

СЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ ПОСТАВОК

Борщ В.В., Лазаренко А.В., Приходько М.В.

Одной из главных задач любого промышленного предприятия является получение прибыли за счет снижения расходов и/или увеличения доходов. На производственных предприятиях это связано с четким планированием и предсказанием спроса на производимую продукцию и планированием производственных мощностей. Однако промышленные предприятия не являются предприятиями полного цикла, а зависят от поставщиков, которые должны поставить компоненты, используемые в производстве. Моделирование и оптимизация поставок, является одним из основных современных направлений, которые предприятия используют для своего совершенствования в области продаж и производства. Постоянно меняющееся положение рынка, требует от предприятий принятия быстрого решения об объеме производимой продукции. В свою очередь этот объем зависит от производственных мощностей, которыми это предприятие обладает.

Не смотря на то, что в данном направлении уже многое достигнуто, современное развитие информационных технологий позволяет значительно улучшить управление производственными мощностями за счет сведения к минимуму времени принятия управляющих решений.

Считается, что главной целью (цель первого уровня) функционирования предприятия является обеспечение своевременного и комплектного завершения производственного цикла в соответствии с хозяйственными договорами при минимизации затрат на достижение этой цели. Минимизация затрат (цель второго уровня) может быть обеспечена за счет организации непрерывной загрузки производственных участков и плановых рабочих мест при максимально возможной непрерывности движения ресурсов. Третий уровень целей, должен быть направлен на повышение эффективности непосредственно производственного цикла. Реализация этой цели может быть достигнута на основе прямых и противоположных принципов организации производства, с использованием которых осуществляется рационализация построения и организация гибкого адаптивного управления.

Стратегическое планирование формирования самокупаемых проектов развития промышленных предприятий включает в себя определение целей компании, ресурсов, используемых для достижения этих целей и политики (стратегии), которая должна привести к достижению поставленных целей. Горизонт стратегического планирования гораздо шире, чем для управленческого контроля. Примерами решений, принимаемых на уровне стратегического планирования, могут быть решения о расширении количества видов выпускаемой продукции (диверсификации) или о строительстве нового предприятия в рамках компании.

Имитационное моделирование среди методов системного анализа является одним из самых мощных средств исследования для управления деятельностью предприятия, связанных с принятием решений в условиях неопределенности. По сравнению с другими методами такое моделирование позволяет рассматривать большее число альтернатив, улучшать качество принимаемых решений и точнее прогнозировать их последствия.

В статье рассмотрены проблемы информатизации промышленных предприятий и общие тенденции развития системы сбора и аналитической обработки с точки зрения стратегического планирования и управления производством с учетом процессов транспортировки, занимающих немаловажное значение в вопросах повышения эффективности всего производственного цикла.

Проведенный анализ показал, что большинство работ характеризуется ориентацией на их практическое использование при решении задач анализа и синтеза, возникающих на этапах проектирования, разработки и эксплуатации распределенных систем управления.

Сложность реализации сбора и аналитической обработки в организации обследования приводит к необходимости автоматизации данных статистического опроса в оперативном режиме. Все это делает актуальной задачу разработки соответствующего информационного и программного обеспечения с ориентацией на распределенные механизмы сбора-передачи и аналитической обработки информации по организации самоокупаемых проектов.

Суть предлагаемого метода заключается в декомпозиции исходной модели процесса распределения материальных потоков в виде многоуровневой вложенной модели СеМО с блокировками, в которой каждый уровень представляется замкнутыми сетями с дополнительными, так называемыми "фиктивными узлами". При этом неизвестные времена обслуживания в составных узлах модели K -го уровня ($\forall k \in M$, M - число уровней) связаны системой уравнений баланса, в основе которого лежат следующие положения:

- время обслуживания заявок в составных узлах модели K -го уровня есть время пребывания заявок в модели $(k + 1)$ - уровня;
- время простоя в составном узле K -го уровня является временем пребывания в "фиктивном узле", при этом в модели $(k + 1)$ уровня вложенный процесс описывается замкнутой СеМО и неоднородными заявками без блокировок.

