

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В УПРАВЛЕНИИ ЗАПАСАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А.В. Загудайло, Т.А. Бородич

Управление запасами - важная часть общей политики управления оборотными активами предприятия, основная цель которой — обеспечение бесперебойного процесса производства и реализации продукции при минимизации совокупных затрат по обслуживанию запасов. Управление запасами — это та область оптимизации, в которой можно много выиграть от использования эффективных методов, и этот выигрыш непосредственно измеряется в денежном выражении. Применение экономико-математических методов позволяет спрогнозировать оптимальный уровень запасов и, тем самым, повысить эффективность производства.

Ключевые слова: управление запасами, эффективность, экономико-математические методы

Запасы представляют собой один из важнейших факторов обеспечения постоянства и непрерывности воспроизводства. Избыток запасов — это отвлеченные из оборота средства и расходы на содержание больших складских площадей, а недостаток — риск остановки производства и снижения выручки. В связи с этим важной задачей повышения эффективности производства является оптимизация запасов. Чтобы рассчитать оптимальный размер запасов можно воспользоваться методами теории игр и статистических решений. Для этого вводятся понятия участвующих сторон и вариантов стратегий. Под одной из сторон понимается работник отдела снабжения (его стратегия — различные варианты прогноза потребности в запасах); вторая сторона — «природа» — совокупность условий, в которых должно осуществляться решение о величине потребности в запасах сырья. Т.е. рассматривается не игра, а просто принятие решения с учетом возможных условий.

Задача состоит в выборе наилучшей стратегии снабженца, т.е. наиболее выгодного прогноза потребности в запасах. Пусть получено n стратегий природы $\Pi_j, j = 1, n$. Имеется и n возможных стратегий снабженца $Q_1, Q_2 \dots Q_i \dots Q_n$ — варианты прогноза потребности в сырье, соответствующие различным состояниям «природы». Затраты на запасы a_{ij} при каждой паре стратегий Q_i, Π_j задаются матрицей затрат A . Элементы матрицы A рассчитываются следующим образом.

Если фактический расход сырья совпадает с прогнозным ($i = j$), то затраты на запасы складываются из затрат на приобретение и хранение сырья на складе и определяются по формуле:

$$a_{ij} = C_d \cdot q_i + C_x \cdot q_i, \quad (1)$$

где q_i — прогноз потребности в запасах сырья определенного вида, соответствующий определенной Q_i стратегии снабженца, т.е.; C_d — цена товара, млн. р.; C_x — стоимость хранения тонны сырья на складе, млн.р.

Если при принятии стратегии Q_i фактический расход соответствует j -му варианту прогноза Π_j , т.е. Q_i стратегии, то затраты на запасы складываются из:

- затрат на приобретение и хранение необходимого количества запасов сырья:

$$C_d * q_i + C_x * q_i; \quad (2)$$

- затрат на приобретение и хранение излишних запасов сырья: целей проводимого исследования необходимо получить точное математическое описание протяженных элементов, необходимо учесть все значения резонансных частот в рабочем диапазоне. Данный диапазон определяется полосой пропускания электропривода исследуемой установки.

$$C_{\partial} \cdot (q_i - q_j) \cdot k + C_x \cdot (q_i - q_j) \text{ при } q_i > q_j; \quad (3)$$

- издержек, вызванных отсутствием необходимого сырья на складе:

$$(q_j - q_i) \cdot C_n, \text{ при } q_i < q_j, \quad (4)$$

где C_n – убытки предприятия от простоя производства, млн.р./т.; k – коэффициент, учитывающий плату за сверхнормативные запасы.

Матрица затрат имеет вид (рис. 1):

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i1} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}.$$

Рис. 1. Матрица затрат

Пусть, имеются ограничения на запасные ресурсы. Затраты на запасы не должны превышать некоторую заданную величину a^* . В матрице A среди всех элементов a_{ij} можно выделить максимальное a_{max} и минимальное a_{min} значения затрат, сопоставление которых с допустимой величиной затрат a^* приводит к ситуации выбора наилучшей стратегии.

