

Базовая имитационная модель управления ресурсами промышленного предприятия

Емельянов И.А.; Якимов А.И.
Кафедра АСУ, электротехнический факультет
ГУВПО «Белорусско-Российский университет»
г. Могилев, Беларусь
e-mail: ykm@tut.by

Аннотация — Рассматривается формализация базовой имитационной модели управления ресурсами промышленного предприятия, включающая основные функции MRP II. Определены ограничения модели, представлен пример формализации составления плана производства.

Ключевые слова: MRP II, имитационная модель, составление плана производства

I. ВВЕДЕНИЕ

Применительно к производственно-экономическим системам имитационное моделирование используется для изучения динамики их поведения в ситуациях, когда натурные эксперименты нежелательны или невозможны (например, требуется наблюдение за поведением элементов системы в течение длительного периода времени или исследуются новые ситуации, о которых ничего не известно). Имитационная модель (ИМ) может являться составной частью системы управления сложным экономическим объектом (последняя преимущественно строится на основе информационных технологий) [1].

II. ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ MRP II

Планирование производственных ресурсов позволяет уменьшить складские запасы, сократить время выхода на рынок новых продуктов, увеличить прибыльности.

Метод планирования ресурсов производственного предприятия MRP II основан на данных, полученных от поставщиков и потребителей, выполняет прогнозирование, планирование и контроль за производством. Базовая имитационная модель [2] в соответствии с MRP II включает следующие функции: *Sales and Operation Planning* – Планирование продаж и производства; *Demand Management* – Управление спросом; *Master Production Scheduling* – Составление плана производства; *Material Requirement Planning* – Планирование потребностей в сырье и материалах; *Bill of Materials* – Спецификации продукции; *Scheduled Receipts Subsystem* – Отгрузка готовой продукции; *Shop Flow Control* – Управление производством на цеховом уровне; *Capacity Requirement Planning* – Планирование производственных мощностей; *Purchasing* – Материально-техническое снабжение; *Financial Planning* – Финансовое планирование; *Performance Measurement* – Оценка результатов деятельности.

Ограничение базовой имитационной модели в том, что в ней не реализованы следующие функции MRP II: *Simulation* – Моделирование; *Tooling Planning and Control* – Планирование и управление инструментальными средствами; *Distribution Resource Planning* – Планирование запасов сбытовой сети; *Input/output control* – Контроль входа/выхода; *Inventory Transaction Subsystem* – Складская подсистема;

Пример формализации основных функций представлен для составления плана производства (MPS).

III. МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВЛЕНИЯ ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА

Переменные, используемые для моделирования MPS представлены на рис. 1:

$\|CL_{ij}\|$ – загрузки i -го оборудования в j -м интервале планирования; $\|LT_{ij}\|$ – затраты рабочего времени i -го вида труда в j -м интервале планирования; $\|\Delta RV_{ij}\|$ – матрица обеспеченности ресурсами; элементы представляют разность наличного и требуемого количества i -го ресурса в j -м интервале планирования для выполнения плана–графика производства, $i = 1, \dots, n_R; j = 1, \dots, \Phi_{MPS}/\Phi_{MPSV}$, где в свою очередь n_R – общее количество видов ресурсов; Φ_{MPS} – длительность планирования; Φ_{MPSV} – интервал планирования; $\|V_{ij}\|$ – матрица объемов отгрузки i -го вида продукции в j -м интервале планирования; (PS_i) – запасы i -го вида продукции на складе; (SV_{tsvi}) – планируемый объем продаж в количественном выражении i -го вида продукции за период Φ_{SV} ; $\|PV_{ij}\|$ – матрица объемов производства i -го вида продукции в j -м интервале планирования.

Процесс составления плана производства представлен композицией следующих операторов:

$$\|PV_{ij}\| = P_6 \circ P_5 \circ P_4 \circ P_3 \circ P_2 \circ P_1.$$

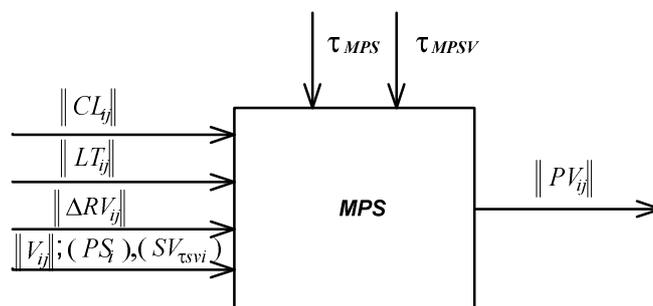


Рис. 1. Составление плана производства

P_1 – подготовка черного варианта плана, исходя из интенсивности отгрузки продукции; P_2 – удаление выполненных отгрузок из первоначального списка отгрузок и формирование списка; P_3 – сортировка списка отгрузок; P_4 – формирование предварительного плана, включая все просроченные отгрузки и учитывая известные отгрузки будущих периодов; P_5 – корректировка плана производства, исходя из запасов

продукции на складе; P_6 – план запуска производства продукции, исходя из длительности производственного цикла, удаление предыдущего плана производства.

