

УДК: 622.62:658.286.2

И.В. Козина

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАПАСОВ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ЗАБОЯХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА «ГУСЕНИЦА»-SSA

*Аннотация.* Рассмотрено применение метода «Гусеница»-SSA для прогноза запасов материальных ресурсов в забоях угольных шахт. Построена математическая модель временного ряда на примере вспомогательного материала «хомут»: вложение, сингулярное разложение траекторной матрицы ряда, отбор главных компонент, диагональное усреднение.

*Ключевые слова:* прогноз запасов, прогноз временного ряда.

**Введение.** Улучшение технико-экономических показателей работы горной промышленности может быть достигнуто за счет применения прогрессивных способов добычи полезных ископаемых, ускорения темпов внедрения достижений научно-технического прогресса, повышения уровня организации производства, совершенствования системы управления технологическими процессами и отраслью в целом.

Специфика деятельности угольного предприятия заключается в создании запасов материальных ресурсов.

Запасы представляют собой один из важнейших факторов обеспечения постоянства и непрерывности производства. Непрерывность производства требует, чтобы постоянно находилось достаточное количество сырья и материалов, для полного удовлетворения потребностей производства в любой момент их использования.

Проблема управления запасами является одной из наиболее важных в организационном правлении. Но, как правило, не существует типовых решений – условия на каждом предприятии уникальны и включают множество ограничений и различных особенностей. С этим связаны и проблемы, возникающие при разработке математической модели и определении оптимальной стратегии управления запасами [1].

Как известно, любой производитель старается свести размер поставки материалов и оборудования к минимуму, поскольку это минимизирует его затраты на хранение и складирование. Графически зависимость затрат от размера поставки выглядит следующим образом рис.1 [2]:

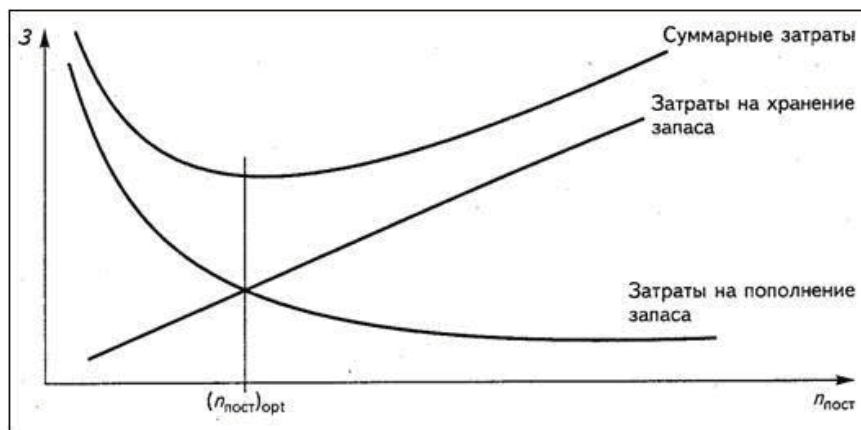


Рис.1 – Зависимость затрат от размера поставки

Из графика видно, что с увеличением объема поставки затраты на хранение запаса увеличиваются, а затраты на пополнение запаса, соответственно, уменьшаются.

Несмотря на то, что сейчас идет тенденция ускорения оборачиваемости запасов на предприятие, а, следовательно, и снижение размеров запасов, запасы по-прежнему занимают главную роль в обеспечении предприятия нормальными ритмичными условиями работы. Их всестороннее изучение и правильное понимание сущности товароматериальных запасов, их значения и роли в экономике предприятий и объединений, стоит в ряду важнейших проблем по экономии и рациональному использованию материальных ресурсов и задач по совершенствованию материально-технического снабжения угольных шахт.

Для угольных шахт большое значение имеет прогноз не только в материальных ресурсах, но и прогноз запасов материальных ресурсов [3].

