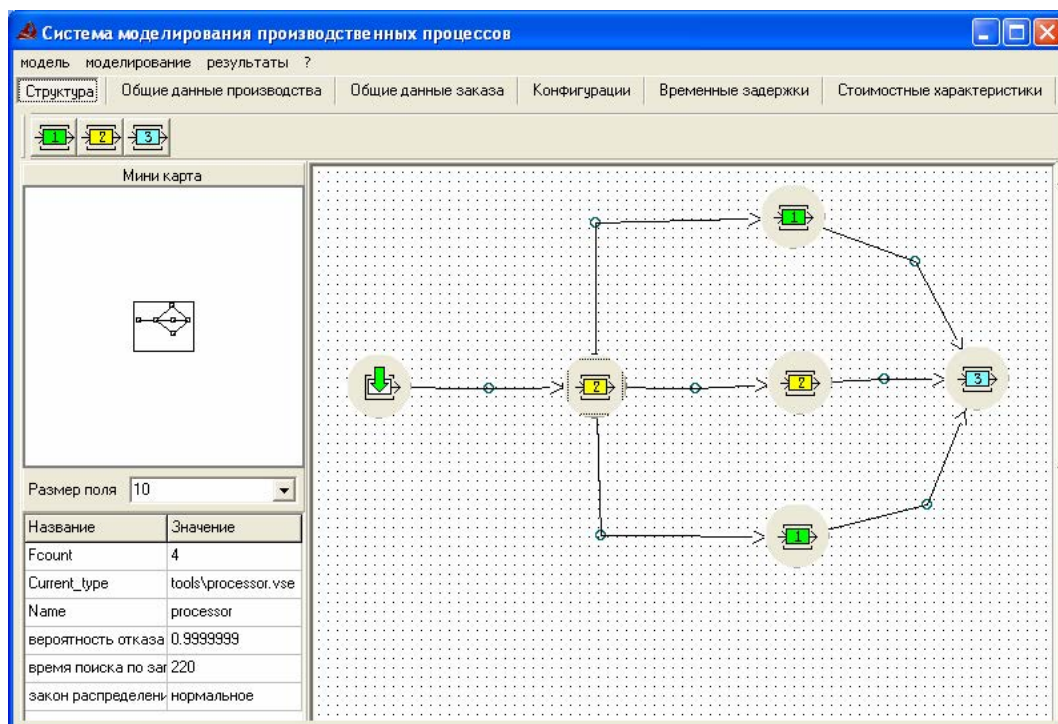


Рис. 3. Ввод данных о структуре производственного процесса

В результате мы получили исключительно простой и доступный инструмент исследования сборочного производства компьютеров. Он может быть использован для получения всесторонних ответов на множество вопросов типа «**А что будет, если ?**»:

- увеличится стоимость комплектующих?
- уменьшить (увеличить) количество смен или их продолжительность?
- уменьшить (увеличить) число сборочных линий, количество сборщиков?
- увеличить глубину тестирования?»

На рис. 4 приведен пример графического вывода наиболее существенного результата – времени выполнения заказа, полученного при экспериментах с имитационной моделью и обработанного подсистемой анализа результатов.

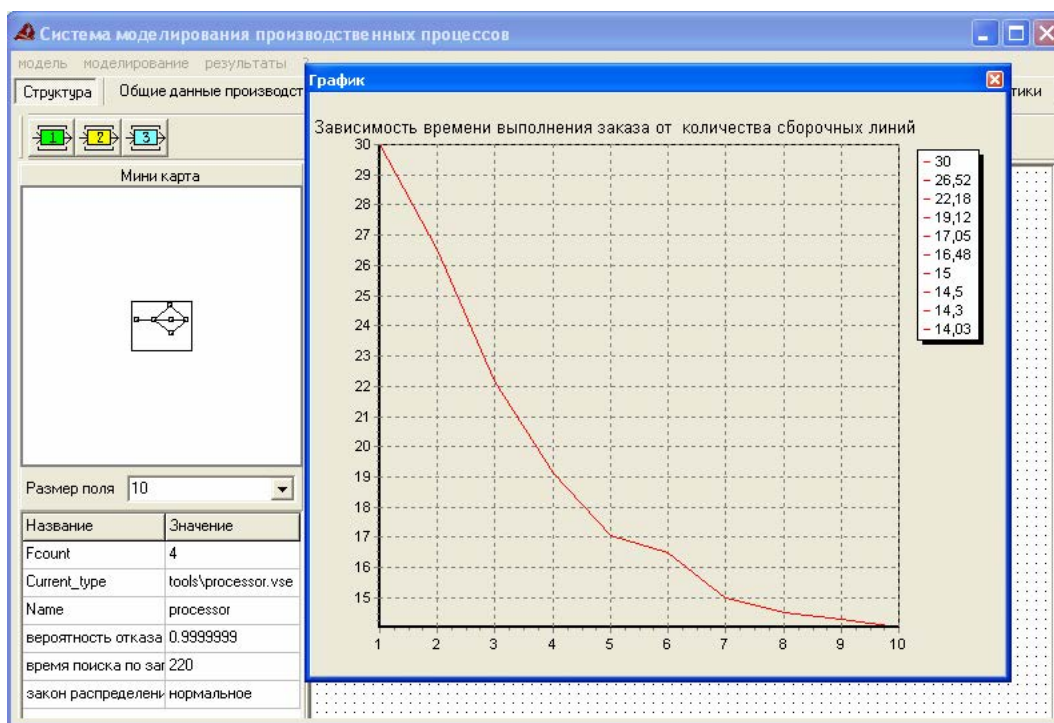


Рис. 4. Зависимость времени выполнения заказа от количества сборочных линий

На основании результатов имитационных экспериментов, с данной моделью можно построить уравнения регрессии. Они связывают результирующие показатели эффективности с влияющими на них факторами. Построение и решение данных уравнений позволяет статистически исследовать систему и провести оптимизацию производственных факторов. В самом общем виде, систему уравнений можно представить в следующем виде:

$$y_j = f_j(x_1, x_2, \dots, x_m) \quad j = \overline{1, k}, \quad (1)$$

где k – количество результирующих показателей эффективности производственного процесса;

m – количество установленных производственных факторов.

Разработанная система имитационного моделирования сборочного производства персональных компьютеров позволяет проводить самые разнообразные исследования данного производства. Всесторонний анализ различных стратегий выполнения заказа, самых разнообразных ситуаций при его реализации может позволить более точно и четко формулировать планы производства, оптимизировать ресурсы и сделать исполнение заказа прогнозируемым и экономически эффективным.

Литература

1. Эйверил Лоу, Дэвид Кельтон. Имитационное моделирование. Классика CS. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2004.
2. Руководство пользователя по GPSS World/Пер. с англ. – Казань: изд. Мастер-Лайн, 2002.