

А.Г. Волошко

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ИХ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ*

Современное развитие технологий информатизации позволяет организовать распределенное производство, с наличием офисов, а также отдельных производственных мощностей на значительном расстоянии. Однако такие процессы для того, чтобы демонстрировать эффективность, должны быть грамотно организованы и иметь в распоряжении необходимые средства автоматизации. Анализ того, насколько хорошо функционирует предприятие в целом и что можно улучшить, представляет собой нетривиальную задачу. Для всестороннего анализа необходимо иметь его цифровую модель. Такой моделью может служить модификация сетей Петри – расширенная сеть Петри с семантическими связями (РСПСС) [1]. РСПСС является цветной временной сетью Петри (примеры таких сетей для моделирования производства можно найти во многих работах, например, [2]) со следующими модификациями.

РСПСС представляет собой трехдольный ориентированный граф с вершины трех видов: позиции, переходы по управлению и переходы по семантическим связям.

Позиция данной сети представляет собой отдельные операции или этапы процесса. При этом сеть строится по принципу декомпозиции, и одна позиция РСПСС может сама представлять собой подсеть, отображающую развитие процессов.

Разделение переходов на два типа по управлению и по семантике вызвано необходимостью анализа слабых мест произ-

* Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-1160.2020.9.

водственных процессов с позиции временных затрат. Переход по управлению в данной модели представляет собой изменение деятельности – то есть переход от выполнения одной операции к другой. Переход по семантическим связям характеризует возможность выполнения новой операции на основании завершения предыдущих и предоставления доступа к информации или физического доступа к объектам. Так в сети имеются данные о времени, связанном с переходом по управлению, что показывает время выполнения предшествующей ему операции, а также данные о времени, связанном с переходом по семантическим связям, что показывает время на предоставление данных либо время на транспортировку объектов или передачу информации к другим участниками производственного процесса. При недостаточной автоматизации процессов время перехода по семантическим связям может быть сравнимо или даже больше времени соответствующего перехода по управлению, что свидетельствует о необходимости модернизации именно данных операций. Кроме того, возможны ситуации, когда одна и та же информация может требоваться нескольким участникам процесса, а возможности ее использования с точки зрения организации производственного процесса, может быть как параллельной, так и последовательной, что и представляется с использованием переходов по управлению.

Анализ эффективности процессов с точки зрения временных затрат включает в себя несколько этапов:

1. Расчет общего времени исполнения процесса, как максимума из сумм времен переходов по управлению и по семантике для переходов, входящих в путь от начальной позиции к конечной (или заданной) позиции.

2. Поиск максимальных значений времени, сравнение с возможными значениями времени для этих операций, представленных в базе данных статистики.

3. Результат анализа на предыдущих этапах может потребовать более детального исследования процесса на другом уровне абстракции для выявления самых затратных по времени операций.

4. Сравнение времен совместных переходов по управлению и по семантическим связям. В случае превышения времени пере-

хода по семантическим связям над временем перехода по управлению, возможно требуется введение автоматизированной системы для передачи информации, или изменение расположения отдельных этапов в пространстве, если требуется постоянная транспортировка объектов. Однако такие решения должны приниматься с учетом материальных и ресурсных возможностей предприятия.

Предложенный подход к анализу моделей распределенных производственных процессов поможет выявить узкие места организации их информатизации и управления, что позволит предложить стратегию их модернизации.

Литература

1. *Voloshko A., Kryukov O.* Extended Petri Nets Based Approach for Simulation of Distributed Manufacturing Processes // 2020 9th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO). – IEEE, 2020. – С. 1–4.
2. *Седых И.А., Аникеев Е.С.* Применение раскрашенных временных сетей Петри для моделирования цементного производства // Вестник Донского государственного технического университета. – 2016. – Т. 16, № 4 (87).