Целью работы является применение метода «Гусеница» для определения прогноза запасов материальных ресурсов [4].

Построим математическую модель временного ряда на примере доставки вспомогательного материала «хомут».

Рассмотрим временной ряд  $\{x_i\}_{i=1}^N$ , образованный последовательностью  $N$  равностоящих значений некоторой функции  $f(t)$  (табл. 1):

$$x_i = f((i-1)\Delta t)$$

$i=1,2,\dots,10$ ,  $t$  – время, календарные дни;  $\Delta$  – некоторый временной интервал;  $N$  – длина ряда ( $N=15$ );  $L$  – длина гусеницы ( $L=10$ ).

Таблица 1

Временной ряд

Дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Кол-во деталей, шт	1	2	5	3	5	4	3	2	5	2	2	4	1	1	1

Базовый метод «Гусеница» состоит из четырех этапов:

*Этап 1. Вложение.* Данная процедура переводит исходный временной ряд в последовательность многомерных векторов.

В данном случае  $L=10$  (длина окна)  $1 < L < N$ . Процедура вложения образует  $K = N - L + 1$  векторов вложения, которые имеют размерность  $L$ :

$$X_i = (f_{i-1}, \dots, f_{i+L-2})^T \quad 1 \leq i \leq K \quad (1)$$

В результате вычисления данного этапа получим  $L$ - траекторную матрицу исходного ряда  $F$  для вспомогательного материала «хомут»:

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 5 & 3 & 5 & 4 \\ 2 & 5 & 3 & 5 & 4 & 3 \\ 5 & 3 & 5 & 4 & 3 & 2 \\ 3 & 5 & 4 & 3 & 2 & 5 \\ 5 & 4 & 3 & 2 & 5 & 2 \\ 4 & 3 & 2 & 5 & 2 & 2 \\ 3 & 2 & 5 & 2 & 2 & 4 \\ 2 & 5 & 2 & 2 & 4 & 1 \\ 5 & 2 & 2 & 4 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 4 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

*Этап 2.* Результатом этого шага является сингулярное разложение траекторной матрицы ряда.

Сингулярное разложение матрицы  $X$  может быть записано следующим образом:

$$X = X_1 + X_2 + \dots + X_d, \quad (2)$$

где  $X_i = \sqrt{\lambda_i} U_i V_i^T$ ;  $U_1 \dots U_L$  – ортонормированная система собственных векторов матрицы  $S$  ( $S = X \cdot X^T$ );  $\lambda_1 \dots \lambda_L$  – собственные числа матрицы  $S$ ;  $d = \max\{i: \lambda_i > 0\}$ .

Результатом этого этапа являются следующие элементарные матрицы:

$$X_1 = \begin{pmatrix} 0.8451 & 0.6196 & 0.7231 & . & . & 0.7656 \\ 0.2341 & 0.6540 & 0.5433 & . & . & 0.0765 \\ 0.2318 & 0.5819 & 0.6788 & . & . & 1.3871 \\ 0.5433 & 0.6491 & 0.8999 & . & . & 1.0339 \\ 0.3456 & 0.9303 & 0.9432 & . & . & 1.0367 \\ 0.9361 & 0.9361 & 0.8321 & . & . & 0.5451 \\ 0.4325 & 0.6541 & 1.1221 & . & . & 1.0432 \\ 0.5656 & 1.1527 & 0.7335 & . & . & 0.9776 \\ 1.1591 & 0.7376 & 1.4752 & . & . & 0.9654 \\ 0.7105 & 0.7901 & 1.0151 & . & . & 0.5436 \end{pmatrix}$$

.....

