

УДК 51:519.2

А.Ю. Погибельский

**МНОГОПРОДУКТОВАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ
С НЕЧЕТКО ЗАДАНЫМИ НАЧАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ***

Рассматриваются многопродуктовые модели управления запасами с нечеткими начальными условиями. Данная модель позволяет вычислять оптимальный объем пополнения запасов и функцию затрат. Многопродуктовая модель управления запасами с нечеткими начальными условиями представляет ожидаемые потери в более естественном виде и позволяет избавиться от некоторых неточностей. С учетом большого числа различных факторов, в данной статье был сделан ряд допущений, позволивших использовать нечеткую арифметику, для нахождения ожидаемых потерь в нечетком виде.

Статическая модель; многопродуктовая модель; управление запасами; нечеткие числа; функция затрат.

A.Y. Pogibelskiy

**MULTICOMPONENT MODEL OF INVENTORY MANAGEMENT WITH
FUZZY INITIAL CONDITIONS**

This article is about of multi component model of inventory management with fuzzy initial conditions. This model allows to calculate optimal replenishment of inventory and cost function. Multicomponent model of inventory management with fuzzy initial conditions represent the expected loss in more natural form and allows to dispose of some inaccuracies. Given the large number of different factors, this article made a number of assumptions that allowed the use of fuzzy arithmetic to find the expected losses in a fuzzy representation.

Static model; multicomponent model; inventory management; fuzzy number; cost function.

Многопродуктовые модели управления запасами являются наиболее востребованными на данный момент, и развитие данных моделей позволит избежать большого количества потерей связанных с хранением и реализацией продукта. Рассматривая модели управления запасами, в которых необходимо оценить ожидаемые потери при хранении нескольких видов продуктов, использование нечетких чисел для представления начальных данных позволяет избежать многих неточностей связанных со старением продукта, неточностью измерения количества продукта и других внешних факторов.

Для рассмотрения многопродуктовой модели управления запасами примем ряд допущений:

1. Пополнение происходит один раз.
2. Пополнение всех номенклатур происходит одновременно.
3. Отсутствуют ограничения на средства для закупки продуктов.
4. Накладные расходы для всех номенклатур продуктов являются одинаковыми.

Исходя из представленных допущений, нам необходимо оценить – в каком объеме пополнять запасы каждой из номенклатур и каковы будут ожидаемые потери, что позволит принять верное управленческое решение и избежать лишних потерь.

Пусть мы имеем i номенклатур продуктов, начальные запасы которых представлены нечеткими величинами. На основании экспертной оценки мы имеем распределение значений спроса для каждого продукта.

Для начала представим основные формулы вычисления ожидаемых потерь для i -ой продукции.

Пусть c^i – стоимость одной единицы i продукции.

Тогда затраты на приобретение \tilde{x}^i изделий i продукции, выражаются формулой:

$$c(\tilde{x}^i) = \begin{cases} 0 & \text{при } \tilde{x}^i = 0; \\ K + c^i \tilde{x}^i & \text{при } \tilde{x}^i > 0, \end{cases}$$

где величина K является накладными расходами (расходы, связанные с процедурами отгрузки, оформления заказа и транспортировкой груза).

Затраты на покупку n номенклатур:

$$\tilde{C} = \sum_{i=1}^n c(\tilde{x}^i).$$

Обозначим через $f(\tilde{q}^i | \tilde{x}^i)$ суммарные затраты в случае, когда спрос $\tilde{q}^i = \tilde{q}_j^i$, а суммарный объем запаса \tilde{y}^i . Тогда

$$f(\tilde{q}^i | \tilde{x}^i) = \begin{cases} c(\tilde{x}^i) + h^i(\tilde{y}^i - \tilde{q}^i), & \tilde{q}^i < \tilde{y}^i; \\ c(\tilde{x}^i) + \pi^i(\tilde{q}^i - \tilde{y}^i), & \tilde{q}^i > \tilde{y}^i, \end{cases}$$

где h^i – затраты на содержание одного изделия i -ой номенклатуры, остающегося на складе после планового периода, а π^i – штрафные потери в расчете на одно изделие i -ой номенклатуры, отсутствующее на складе. В верхней части системы представлены суммарные затраты, когда объем суммарных запасов превышает уровень спроса, а в нижней, уровень спроса превышает объем суммарных запасов.

На основании функции суммарных затрат $f(\tilde{q}^i | \tilde{x}^i)$ функция ожидания суммарных затрат в нечетком виде примет вид:

$$N(\tilde{y}^i) = c(\tilde{x}^i) + \sum_{\tilde{q}^i=0}^{\tilde{y}^i} h^i(\tilde{y}^i - \tilde{q}^i)p(\tilde{q}^i) + \sum_{\tilde{q}^i>0} \pi^i(\tilde{q}^i - \tilde{y}^i)p(\tilde{q}^i),$$

где $p(\tilde{q}^i)$ – вероятность того, что уровень спроса попадает в границы нечеткой величины \tilde{q}^i .

Так как функция $N(\tilde{y}^i)$ напрямую зависит объема пополнения \tilde{x}^i , то необходимо оптимальным образом выбрать \tilde{x}^i , так что бы \tilde{x}^i был минимален. Для этого используется правило пополнения запасов:

$\tilde{y}^i = \tilde{z}^i, \tilde{x}^i = 0$ при $\tilde{z}^i \geq \tilde{s}^i$ (заказ на поставку не оформлять), где \tilde{z}^i – начальный уровень запасов i продукции,

$\tilde{y}^i = \tilde{S}^i, \tilde{x}^i = \tilde{S}^i - \tilde{z}^i$ при $\tilde{z}^i < \tilde{s}^i$ (оформлять заказ на поставку).