Таким образом, расчет многоуровневой модели в результате декомпозиции сводится к расчету ряда одноуровневых моделей. Данный подход применим для моделей с числом уровней более двух. Особенность данного представления заключается в следующем:

- источниками заявок на вложенных уровнях в замкнутых СеМО являются единичные "фиктивные узлы", поэтому заявки одного и того же типа не могут образовывать очередь;

- количество "фиктивных узлов" на уровне K равно количеству составных узлов на уровне $(K-1)$ в случае однородности;
- каждый составной ресурс уровня K порождает столько вложенных замкнутых сетей с фиктивными источниками на уровне $(K+1)$, сколько типов заявок поступает в него;
- каждый вложенный уровень представляет собой замкнутую СеМО, образованную наложением друг на друга замкнутых СеМО с единичными источниками. Популяция заявок в этой сети равна произведению количества составных узлов, порождающего уровня на число типов заявок. Вложенный трек заявки L -го типа может быть описан замкнутой моделью СеМО с конечным единичным источником, в частности, моделью "ремонтника".

Рассмотрим узел СеМО общего типа $G/G/1$ в обозначениях Кендала. Пусть $c_1, c_2, \dots, c_1 \dots c_n$ - моменты времени поступления требований в данный узел (рисунок 1).

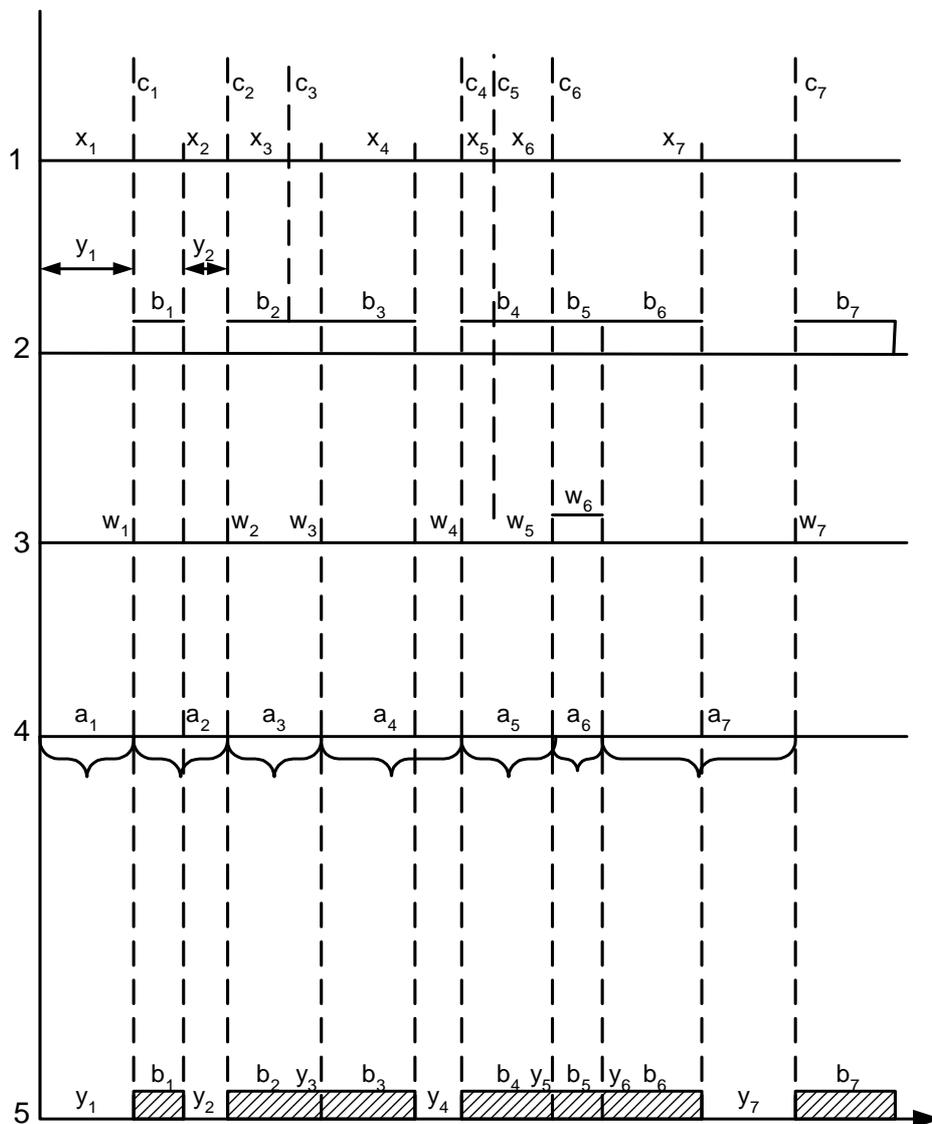


Рисунок 1 - Временная диаграмма процесса обслуживания в составном ресурсе

Введем следующие обозначения для случайных величин:

X_i - промежуток времени между поступающими требованиями;

V_i - время обслуживания требования C_i ;

W_i - время ожидания i -й заявки (требования) в очереди;

Y_i - время простоя i -й заявки.