$$X_6 = \begin{pmatrix} 0.543 & 0.007 & 0.008 & . & . & 0.2207 \\ -0.3333 & -0.0658 & -0.0654 & . & . & -0.0563 \\ 0.1333 & 0.1055 & 0.1552 & . & . & 0.2994 \\ -0.1321 & -0.1554 & 0.0766 & . & . & -0.2173 \\ 0.0356 & 0.0675 & -0.0204 & . & . & 0.1887 \\ -0.0865 & -0.777 & -0.0475 & . & . & -0.0204 \\ -0.3421 & -0.543 & 0.0756 & . & . & -0.0488 \\ 0.0456 & 0.1786 & -0.055 & . & . & 0.0933 \\ -0.4321 & -0.6754 & 0.0013 & . & . & -0.0479 \\ 0.0065 & 0.5432 & -0.1778 & . & . & 0.0009 \end{pmatrix}$$

*Этап 3. Отбор главных компонент.* Разложение (2) может быть записано в следующем сгруппированном виде:

$$X = X_{I_1} + X_{I_2} + \dots + X_{I_m}, \quad (3)$$

где  $m$  – непересекающиеся подмножества множеств  $I_1 \dots I_m$

*Этап 4. Диагональное усреднение.* На последнем шаге базового алгоритма каждая матрица сгруппированного разложения (3) переводится в новый ряд длины  $N$  по формуле:

$$g_k = \begin{cases} \frac{1}{k+1} \sum_{m=1}^{k+1} y_{m,k-m+2}^* & 0 \leq k < L^* - 1 \\ \frac{1}{L} \sum_{m=1}^{L^*} y_{m,k-m+2}^* & L^* - 1 \leq k < K^* \\ \frac{1}{N-k} \sum_{m=k-K+2}^{N-K+1} y_{m,k-m+2}^* & K^* \leq k < N \end{cases} \quad (4)$$

Применяя диагональное усреднение (4) к результирующим матрицам, получим ряд вида:

$$f_n = 1,34 + 1,03 + 1,02 + 0,74 + 1 + 0,65$$

В результате применения алгоритма «Гусеница» получим форму прогнозируемого ряда (рис.2), которая полностью воспроизводит форму исходного ряда. Необходимо также отметить, что прогнозируемый ряд находится в доверительных интервалах.

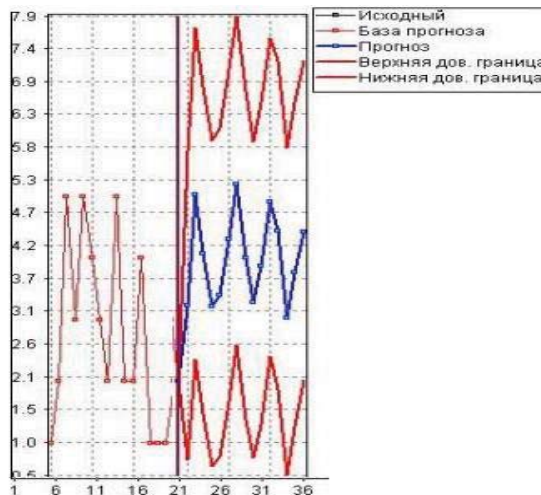


Рис. 2 – Прогноз исследуемого ряда

Выводы. Таким образом, применение метода «Гусеница» для прогноза запасов материальных потоков позволит предположить необходимое количество запасов для ведения горных работ в подготовительных выработках, а, следовательно, и ограничить материальные растраты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. <http://emm.ostu.ru/lect/lect4.html>
2. [http://www.prostobiz.ua/biznes/upravlenie\\_biznesom/stati/tseli\\_i\\_sistemy\\_upravleniya\\_zapasami](http://www.prostobiz.ua/biznes/upravlenie_biznesom/stati/tseli_i_sistemy_upravleniya_zapasami)
3. Системы подземного транспорта на угольных шахтах / Под. ред. В.А. Пономаренко. –М.,-Недра. 1975. – 309с.
4. Козина И.В. анализ и прогноз оперативной обработки материальных и информационных потоков в забоях угольных шахт с использованием метода «Гусеница» // Научный вестник НГУ.- 2010.-№4.- с. 61-64