

УДК 658.566:677.057

**ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ
МНОГОПРОДУКТОВОГО СКЛАДА***Е.Н. ВАХРОМЕЕВА, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ***(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)**

Задача управления запасами [1], [2] для текстильных предприятий является частным случаем общей классической задачи управления запасами, которая детально рассматривается во многих учебных разработках, монографиях, научных работах, связанных с исследованием операций и методами принятия оптимальных решений [3]. Известно, что эта задача имеет самые разнообразные варианты постановки и почти никогда не поддается аналитическому решению до завершающих результатов, которые пригодны для практического использования.

Разнообразие постановки приводит к тому, что общих рекомендаций оказывается зачастую недостаточно и приходится учитывать конкретные условия для предприятия и конкретного вида сырья. Сама оптимизация управления запасами дает эффект от выбора оптимальной стратегии, когда в полной мере используется специфика производства. Эти причины требуют построения специальных моделей для управления запасами сырья, ориентированных на текстильные предприятия.

Особенность управления этими запасами заключается в том, что на складе одновременно хранятся несколько видов сырья, например, несколько марок хлопка или несколько типов химических волокон. Это сырье поступает в виде больших партий, заказанных в какие-то моменты времени, причем точность графиков поставок зачастую не выдерживается, так как имеют место задержки в поставке сырья (например, вследствие запаздывания на таможне).

Точно так же и потребление сырья со склада может происходить неравномерно, с разной интенсивностью, поскольку разное сырье потребляется по-разному – в зависимости от вырабатываемого в данный момент ассортимента.

Очевидно, что фабрики всегда должны иметь некий страховочный запас сырья, что позволяет обеспечивать бесперебойную работу оборудования, возможность спокойной его перезаправки и устранения потерь, связанных, с одной стороны, с остановами и с запусками оборудования, а с другой стороны – с задержками в выпуске продукции вследствие отсутствия сырья.

Объем заказываемой продукции не совпадает с потребностями предприятия, а, как правило, несколько превышает их в целях создания резервных запасов на случай отбраковки части продукции или необходимости выпуска дополнительных партий этой продукции.

С учетом перечисленных особенностей нами разработана имитационная модель многопродуктового склада. Она имитирует работу склада в течение заданного отрезка времени с постоянным шагом квантования по времени.

Модель включает в себя следующие характеристики (для каждого вида продукции): минимальный объем Q_{\min_i} заказа, страховочный объем R_i заказа, средний уровень M_{sr_i} потребления, критический уровень q_{\min_i} запаса, $i = 1, \dots, N_p$, где N_p – число видов продукции.

Основными переменными модели являются: спрос m_i , запас $q_i(t)$, поставки

$Q_i(t)$, дефицит $r_i(t)$. Здесь $t = 0, 1, 2, \dots, T$, где T – моделируемый интервал времени (например, месяц).

На основании баланса сырья можно записать очевидные основные отношения в виде:

$$m_i(t) = x(t) M_{sr_i}, \quad (1)$$

$$q_i(t) = q_i(t-1) + Q_i(t-1) - m_i(t), \quad (2)$$

$$Q_i(t) = \begin{cases} 0, & \text{при } q_i(t) > q_{\min_i}, \\ Q_{\min_i} + R_i(t-1) - r_i(t), & \text{при } q_i(t) \leq q_{\min_i}, \end{cases} \quad (3)$$

$$r_i(t) = -q_i(t-1) - Q_i(t-1) + m_i(t), \quad (4)$$

$$q_i(t-1) + Q_i(t-1) - m_i(t) > 0, \quad (5)$$

где $x(t)$ – случайная величина.

Поскольку сырье, как правило, хранится в пределах одного складского помещения, объем этого помещения лимитирует предельные возможные запасы хранения:

$$q_1(t) + q_2(t) + \dots + q_n(t) \leq Q_{\max}. \quad (6)$$

Вследствие того, что данная модель является стохастической и включает в себя целый ряд вероятностных переменных, очевидно, что результаты ее работы представляют собой случайные величины. Для того, чтобы получить статистически устойчивые результаты, моделирование выполнялось многократно, с достаточным числом прогонов, с целью обеспечения устойчивых значений оценок и необходимой точности оценивания.

С данной моделью был проведен ряд экспериментов, которые использовались для проверки правильности ее работы и исследования влияния различных характеристик на эффективность работы склада.

Эксперименты проводились для трех видов продукции ($N_p = 3$) и $Q_{\max} = 50$, $x(t)$ – генерировалась как равномерно распределенная случайная величина в диапазоне $0 \div 1$. Остальные исходные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Номер вида продукции	1	2	3
Контролируемые характеристики			
Минимальный объем заказа Q_{\min} (единицы продукции)	10	9,8	10,2
Страховочный объем заказа R (единицы продукции)	10	9,9	10,1
Средний уровень потребления M_{sr} (единицы продукции)	10	9,85	9,9
Критический уровень запаса q_{\min} (единицы продукции)	10	10,2	9,8

Во всех экспериментах интервал времени T равен 300 суткам. Общее число прогонов в каждом эксперименте, по которым получены средние данные, было выбрано равным 1000.

