

УДК 004.8

Имитационное моделирование сложного дискретного производственного процесса на основе ПТКИ BELSIM

А. И. ЯКИМОВ, К. В. ЗАХАРЧЕНКОВ, Р. В. ПЕТРОВ

В настоящее время актуальной является задача имитационного моделирования информационной системы промышленного предприятия [1], для которой, в частности, требуется построение имитационной модели (ИМ) производственного процесса (ПрП). Эффективным средством построения имитационных моделей на основе процессного способа является программно-технологический комплекс имитации (ПТКИ) BelSim [2].

Для оценки параметров дискретных ПрП при наличии сбоев и отказов в ПТКИ BelSim разработана ИМ на основе процессного подхода [3]. Дискретный ПрП представлен набором производственных операций (ПрО) [4]. Каждой ПрО соответствует процесс ИМ. Процесс, моделирующий ПрО, может находиться на одной из трёх стадий: запуск, производство и окончание.

В качестве входных параметров моделирования выступают следующие величины: $Kвр$ – количество видов ресурсов; $Kо$ – количество операций; $Nр_i$ – номер ресурса, производимого i -ой операцией, $i=1..Kо$; Onp_i – объём ресурса, производимого i -ой операцией, $i=1..Kо$; $dToo_i$ – время между отказами i -ой операции (вид функции плотности распределения, среднее, стандартное отклонение); $dTco_i$ – время между сбоями i -ой операции (вид функции плотности распределения, среднее, стандартное отклонение); Tpo_i – время работы i -ой операции; $Tуoo_i$ – время устранения отказа при выполнении i -ой операции (вид функции плотности распределения, среднее, стандартное отклонение); $Tусo_i$ – время устранения сбоя при выполнении i -ой операции (вид функции плотности распределения, среднее, стандартное отклонение); $Oзr_j$ – объём запаса j -го вида ресурса, $j=1..Kвр$; $Onomp_{ji}$ – объём j -го вида ресурса, потребляемого i -ой операцией, $i=1..Kо$, $j=1..Kвр$; $ТИПр_j$ – тип j -го вида ресурса (со склада, промежуточный, продукция), $j=1..Kвр$.

В качестве выходных данных (откликов) ИМ выступают следующие величины: длительность производственного цикла; количество запусков операций; количество сбоев и отказов операций; уровень запасов ресурсов; производственные мощности; средняя скорость изменения уровня запасов ресурсов; суммарное время ожидания операцией ресурса; суммарное время простоя операции; суммарное время устранения отказов операций; суммарное время устранения сбоев операций.

В качестве промежуточных переменных используются: HP – наличие всех необходимых для запуска операции ресурсов (ИСТИНА или ЛОЖЬ); $СТАДИЯ$ – стадия производственной операции (ЗАПУСК, ПРОИЗВОДСТВО, ОКОНЧАНИЕ); Too_i – время отказа i -ой операции; Tco_i – время сбоя i -ой операции; $тo$ – модельное время;

Алгоритмы процесса, моделирующего стадии запуска и производства, представлены соответственно на рисунках 1 и 2.

При запуске процесса, моделирующего ПрО, проверяется наличие всех необходимых для запуска операции ресурсов. Если все ресурсы доступны, моделируется потребление ресурсов и процесс переводится на стадию производство (см. рис. 1).

Если ПрО находится на стадии производства, то через интервал времени, соответствующий длительности ПрО, процесс переходит на стадию окончания. Если в процессе работы операции происходит отказ, то процесс переходит на стадию запуска, определяется время следующего отказа, генерируется время устранения отказа, спустя которое процесс, моделирующий ПрО, запускается заново. Если в процессе работы ПрО происходит сбой, то рассчи-

тывается время следующего сбоя и генерируется время устранения сбоя, спустя которое процесс, моделирующий ПрО, продолжается (см. рис. 2).



Рис. 1. Алгоритм стадии ЗАПУСК



Рис. 2. Алгоритм стадии ПРОИЗВОДСТВО

Когда процесс, моделирующий ПрО, находится на стадии ОКОНЧАНИЕ, увеличивается объём ресурса, который производится ПрО, и процесс переводится на стадию ЗАПУСК.

ИМ дискретного ПрП, реализованная в ПТКИ BelSim, включает ряд структур данных и классов. Структура данных «TDistribution» предназначена для генерации случайных чисел с заданным законом распределения, средним значением и стандартным отклонением. Структура данных «TPrOperac» предназначена для хранения характеристик ПрО. Структура данных «TPrProc» предназначена для хранения характеристик производственного процесса.

Класс «CPrProc» предназначен для задания значений параметров и запуска модели. Класс «CPrOperac» моделирует процесс работы производственной операции в соответствии с алгоритмом, описанным выше. Класс «CPrStat» предназначен для сбора статистики моделирования.

Разработанная ИМ позволяет оценивать характеристики сложных дискретных ПрП при различных параметрах ПрО, обеспечивая планирование производственных мощностей и возможность составления план-графика производства. Отклики модели могут использоваться в качестве параметров для решения задач планирования продаж и производства, а также управления запасами ресурсов, которые должны быть реализованы в информационной системе предприятия в соответствии со стандартом MRPII [5].

Abstract. The paper gives a computer model of the discrete industrial process that is realized in the BELSIM software complex.

Литература

1. К. В. Захарченков, *К вопросу о выборе корпоративной информационной системы промышленного предприятия*, Вестник МГТУ, № 2(7) (2004), 39–43.
2. А. И. Якимов, С. А. Альховик, *Имитационное моделирование в ERP-системах управления*, Минск, Бел. наука, 2005.
3. И. В. Максимей, *Имитационное моделирование на ЭВМ*, Москва, Радио и связь, 1988.
4. М. Л. Файнгольд, Д. В. Кузнецов, *Принципы расчёта производственной мощности и загрузки оборудования* / Под науч. ред. М. Л. Файнгольда, Владимир, Изд-во ВГПУ, 2002.
5. А. Глинских, *Мировой рынок ERP-систем*, Jet Info / Информационный бюллетень, № 2(105) (2002), 32.

Белорусско-Российский университет

Поступило 31.08.05