Рассмотрим двухуровневую вложенную модель. Пусть модель верхнего "О" уровня - разомкнутая СеМО. Введем обозначения: M_1 и M_2 для моделей "О" и "Г" уровней. Модель M_1 можно представить кортежем:

$$M_1 = \langle Q_1, L_1, P_1, Q_1(s), V_1, E_1 \rangle \quad (1)$$

Модели M_1 и M_2 связаны интерфейсной переменной \vec{x} численно равной обратной величине интенсивности: Q_1 - число узлов M_1 , L_1 - число типов заявок (классов) M_1 , $P_1 = [P_{ij}^b]_{Q_1 \times Q_1}$, $l = \overline{1, L_1}$ - множество стохастических матриц вероятностей перехода заявок класса i из узла в узел j , $Q_1(s)$ - множество составных узлов M_1 , E_1 - емкость источников вложенного процесса, $E_1 = 1$, V_1 - ФРВ обслуживания в узлах СеМО.

Вложенная модель M_2 , состоящая из совокупности вложенных сетей, порожденных составными ресурсами модели M_1 , описывается аналогично M_1 , за исключением множества фиктивных узлов F_2 :

$$M_2 = \langle Q_2, L_2, P_2, V_2, E_2, F_2, Q_2(s) \rangle \quad (2)$$

Рассмотрим время блуждания меченой заявки из фиктивного источника по вложенной сети от момента выхода ее до первого момента попадания в фиктивный узел. Эту величину можно представить следующим образом:

$$A_{je'} = \sum_{k \in Q_{2j}} \sum_{n_k=0}^{N_{ke'}^j} V_{ke'}^{(n_k)} V_{ke'} = \begin{cases} 0, \text{ если } n_j = 0 \\ b_{je'}^{(n_j)} > 0, \text{ если } n_j \geq 1 \end{cases} \quad (3)$$

$V_{ke}(n_k)$ – время пребывания меченой заявки класса l' в узле k при n_k -ом его посещении в течение времени $A_{je'}$,

$N_{ke'}^j$ – количество посещений меченой заявки класса l' узла k за время $A_{je'}$.

Величина $N_{ke'}$ не зависит от $V_{ke'}^{(n_k)}$ и принимает значения $0, 1, 2, \dots$

Для решения данной задачи предлагается метод простых итераций:

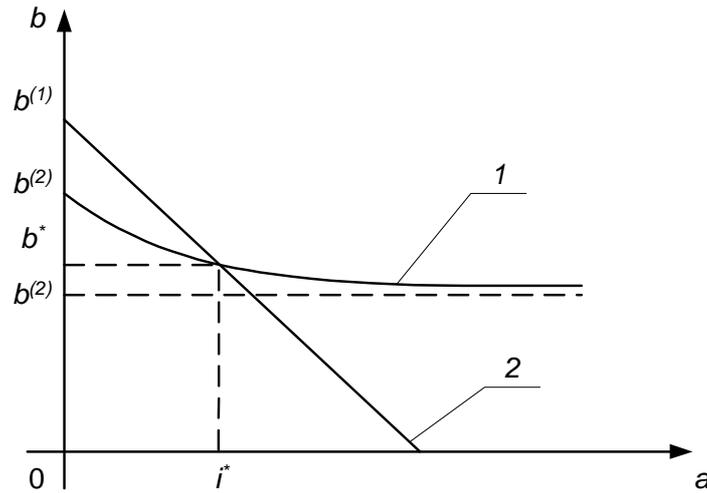
$$\vec{b}^{n+1} = \vec{\omega}(\vec{b}^n), \quad (4)$$

где n – номер итерации, b_n, b_{n+1} – предыдущее и последующее значение времени пребывания в фиктивном узле.

Заканчивается итерационный процесс по достижении заданной точности:

$$\forall_j \in S_2 \quad \forall_{e'} \in L_2 \left| \frac{b_{je'(n)} - b_{je'(n-1)}}{\max_{j,e'} \{b_{je'(n-1)}, b_{je'(n)}\}} \right| < \epsilon \quad (5)$$

Для случая замкнутого верхнего уровня кривые 1 и 2 аналогичны показанным на рисунке 2.



1 – уравнение одноуровневого метода расчета замкнутой сети,

2 – интерфейсное уравнение.

Рисунок 2 - График уравнения баланса

При известных функциях распределения обслуживания в узлах сети M2 система имеет $L_1 \times Q_1(S)$ уравнений, равное количеству неизвестных. Для задания начальных значений $b_{je'}^{(0)}, l' \in L_2, j \in F_2$ рекомендуется выбирать нулевые значения таким образом:

$$a_{je'}^{(0)} = \max_n a_{je'}^{(n)} \quad (6)$$

Выбирая начальные значения $b_{je'}^{(0)}$, необходимо учитывать условие стационарности. Пусть $b_{je'}^{(0)}$ начальные значения среднего времени пребывания в фиктивном источнике, тогда, следуя введенным положениям и используя уравнение (3.9), получим:

$$b_{je'}^{(0)} = a_{je'}^{(0)} \quad \forall_i \in Q_1(S); \quad \forall_j \in F_2; \quad l \in L_1; \quad l' \in L_2, \quad (7)$$

где $b_{je'}^{(0)}$ – среднее время обслуживания заявки l-го типа на i-ом составном ресурсе модели M1 верхнего разомкнутого уровня.

Для принятия стратегических решений при этом требуется информация, лежащая за пределами деятельности фирмы. В связи с этим решаются следующие задачи: исследование возможностей конкурентов в расширении их доли рынка; исследование текущего и перспективного политического развития стран, интересующих фирму; разработка альтернативных стратегий развития фирмы и их ресурсного обеспечения и другие.

Список информационных источников

- [1] Моделирование иерархической организационной структуры в виде вложенной системы сетей массового обслуживания / Катырин С.Н., Москвичев Е.С., Солнцев А.А., Тимофеев П.А. // Автоматизация управления в организационных системах: межвуз. сб. науч. тр. МАДИ (ГТУ). – М.: МАДИ (ГТУ), 2008. – С. 73-82.
- [2] Постановка задачи формирования моделей информационного обмена в организационных системах / Борщ В.В., Васильев Д.А., Измайлова М.В., Карасев А.А., Солнцев А.А. // Автоматизация управления в организационных системах: межвуз. сб. науч. тр. МАДИ (ГТУ). – М.: МАДИ (ГТУ), 2008. – С. 102-107.
- [3] Аппроксимация среднеинтегральных оценок нестационарных режимов имитационных моделей сетей массового обслуживания / Приходько В.М., Строганов Д.В., Якунин П.С., Москвичев Е.С., Солнцев А.А. // Наука и образование: Электронное научно-техническое издание. № 3. – М.: МГТУ им. Баумана, 2012.