

УДК 681.3

Технология измерения оперативной информации с помощью имитационной модели для управления технологическими процессами дискретного производства

А. В. КЛИМЕНКО

1 Введение

Проблема управления действующими технологическими процессами дискретного производства (ТПДП) трудно разрешима из-за того, что определение выхода параметров ТПДП за допустимые диапазоны безопасности, как правило, запаздывает и исправлять ситуацию довольно трудно в реальном времени. В работе предлагается для этой цели использовать технологию, базирующуюся на детальной имитационной модели (ИМ) ТПДП, которая функционирует с некоторым упреждением ($\tau_{упр}$) по сравнению с выполнением микротехнологических операций ($MTXO_{ij}$) контролируемого ТПДП. Для реализации метода разработана человеко-машинная система оперативного управления (ЧМСОУ) выполнением реального ТПДП. ЧМСОУ (см. Рис.1) состоит из следующих компонентов: ИМ ТПДП в которой моделируется ТПДП с упреждением $\tau_{упр}$, полученную с помощью системы автоматизации имитационного моделирования (САИМ) агрегатного типа [2]; системы принятия решений (*SPRESH*), также реализованную в среде САИМ; эксперта-технолога (*EXPERT*), являющимся специалистом исследуемой предметной области. Важность разработки и использования ЧМСОУ определяется высокой ценой отказа оборудования ТПДП и необходимостью оперативного вмешательства *EXPERTa* в реальной ТПДП за счёт своевременного резервирования или проведения профилактики оборудования. Разный временной масштаб функционирования ТПДП, *SPRESH*, *EXPERTa* и ИМ ТПДП определяет особенности получения необходимой информации и состав статистик имитации компонентов ИМ ТПДП. Учет особенностей сбора статистики имитации и наличие упреждения имитации определил актуальность разработки специального метода сбора статистики для решения задач оперативного управления ТПДП с помощью ЧМСОУ.

2 Формализация ТПДП

ИМ ТПДП построена на аппарате сетевого планирования [3], с помощью которого отображается во времени параллельно-последовательное функционирование микротехнологических операций ($MTXO_{ij}$). При этом времена выполнения операций (τ_{ijlh}), стоимости их выполнения (C_{ijlh}) и запросы ресурсов предприятия (V_{2ijlh}) являются случайными величинами и задаются технологом с помощью соответствующих функций распределения ($F_{1ij}(\tau)$, $F_{2ij}(C)$, $F_{3rij}(V)$). Оборудование, используемое $MTXO_{ij}$, может выходить из строя через случайные интервалы времени (τ_{crlh}). При этом отказы оборудования в ИМ определяются с помощью вектора вероятностей $\{P_{rf}\}$ и могут быть трех типов: простые, восстанавливаемые через случайные интервалы времени (τ_{BORlh}); средней тяжести, восстанавливаемые через интервалы времени ликвидации аварии ($\tau_{ABr lh}$); опасные отказы, требующие реализации последовательности процедур $\{PROC_k\}$ для ликвидации аварии. Все эти интервалы также задаются в виде функций распределения ($\Phi_{1r}(\tau_{CO})$, $\Phi_{2r}(\tau_{BO})$, $\Phi_{3r}(\tau_{AB})$) перед имитацией

ТПДП. ИМ ТПДП реализована путем замены операций $MTXO_{ij}$ и событий SOB_i сетевого графика соответствующими агрегатами $ATOP_{ij}$ и $ASOB_i$. Подробный состав параметров и статистик моделирования ТПДП агрегатами приведены в работе [1]. В качестве статистики реализации $ATOP_i$ в ИМ ТПДП определяются: ранний и поздний сроки (t_{pil} и t_{nil}), а также резервы и свершения (R_{il}). Статистиками с учётом отказов оборудования $ATOP_{ij}$ являются: коэффициент фактического использования (η_{ijlh}) и суммарная стоимость выполнения (C_{0ijlh}). В ходе l -ой реализации ИМ ВСГР определяется критический путь (KRP_{lh}), состоящий из последовательности $\{(ASOB_i, ATOP_{ij}, ASOB_j)\}$, в которой у событий $ASOB_i$ и $ASOB_j$ резервы равны нулю. По окончании N реализаций ВСГР согласно метода Монте-Карло в базе данных модели (БДМ) находится множество критических путей $\{KRP_{lh}\}$.

3 Технология сбора статистики имитационного эксперимента

Особенность сбора статистики состоит в том, что вычисление статистик t_{pilh} осуществляется в режиме прямой имитации (при росте t_0 от нуля до критического времени l -ой реализации ВСГР (T_{kplh})), а определение t_{nilh} проводится в режиме инверсной имитации (при уменьшении t_0 от T_{kplh} до нуля). Это обстоятельство определяет специфику хранения и обработки статистики ЧМСОУ (см. Рис.1).