Для выбора наилучшей стратегии в условиях неопределенности применяются критерии оптимальности Лапласа, Вальда, Сэвиджа и Гурвица. Эти критерии основываются на здравом смысле, интуиции и практической целесообразности. Они дают некоторую логическую схему принятия решения. Критерии позволяют последовательным численным анализом ситуации с разных точек зрения оценить принимаемое решение и высказать рекомендации по тому или иному образу действий и тем самым выбрать что-то определенное. Если рекомендации, вытекающие из различных критериев, совпадают, принимается рекомендуемое решение. Если же рекомендации критериев противоречат друг другу, то необходимо сравнить, насколько значительно отличаются результаты по разным критериям, привлечь дополнительную информацию и сделать окончательный выбор [1].

В качестве исходных данных используются сведения о средних запасах основного сырья ОАО «Могилевхимволокно» в 2010 г (таблица).

На основании исходных данных с помощью трендового метода прогнозируется потребность предприятия в запасах сырья на январь 2011 года [2]. Для параксилола прогнозная величина составит 3553,1 т. Определяется средняя ошибка прогноза для исследуемого показателя - 1592,67 т. Следовательно, для 95% доверительного интервала прогнозная величина запасов параксилола в январе 2011 г. будет находиться в пределах от 1960,43 т. до 5145,77 т.

Таблица. Сведения о средних запасах основного сырья ОАО «Могилевхимволокно»

Наименование сырья	Средний запас, т											
	ян-варь	фев-раль	март	апр-ель	май	июнь	июль	ав-густ	сен-тябрь	ок-тябрь	но-ябрь	де-кабрь
Пара-ксилол	2 607	1 365	929	917	817	2 320	4 779	4 644	1 704	515	2 470	5 150
Эти-ленгли-коль	2 352	3 975	4 006	3 731	2 172	827	1 490	3 280	3 672	2 079	1 567	2 013
ТФК	3 059	849	3 320	3 339	4 800	6 230	1 720	3 571	3 527	1 250	2 429	1 198
Ди-зельное топливо	1 253	622	1 158	2 129	1 945	1 797	2 657	3 053	2 004	693	344	344
Масло рапс-овое	254	353	412	573	543	250	393	454	240	308	367	206

Для дальнейшего анализа выбираются следующие варианты прогноза (стратегии снабженца):

- минимальное значение запаса – 1960,43 т.;
- среднее значение запаса – 3553,1 т.;
- максимальное значение запаса – 5145,77 т.

Формируются три варианта прогноза запаса параксилола, соответствующие трем стратегиям природы:

$Q1: q1 = 1960,43$ т.;

$Q2: q2 = 3553,1$ т.;

$Q3: q3 = 5145,77$ т.

Средняя стоимость хранения тонны параксилола на складе: $C_x = 0,002$ млн.р./т., потери предприятия из-за отсутствия запасов данного вида сырья: $C_p = 4,0$ млн.р./т, цена тонны параксилола $C_d = 1,95$ млн р/т, коэффициент, учитывающий плату за сверхнормативные запасы $k=1,01$. Также известно, что в январе 2011 г. запас параксилола будет не более 7000 тонн ($q^* = 7000$).

Допустимая величина затрат на запас параксилола рассчитывается следующим образом:

$$a^* = C_d * q^* + C_x * q^* = 1,95 * 7000 + 0,002 * 7000 = 13696,24 \text{ млн.р.}$$

По вышеприведенным формулам определяются элементы матрицы затрат A для параксилола (рис. 2):

$$A = \begin{vmatrix} 3\,835,78 & 10\,206,47 & 16\,577,16 \\ 6\,983,15 & 6\,952,02 & 13\,322,70 \\ 10\,130,51 & 10\,099,38 & 10\,068,25 \end{vmatrix}$$

Рис. 2. Матрица затрат для параксилола

Выбирается $a_{min} = 3835,784$ т и $a_{max} = 16577,16$ т. Данная ситуация неопределенная: $3835,784 < a^* < 16577,16$ - возникает проблема выбора наилучшей стратегии.

«Принцип недостаточного основания» Лапласа применяется, если игроку представляются в равной мере правдоподобными все состояния природы. Оптимальной

считается чистая стратегия A_i , обеспечивающая $\max_i \bar{a}_i = \frac{1}{n} \max_i \sum_{j=1}^n a_{ij}$ [1, с. 101]. В соответствии с этим критерием снабженцу рекомендуется выбрать первую стратегию (Q_1) и сформировать запас параксилола на январь 2011 г. в размере 1960,43 т.

