

УДК 681.3

О РАЗВИТИИ МЕТОДА ПОШАГОВОЙ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

В.С. СМОРОДИН, А.Н. ГОНЧАРОВ, А.В. КЛИМЕНКО

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины
Советская, 104, Гомель, 246028, Беларусь

Поступила в редакцию 23 декабря 2009

Рассматривается новый подход к построению имитационных моделей вероятностных технологических процессов. Излагается метод пошаговой реструктуризации имитационных моделей для решения задачи исследования вероятностных процессов с последовательной организацией технологического цикла. На основе метода пошаговой реструктуризации предлагается способ для построения рациональной структуры технологических процессов с последовательной организацией.

Ключевые слова: вероятностный технологический процесс, вероятностный сетевой график, метод пошаговой реструктуризации имитационной модели, способ имитации вероятностных процессов.

Введение

Вероятностные технологические процессы [1] как объект имитации обладают рядом особенностей, отличающих их от других объектов, обычно исследуемых с помощью имитационного моделирования: вероятностный характер взаимодействия компонентов технологического процесса с системой управления технологическим циклом; наличие ограничений на использование ресурсов технологического процесса и их качество, влияющее на надежность выполнения технологических операций; надежность характеристики задействованного оборудования и необходимость оперативной синхронизации функционирования элементов системы управления при появлении случайных возмущений (сбоев и отказов оборудования). Основные аспекты проблемы исследования вероятностных технологических процессов с последовательной организацией определяются следующими факторами:

а) многообразием сложных технологических систем, в ходе реализации которых могут изменяться параметры их функционирования и структура технологического цикла;

б) важностью решения задач оптимизации структуры технологического цикла и управления технологическими системами с учетом текущих значений используемых ресурсов и состояния системы в режиме реального времени;

в) сложностью практических задач при оценке уровня надежности и безопасности потенциально опасных промышленных объектов;

г) необходимостью учета человеческого фактора при выполнении работ на потенциально опасных объектах.

Как показал анализ современного состояния разработок в этой области, проблема моделирования вероятностных технологических процессов состоит в недостаточной результативности существующих методов их исследования при увеличении количества учитываемых параметров, в особенности для тех случаев, когда структура технологического цикла изменяется в процессе функционирования объекта исследования.

Метод пошаговой реструктуризации

В основу предлагаемого метода пошаговой реструктуризации имитационной модели вероятностных процессов положен способ восстановления текущего состояния технологической системы в режиме реального времени (инвариантное погружение) через случайные временные интервалы с использованием принципа организации квазипараллелизма "до следующего события" при применении процедур Монте-Карло. Формальное представление технологического цикла при этом осуществляется с помощью вероятностного сетевого графика переменной структуры [2] или полумарковской модели с переходами в нестандартные состояния.

Описание процесса реализации технологического цикла основано на использовании в структуре соответствующей имитационной модели агрегатов-имитаторов со стандартными элементами и сигналами, которые формируют управляющие воздействия на структуру модели в режиме реального времени путем их логической комбинации в зависимости от особенностей реализации вероятностного технологического процесса [3]. Типы элементов различаются между собой степенью сложности алгоритма их выполнения в зависимости от состава используемого оборудования, ресурсов и надежности технологических операций.

Реализация имитационных моделей вероятностных технологических процессов при пошаговой реструктуризации

Построение и использование имитационной модели вероятностного технологического процесса при пошаговой реструктуризации реализуется следующей последовательностью этапов.

На этапе 1 задается начальная структура исходной имитационной модели вероятностного процесса с помощью операторов подсистемы *PS.FORMSG*.

На этапе 2 реализуется натурный эксперимент с целью получения исходной информации для последующей проверки адекватности имитационной модели реальному объекту имитации. В случаях, когда не удается найти аналитический вид аппроксимирующих функций распределения, используется табличная форма их представления.

На этапе 3 осуществляется верификация базового варианта имитационной модели. Задается начальный состав ресурсов, материалов, исполнителей и оборудования. Далее формируются управляющие таблицы-справочники и таблицы базы данных для хранения статистики имитации, используемые в дальнейшем при организации имитационного эксперимента.

На этапе 4 реализуются функции испытания и анализа свойств имитационной модели, которая представляет собой многошаговую процедуру использования стандартных методик испытания сложных систем, в процессе которой реализуются типовые этапы испытания имитационных моделей.

Начиная с этапа 5, осуществляется контроль реализации имитационной модели в пошаговом режиме через случайные интервалы времени (до следующего события) с одновременной проверкой текущего состояния вероятностного технологического процесса на соответствие базовому варианту имитационной модели. В случае наличия полного соответствия объекту имитации часы модельного времени переводятся на следующее событие, и функционирование имитационной модели продолжается. При изменении текущей структуры вероятностного процесса производится запись реализовавшейся части вероятностного процесса в базу данных модели. Последнее свершившееся событие фиксируется в качестве начального для дальнейшего продолжения имитации, после чего выполняется возврат на этап 1.

По окончании имитации в базе данных имитационной модели завершается процесс формирования рациональной структуры технологического цикла, построенной в режиме реального (модельного) времени и соответствующей заданным целям имитации с учетом реализовавшейся оперативной обстановки.

Заключение

1. Для решения задачи исследования и управления вероятностными процессами разработан метод пошаговой реструктуризации имитационной модели вероятностного технологического процесса в реальном масштабе времени.

2. На основе метода пошаговой реструктуризации и новой версии системы автоматизации имитационного моделирования агрегатного типа предложен способ имитации вероятностных процессов для построения рациональной структуры вероятностного технологического процесса [1].

3. Предложенный способ имитации вероятностных процессов на основе метода пошаговой реструктуризации ориентирован на случае, когда динамику функционирования исследуемого объекта можно описать с помощью вероятностного сетевого графика переменной структуры или полумарковской модели на уровне элементов управления со сложной логикой при использовании технических средств сопряжения имитационной модели с вероятностным технологическим процессом.

4. Данный способ применим для технологических объектов с последовательной организацией технологического цикла, в том числе при отсутствии технических средств сопряжения имитационной модели с вероятностным технологическим процессом [2].

5. Новый способ имитации вероятностных процессов дает возможность его использования при проектном моделировании производственных технологических систем, выполнении научных исследований на объектах повышенной опасности и проектировании высоконадежных технологических комплексов для различных областей производственной деятельности.

ABOUT DEVELOPMENT OF METHOD OF INCREMENTAL RESTRUCTURING FOR RESEARCH OF PROBABILISTIC PROCESSES WITH SUCCESSIVE ORGANIZATION

V.S. SMORODIN, A.N. GONCHAROV, A.V. KLIMENKO

Abstract

A new approach is examined to the construction of models of simulations of probabilistic technological processes. The method of the incremental restructuring of models of simulations is expounded for the decision of task of research of probabilistic processes with successive organization of technological cycle. On the basis of method of the incremental restructuring a method is offered for the construction of rational structure of technological processes with successive organization.

Литература

1. *Сморodin В.С.* // Математичні машини і системи (Mathematical Machines and Systems). 2008. № 3. С. 108–114.
2. *Сморodin В.С.* // Изв. Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. 2008. № 5. С. 107–111.
3. *Сморodin В.С., Максимей И.В.* // Проблемы управления и информатики. 2005. № 4. С. 53–62.