Результаты прогонов усреднялись, кроме того, фиксировались минимальные и максимальные значения контролируемых характеристик.

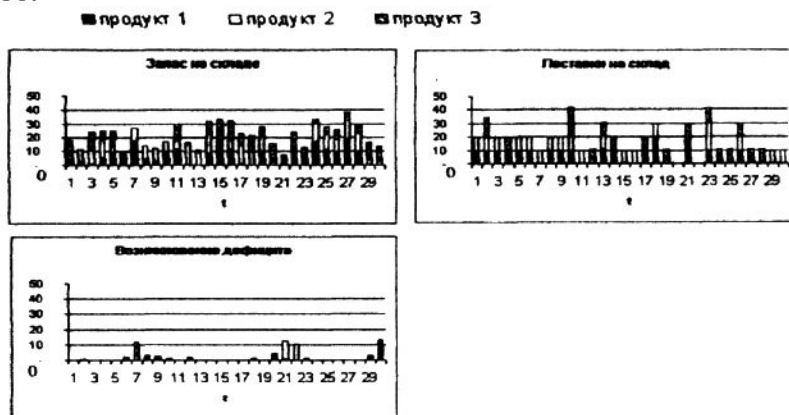


Рис. 1

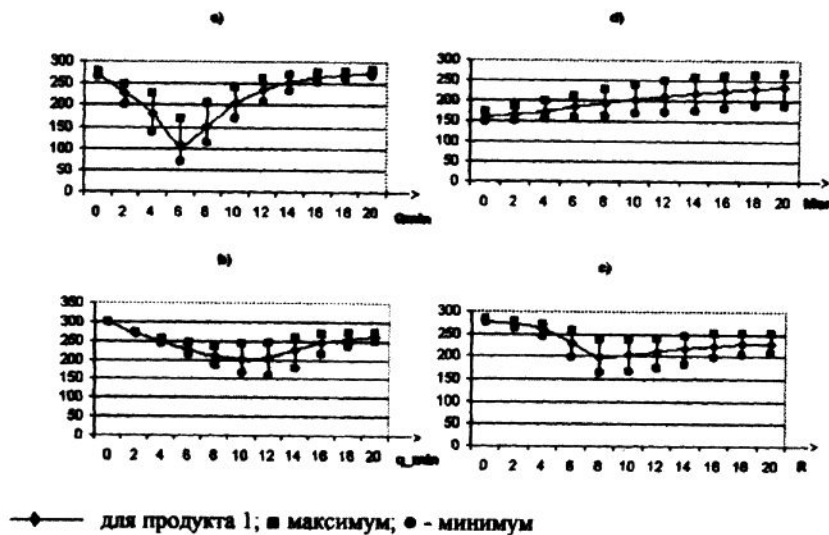


Рис. 2

Пример динамики изменения запасов сырья на складе, полученных с помощью имитационной модели для 30 дней функционирования склада, приведен на рис.1.

Результаты экспериментов, в которых исследовалось влияние ряда показателей на длительность интервала между поставками d_i , представлены на рис.2: а – влияние величины минимального объема заказа Q_{\min_i} ; б – среднего уровня потребления M_{sr_i} – (рис. 2-б); с – критического уровня запаса q_{\min_i} и d – страховочного объема заказа R_i .

В результате экспериментов установлено, что зависимость d_i от Q_{\min_i} , m_{sr_i} , q_{\min_i} имеет ярко выраженный экстремальный характер – это свидетельствует о наличии оптимальных значений соответствующих параметров с точки зрения длительности интервала хранения запасов.

ВЫВОДЫ

1. Разработана статистическая имитационная модель работы многопродуктового склада, позволяющая учитывать запаздывание в моментах поставки, случайные изменения входящих и выходных данных, переменную величину поставок на склад, случайный характер потребления каждого

вида сырья на складе с учетом взаимосвязи между различными видами сырья на складе.

2. Проведенные компьютерные эксперименты с моделью позволили установить зависимости средних значений (интервалы времени между поставками в зависимости от основных входящих величин). Эти зависимости носят экстремальный характер, что позволяет определить значения статистически оптимальных параметров, определяющих интервалы между заказами на поставки с учетом случайных вариаций параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Первозванский А.А. Математические модели в управлении производством. – М.: "Наука", 1975.
2. Рубальский Г.Б. Управление запасами при случайном спросе (модели с непрерывным временем) / Под ред. И.А. Ушакова. – М.: Сов. Радио, 1977.
3. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Основы математического моделирования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1977.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и вычислительной техники. Поступила 03.12.04.