

СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ЦИКЛОМ

Смородин В. С., Клименко А. В.

Кафедра математических проблем управления, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины
Гомель, Республика Беларусь

E-mail: {smorodin, aklimenko}@gsu.by

Рассматривается программный комплекс автоматизации моделирования систем управления "CreateStruct", предназначенный для решения задачи оптимизации управления технологическим циклом производства. Предлагается алгоритм функционирования программного комплекса, который обеспечивает реализацию метода пошаговой реструктуризации имитационных моделей.

В ходе функционирования производственных систем при наличии условий потенциальной техногенной опасности нередко происходит изменение структуры технологического цикла, что связано с возникновением сбоев, отказов и аварий оборудования при реализации процесса производства.

Программный комплекс автоматизации моделирования систем управления "CreateStruct" предназначен для решения задачи оптимизации управления технологическим циклом производства в подобной ситуации, что имеет важное практическое значение для совершенствования системы управления технологическими процессами, улучшения качества управления производственно-технологическими комплексами и обеспечивает повышение уровня безопасности функционирования производства.

Решение поставленной задачи в совокупности с разработанным программным обеспечением и техническими средствами сопряжения технологического процесса производства с вычислительной техникой дает возможность увеличить степень эффективности качественных составляющих управления в сфере экономики.

Важность решения поставленной задачи при наличии условий потенциальной опасности определяется следующими факторами:

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

б) необходимостью определения рациональной структуры технологического цикла с учетом текущих значений используемых ресурсов и начального состояния системы в режиме реального времени;

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

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

Алгоритм функционирования программного комплекса обеспечивает реализацию метода пошаговой реструктуризации имитационных моделей. В основу предлагаемого подхода положен способ восстановления текущего состояния производственной системы в режиме модельного времени 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 выбранного способа формализации объекта исследования.

Для построения компонентов динамической имитационной модели [1] производственной системы используется система автоматизации моделирования вероятностных технологических процессов производства, реализующая агрегатный способ имитации сложных систем [2], а также способ формализации вероятностных производственных систем с изменяющейся топологией [3].

В составе модели используется ограниченное количество типов агрегатов-имитаторов, на основе которых формируется базовая модель объекта исследования. Типы элементов базовой модели различаются между собой степенью сложности алгоритма их выполнения в зависимости от состава задействованного оборудования и ресурсов, а также надежности технологических операций.

Связь между элементами модели осуществляется с помощью управляющих сигналов: действительных, инициирующих алгоритм выполнения исполнительных элементов, и фиктивных, которые имитируют основной алгоритм функционирования элемента без его исполнения. Принимая во внимание особенности взаимодействия агрегатов-имитаторов базовой модели, планируется работа исполнительных элементов синхронизации во время реализации алгоритма имитации в зависимости от оперативной обстановки в процессе моделирования.

Отметим, что предложенный способ динамической имитации на основе метода пошаговой

реструктуризации в режиме модельного времени ориентирован на случаи, когда динамику функционирования объекта исследования можно описать с помощью графовой структуры с изменяющейся топологией на уровне элементов управления со сложной логикой. При этом используются технические средства сопряжения имитационной модели с реально функционирующим вероятностным технологическим процессом.

Классы задач, решаемых с помощью программного комплекса “CreateStruct”, определяются способами формализации систем управления [4] и технологического цикла производственных систем с вероятностными параметрами их функционирования и подразделяются на следующие категории:

1) задачи проектного моделирования высоконадежных производственных систем с учетом операций резервирования и ликвидации последствий сбоев и аварий оборудования;

2) задачи синтеза оптимальной структуры технологического цикла с учетом надежности характеристик используемого оборудования;

3) задачи оценки эффективности организации функционирования управляемых производственных систем;

4) задачи оценки влияния вероятностных параметров на результирующие характеристики функционирования производственных систем.

Построение и использование динамической имитационной модели производственной системы реализуется последовательностью нескольких этапов. По окончании процесса имитации в базе данных имитационной модели завершается формирование оптимальной структуры технологического цикла с учетом выбранных критериев качества его функционирования.

Пользователь программного комплекса может определять состав компонентов имитационной модели, формировать структуру модели, реализовывать имитационные эксперименты. Для задания входных данных программного комплекса можно использовать любой текстовый редактор, так как информация для имитационной модели хранится в текстовых файлах, редактирование которых реализуется в любой операционной системе.

Функционирование комплекса “CreateStruct” требует наличия операционной системы Windows стандартной конфигурации. Комплекс “CreateStruct” реализован на основе объектно-ориентированных сред Delphi 7.0 и C++ Builder, с использованием XML-технологии и имеет вид многооконного приложения. Для выполнения программы требуется не менее 1 Мб оперативной памяти.

В процессе работы имитационной модели, построенной с использованием программного

комплекса “CreateStruct”, пользователю предоставляется возможность решения задачи оценки эффективности организации функционирования управляемых производственных систем. При этом обеспечивается возможность рассчитать среднюю стоимость выполнения технологического цикла, среднее время использования оборудования и среднее время его простоя.

С использованием объектно-ориентированной среды “GraphModel”, входящей в состав программного комплекса “CreateStruct”, в автоматическом режиме составляются таблицы коммутации операций и последовательность их выполнения. Список запросов ресурсов для выполнения каждой технологической операции формируется в процессе моделирования в интерактивном режиме и фиксируется в базе данных модели для дальнейшей обработки.

При испытании агрегатов модели выполняется следующая последовательность этапов: верификация модели, оценка точности имитации, проверка длины переходного периода имитации, анализ устойчивости имитационной модели, оценка чувствительности откликов к вариациям параметров модели, оценка адекватности объекту исследования. Формальные методы верификации программ включают в себя использование специальных препроцессоров в качестве “читателей” текста программ модели, замену некоторых стохастических элементов алгоритма детерминированными значениями и проверку на “ожидаемость” результатов имитации.

Предложенный подход дает возможность рассчитывать на перспективу его применения при проектном моделировании высоконадежных производственных систем для различных областей производственной деятельности. Ограничения, накладываемые на область применения программного комплекса, связаны с особенностями формализации производственных систем и определяются привязкой описания объекта исследования к способу его формализации.

1. Смородин, В.С. Метод динамической имитации вероятностных производственных систем / В. С. Смородин // Математичні машини і системи (Mathematical Machines and Systems). — 2012. — № 2. — С. 96–101.
2. Смородин В.С. Агрегатная система автоматизации моделирования вероятностных технологических процессов производства / В.С. Смородин // Математичні машини і системи. — 2007. — № 1. — С. 105–110.
3. Смородин В.С. Методы и средства имитационного моделирования технологических процессов производства: монография / В. С. Смородин, И. В. Максимей // М-во образования РБ. — Гомель: ГГУ им. Ф.Скорины, 2007. — 369 с.
4. Смородин, В.С. Синтез структуры технологического цикла управляемых производственных систем / В. С. Смородин // Проблемы физики, математики и техники. — № 2(11). — 2012. — С. 108–111.