Пример формализации рассмотрим для операторов $P_4 - P_6$.

$$P_4: \left\| P'_{ij(k+1)} \right\| = \begin{cases} P_{ij(k+1)} & | V_{ijk} = P_{ijk}; \\ P_{ij(k+1)} + (P_{ijk} - V_{ijk}) & | 0 < V_{ijk} < P_{ijk}; \\ P_{ij(k+1)} + P_{ijk} & | V_{ijk} = 0, \end{cases}$$

$$i = 1, \dots, |A|; j = 1, \dots, |MPSH|; k = 1, \dots, |HS|.$$

где $\left\| P'_{ij(k+1)} \right\|$ – предварительный план для $(k+1)$ -ой отгрузки продукции, P_{ijk} – план выполнения k -ой отгрузки продукции, V_{ijk} – объем продукции в k -ой отгрузке.

$$P_5: P_{ij}'' = \begin{cases} 0 & | PS_{ij} \geq \sum_{k=1}^{|HS|} PV_{ijk}; \\ P_{ij} & | PS_{ij} = 0; \\ P_{ij} - PS_{ij} & | PS_{ij} < \sum_{k=1}^{|HS|} PV_{ijk}, \end{cases}$$

$$i = 1, \dots, |A|; j = 1, \dots, |MPSH|,$$

где P_{ij}'' – скорректированный план производства, исходя из запасов продукции на складе, PS_{ij} – запасы i -ой продукции на складе в j -м интервале планирования; PV_{ijk} – объем k -ой отгрузки в i -ой продукции в j -м интервале планирования.

$$P_6: P_{ij}''' = P_{i(j-|C_i|)}, \quad i = 1, \dots, |A|; j = 1, \dots, |MPSH|,$$

$$|C_i| = \left\lceil \frac{PV_i / PC_i}{\tau_{MPSTV}} \right\rceil,$$

где P_{ij}''' – план запуска производства продукции, PC_i – производительность изготовления i -го вида продукции, ед./дней; τ_{MPSTV} – длительность каждого из интервалов планирования, дней; $\left\lceil \frac{PV_i / PC_i}{\tau_{MPSTV}} \right\rceil$ – операция округления до целого числа в большую сторону, $|C_i|$ – количество интервалов планирования, требуемых для изготовления заданного объема i -го вида продукции, $\{C_i\} = \{1, 2, \dots, |C_i|\}$.

Незавершенное производство TV_i определяется для каждого из интервалов планирования

$$TV_{i(j-|C_i|+i)} = \begin{cases} PV_{ij} - (|C_i| - C_i) \cdot (PC_i \cdot \tau_{MPSTV}), & | c_i < |C_i|; \\ 0 & | c_i = |C_i|, \end{cases}$$

$$i = 1, \dots, |A|; j = 1, \dots, |MPSH|; c_i = 1, \dots, |C_i|.$$

Например, $c_i = 1, 2, 3$ (рис. 2).

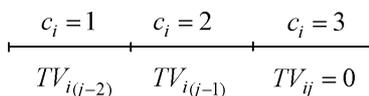


Рис. 2 Незавершенное производство

Тогда

$$TV_{i(j-2)} = PV_{ij} - 2 \cdot PC_i \cdot \tau_{MPSTV}, \quad c_i < |C_i|,$$

$$TV_{i(j-1)} = PV_{ij} - 1 \cdot PC_i \cdot \tau_{MPSTV}, \quad c_j < |C_j|,$$

$$TV_{ij} = 0, \quad c_i = |C_i|.$$

График поставки ресурсов для требуемого интервала планирования:

$$R_{rj} = PV_{ij} \cdot RC_{ri} \quad | \quad r = 1, \dots, |R|;$$

$$i = 1, \dots, |A|; j = 1, \dots, |MPSH|$$

где RC_{ri} – норма расхода r -го вида ресурса на изготовление единицы i -го вида продукции.

Базовая имитационная модель реализована в программном комплексе имитации производственно-экономической деятельности ОАО «Обувь» [3, 4, 5].

[1] Альховик С.А., Якимов А.И. Имитационная модель промышленного предприятия для ERP-системы управления. // Вестник Могилевского государственного технического университета. - №2(7). - 2004. - С. 11-16.

[2] Якимов, А. И. Технология имитационного моделирования систем управления промышленных предприятий : монография / А. И. Якимов. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2010. – 304 с.: ил.

[3] Емельянов, И. А. Особенности формализации процессов имитационной модели ОАО «Обувь» / И. А. Емельянов; науч. рук.: А. И. Якимов, К. В. Захарченко // 46-я студенческая научно-техническая конференция Белорусско-Российского университета: материалы конф., редкол.: И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]; 27 мая 2010 г. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2010. – С. 77.

[4] Емельянов, И. А. Формализованное описание концептуальной модели производственно-экономической деятельности ОАО «Обувь» / И. А. Емельянов, О. А. Жукова, А. И. Якимов, К. В. Захарченко // Студенческий вестник, октябрь, 2010. – № 6. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: <http://www.bgu.mogilev.by/> - Дата доступа 21.10.2010.

[5] Якимов, А. И. Программный комплекс имитации производственно-экономической деятельности «ShagoVitaPro»: свидетельство о регистрации компьютерной программы № 308 / А. И. Якимов, К. В. Захарченко, С. А. Альховик, И. А. Емельянов, И. И. Мельников. – Минск: НЦИС, 2011. – Заявка № С20110027. – Дата подачи: 14.04.2011.