Данное правило называют $(\tilde{s}^i, \tilde{S}^i)$ -стратегией [1], где \tilde{s}^i – критический уровень запасов (точка заказа), а \tilde{S}^i – уровень запасов, достигаемый в результате пополнения. В связи с тем, что уровень запасов, объем заказываемого товара, суммарный объем запасов, точка заказа и уровень запасов, достигаемый в ре-

зультате пополнения, являются нечеткими, необходимо вычислять индекс ранжирования [2] для сравнения. И сравнивая данные индексы, принимать решения об оформлении заказа.

Пусть $\tilde{R}^i = \frac{\tilde{\pi}^i - c^i}{\tilde{\pi}^i + \tilde{h}^i}$ – критическое отношение. Тогда значение неотрица-

тельной величины \tilde{S}^i равняется наименьшему из целых чисел, для которого

$$p(\tilde{S}^i) = \sum_{\tilde{q}^i=0}^{\tilde{S}^i} p(\tilde{q}^i) \geq \tilde{R}^i.$$

Основываясь на данном выражении, оптимальным значением \tilde{S}^i является такое значение \tilde{S}^i , для которого суммарный спрос полностью удовлетворяется с вероятностью \tilde{R}^i .

Точкой заказа \tilde{s}^i будет являться наименьшее из чисел, удовлетворяющих условию

$$N(\tilde{s}^i) \ll K + N(\tilde{S}^i).$$

Вычислив для каждой номенклатуры значения точки заказа и уровня запасов, достигаемых в результате пополнения, вычисляется значение объема пополнения запаса каждой номенклатуры. Тогда система ожидаемых суммарных затрат для n номенклатур примет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} N(\tilde{y}^1) = c(\tilde{x}^1) + \sum_{\tilde{q}^1=0}^{\tilde{y}^1} h^1(\tilde{y}^1 - \tilde{q}^1)p(\tilde{q}^1) + \sum_{\tilde{q}^1>0} \pi^1(\tilde{q}^1 - \tilde{y}^1)p(\tilde{q}^1); \\ N(\tilde{y}^2) = c(\tilde{x}^2) + \sum_{\tilde{q}^2=0}^{\tilde{y}^2} h^2(\tilde{y}^2 - \tilde{q}^2)p(\tilde{q}^2) + \sum_{\tilde{q}^2>0} \pi^2(\tilde{q}^2 - \tilde{y}^2)p(\tilde{q}^2); \\ \dots \\ N(\tilde{y}^n) = c(\tilde{x}^n) + \sum_{\tilde{q}^n=0}^{\tilde{y}^n} h^n(\tilde{y}^n - \tilde{q}^n)p(\tilde{q}^n) + \sum_{\tilde{q}^n>0} \pi^n(\tilde{q}^n - \tilde{y}^n)p(\tilde{q}^n). \end{array} \right.$$

Решение данной системы позволяет получить оценки ожидаемых суммарных затрат для каждой из номенклатур при данных оценках вероятностей спроса. Данные оценки будут представлены в нечетком виде.

Проведя все вычисления, можно адекватно оценить каких потерь стоит ожидать, при данном уровне запаса. То есть использование аппарата нечетких чисел позволяет избавиться от некоторых неточностей и более наглядно оценить результаты пополнения запасов. В зависимости от выбора представления нечетких чисел оценка ожидаемых суммарных затрат будет представлена в том или ином виде, который более удобен для принятия решения. Например, используя данную модель для склада с зерном, мы получим значение функции ожидания суммарных затрат в нечетком виде, равным $N(\tilde{y}^n)$, и значение $N(y^n)$, используя стандартную статическую модель. Но так как существуют некоторые внешние факторы, такие как влажность и неточность весов, возможны некоторые изменения суммарного объема запасов, и значение $N(y^n)$ будет являться ошибочным, в то время, как значение $N(\tilde{y}^n)$ учитывает данные факторы. То есть, решение, найденное в нечетком виде, является более точным в данном случае.

Многопродуктовая статическая модель управления запасами позволяет получить ожидаемые оценки функции суммарных затрат на основании которых возможно принять управленческое решение. Использование нечетких чисел в данной модели позволяет избежать ошибок вычисления связанных с отклонением некоторых величин от предполагаемых значений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. *Вагнер Г.* Основы исследования операций. Т. 3: перевод с английского. – М.: Мир, 1973. – С. 5-29, 197-224.
2. *Розенберг И.Н., Старостина Т.А.* Решение задач размещения с нечеткими данными с использованием геоинформационных систем. – М.: Научный мир, 2006. – С. 34-45.
3. *Berstein L.S., Dziouba T.A.* Construction of a spanning subgraph with the ordered degrees in the fuzzy bipartite graph // Proceedings of EUFIT'98, Aachen, Germany, 1998. – P. 47-51.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.П. Карелин.

Погибельский Александр Юрьевич

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: alexpogib@gmail.com.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: +79085149537.

Аспирант.

Pogibelskiy Alexander Yurevich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education "Southern Federal University".

E-mail: alexpogib@gmail.com.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +79085149537.

Post-graduate Student.