Оптимальной по критерию Вальда считается чистая стратегия A_i , при которой наименьший выигрыш игрока A будет максимальным, т.е. ему обеспечивается $\alpha = \max_i \min_j a_{ij}$. Критерий рекомендует игроку A ожидать наихудшего результата и в этом предположении искать наиболее благоприятный исход (выигрыш) [1, с.102]. По критерию Вальда запас параксилола необходимо формировать в размере 5145,77 т (стратегия Q_3).

Критерий Сэвиджа ориентируется не на выигрыш, а на риск. Это тоже критерий крайнего пессимизма, но здесь пессимизм понимается в ином свете: рекомендуется всячески избегать большого риска при принятии решения. Риском r_{ij} игрока A , называется разность между максимальным выигрышем, который он мог бы получить, если бы достоверно знал, какая стратегия будет реализована природой, и тем выигрышем, который он получит, в неведении о том, какую же стратегию природа реализует. Таким образом, элементы r_{ij} матрицы рисков определяются по формуле:

$$r_{ij} = \beta_j - a_{ij} \geq 0, \quad (5)$$

где $\beta_j = \max_i a_{ij}$.

Оптимальной по критерию Сэвиджа считается та чистая стратегия A_i , при которой минимизируется величина r_{ij} максимального риска, т. е. обеспечивается $\min_i \max_j r_{ij}$ [1, с.102]. В соответствии с этим критерием снабженец придерживается второй стратегии (Q_2), запас параксилола составляет 3553,10 т.

Самым универсальным считается критерий Гурвица, который позволяет управлять степенью «оптимизма - пессимизма» «игрока». Оптимальной будет стратегия, найденная из условия:

$$\max_i (\gamma \min_j a_{ij} + (1 - \gamma) \max_j a_{ij}), \quad (6)$$

где γ принадлежит интервалу (0; 1) и выбирается из субъективных соображений [1, с.103].

По данному критерию выбирается первая стратегия (Q_1) и формируется запас в размере 1960,43 т.

Таким образом, работнику отдела снабжения ОАО «Могилевхимволокно» рекомендуется выбрать наиболее часто повторяющуюся вторую стратегию и сформировать запас параксилола в размере 3 553,10 т.

Аналогичным образом определяются размеры оптимальных запасов на январь 2011 г. для остальных видов сырья: для этиленгликоля: 2 840,91 т. (третья стратегия); для терефталевой кислоты (ТФК): 3 916,82 т. (третья стратегия); для дизельного топлива: 2 155,11 т. (первая стратегия); для масла рапсового: 415,04 т. (третья стратегия).

В результате проведенной оптимизации рассчитываются изменения коэффициентов оборачиваемости по каждому виду сырьевых запасов: по параксилолу коэффициент оборачиваемости увеличился в 1,2 раза; по этиленгликолю в 1,1 раза; по ТФК в 1,2 раза; по дизельному топливу в 5,17 раза; по маслу рапсовому в 2,04 раза.

Следовательно, применение экономико-математических методов в управлении запасами производственного предприятия позволяет не только сократить издержки на хранение излишков сырья, но и обеспечить непрерывное, рентабельное производство.

Литература

1. Экономико-математические методы и модели: Учеб пособие / *Н.И. Холод* [и др.]; Под общ. ред. *А.В. Кузнецова*. - Минск: БГЭУ, 2000. – 412 с.
2. *Бережная Е.В.* Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие / *Е.В. Бережная, В.И. Бережной*. – Финансы и статистика, 2001. – 368 с

Загудайло Анна Владимировна

Студентка инженерно-экономического факультета

Белорусско-Российский университет, г. Могилёв

Тел.: +375(29) 544-73-87

Е-mail: annetflower@gmail.com

Бородич Татьяна Анатольевна

Старший преподаватель кафедры «Коммерческая деятельность»

Белорусско-Российский университет, г. Могилёв

Тел.: +375(44) 738-45-10

Е-mail: tanjabor08@rambler.ru