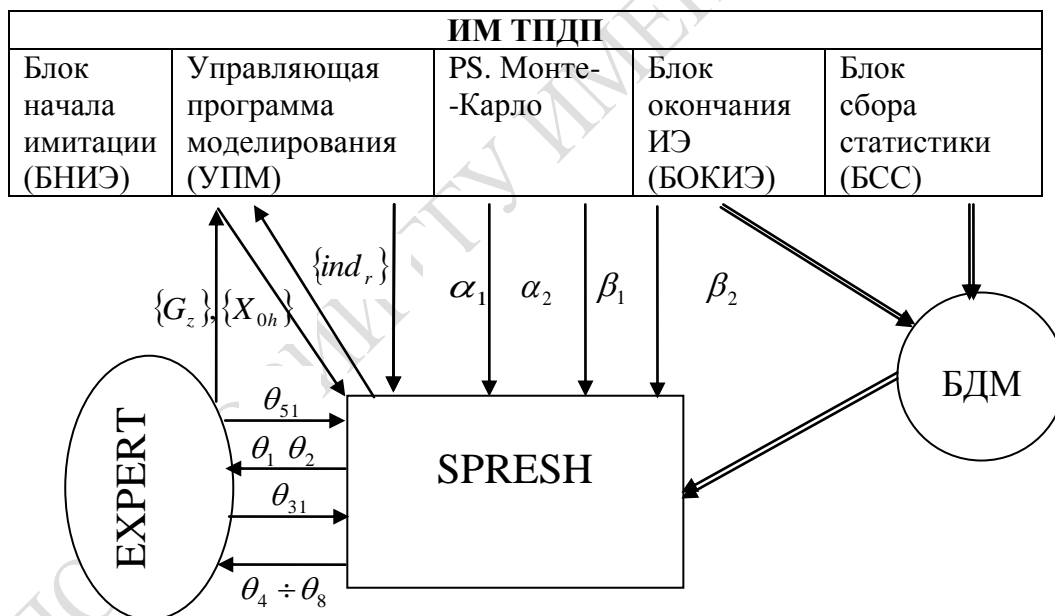


Рисунок 1 – Блок-схема управления технологическими процессами дискретного производства

Конкуренция $ATOP_{ij}$ за ограниченные ресурсы ТПДП и возможность отказов оборудования ТПДП приводят к тому, что ограниченное время имитации $ATOP_{ij}$ (τ_{cpijlh}) может быть существенно больше τ_{ijlh} , разыгранного по функции распределения в l -ой реализации ВСГР. Поэтому необходимо получить графики роста расхода невозвращаемых ресурсов предприятия и отобразить динамику использования возвращаемых ресурсов, исполнителей и оборудования ТПДП в ходе роста t_0 от нуля до T_{kplh} . Для этой цели с постоянным шагом $\Delta T_{из}$ фиксируется в БДМ все счетчики и таблицы использования ресурсов, исполнителей и

оборудования в ходе l -ой реализации ВСГР. По окончании имитации по сигналу β_2 , приходящему от ИМ ТПДП, эта статистика усредняется и затем уже в виде интегральных графиков и временных диаграмм в составе воздействия (θ_8) выдается системой *SPRESH* в удобном виде для *EXPERT*. Для каждой l -ой реализации ВСГР по запросу β_1 , поступающему от ИМ ТПДП, *EXPERTу*, выдаются диаграммы и графики расхода ресурсов, исполнителей и стоимости во времени t_0 . Анализ этих диаграмм и графиков позволяет *EXPERTу* оценить ситуацию и оперативным образом с помощью воздействий θ_{51} и θ_{52} скорректировать состав ресурсов и их количество. Другой особенностью сбора имитации в ЧМСОУ является формирование графа критических путей ($GR.KRP_h$) в h -ом варианте ИМ ТПДП. Третьей особенностью сбора статистики является усреднение откликов $\{Y_{nl}\}$ ВСГР, найденных в ходе имитации l -ой реализации ВСГР и заполненных в базе данных модели (БДМ), которые в виде воздействия θ_6 выдаются *EXPERTу* для анализа и принятия решения. Четвертой особенностью сбора статистики в ЧМСОУ является формирование матрицы решений $\|W_{hz}\|$, элементами которой являются значения обобщенного показателя W_{hz} h -го варианта ИМ при z -ом варианте параметров $ATOP_{ij}$ и характеристик надежности оборудования ТПДП. По сигналу β_2 *SPRESH* осуществляет «свертку» вектора откликов $\{Y_{nl}\}$ к скаляру W_{hz} по способу весовых коэффициентов важности компоненты вектора ($0 \leq \delta_n \leq 1$). После вычисления всех компонент этой матрицы в виде воздействия θ_7 *SPRESH* выдает их *EXPERTу* для принятия решений с использованием классических критериев теории принятия решений при поиске номера варианта h_0 параметров $\{Y_{ih_0}\}$ для существующего множества характеристик запросов ресурсов и надежности оборудования $\{G_z\}$ в виде воздействий θ_5 *EXPERTa* на *SPRESH*, а затем уже и на ИМ ТПДП.

4 Заключение

Предложенная технология измерения статистики имитации ТПДП обеспечивает технологическому достаточно информации для оперативного управления с помощью ИМ самим ТПДП. Это обстоятельство определяет высокую практическую ценность технологии сбора статистики в ЧМСОУ реализацией ТПДП.

Abstract. The paper presents a way of formalizing technological processes of discrete production on the base of the apparatus of network planning. It also presents a technology of collecting statistics of simulation modelling for technological processes of discrete production.

Литература

1. И. В. Максимей, В. С. Смородин, Е. И. Сукач, Способ моделирования агрегатами технологических процессов опасного производства, Электронное моделирование, **27**, № 6 (2005), 101–109.
2. И. В. Максимей, В. С. Смородин, Е. И. Сукач, Система автоматизации экспериментов, реализующая агрегатный способ имитации технологических процессов, Информатика, № 1 (2005), 25–31.
3. С. П. Жогаль, И. В. Максимей, Задачи и модели исследования операций, Ч. 1, Аналитические модели исследования операций, Уч. Пособие, Гомель, БелГУТ, 1999.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