

МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ В ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ СКЛАДОВ

Хоботов Е.Н.

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,
Россия, Москва, Профсоюзная ул., 65,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
Россия, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5
e_khobotov@mail.ru*

Аверьянова Е.Е.

*ООО «Фирма Резерв-Инвест», Россия, Москва, Малый Златоустинский пер., дом 6, стр.1
ail19@yandex.ru*

Аннотация: Рассматриваются задачи управления многономенклатурными запасами в иерархической системе складов в условиях известного и случайного спроса. Для их решения предлагаются модели и методы, использующие кусочно-линейную аппроксимацию функций расхода запасов для всех складов, находящихся на различных уровнях такой системы складов.

Ключевые слов: управление запасами, иерархическая система складов, случайный спрос, модели, методы, хранение, многономенклатурные запасы.

Введение

Задачи управления многономенклатурными запасами вызывают повышенный интерес, который вызван наличием значительного числа организаций, осуществляющих прием, хранение и реализацию больших объемов запасов, что приводит к большим затратам на их содержание. Эти затраты могут быть существенно сокращены за счет правильного выбора объемов и времени пополнения запасов.

Для управления многономенклатурными запасами в [1-2] были предложены методы, позволяющие определять объемы и времена пополнения таких запасов в условиях постоянного спроса на реализуемую продукцию.

Значительные проблемы и затруднения возникают при разработке методов управления многономенклатурными запасами в условиях случайного изменения спроса на хранящуюся на складе продукцию. Для управления запасами в условиях неопределенности и случайного спроса на реализуемую складом продукцию в [3-4] было предложено для построения методов управления запасами использовать линейную и кусочно-линейную аппроксимации функций расхода. Это позволяет строить линеаризованные модели управления запасами, для которых удалось получить оценки затрат на хранение и пополнение запасов, а также оценки, позволяющие определять моменты, когда следует пересчитывать времена между пополнениями запасов.

Кроме того, в последние годы повысился интерес к задачам управления многономенклатурными запасами в системе складов, когда производители и поставщики доставляют продукцию большими партиями на склады «верхнего» уровня, позволяющие хранить большие объемы продукции, которая потом распределяется по складам более «низких» уровней.

Иерархические системы складов используются при снабжении регионов продукцией, лекарствами, запасными частями, особенно автомобильными и т.д. В подобных системах складов, как правило, хранятся большие запасы продукции, и осуществляется ее значительный оборот. Поэтому есть основания полагать, что создание моделей и методов для управления созданием и хранением запасов в иерархических системах складов позволит значительно сократить затраты на содержание запасов и работу складов.

В предлагаемом докладе рассматриваются задачи управления запасами и работой иерархических систем складов в условиях постоянного и случайного спроса и предлагаются методы их решения.

1 Постановка задачи

Рассмотрим постановку одной из задач управления многономенклатурными запасами, которая возникает в работе иерархической системы складов.

Пусть задана иерархическая система складов, которую удобно представить в виде ациклического графа. В вершине такого графа находится склад первого уровня, который снабжается напрямую производителями продукции. На этом складе хранятся все виды продукции, которые реализуются в системе складов, и все остальные склады системы получают продукцию, доставленную сначала на данный склад. На втором уровне системы складов имеется M_2 складов. На последнем N -м уровне находится M_N складов.

Каждый склад следующего уровня снабжается только с одного склада предыдущего уровня. Назначение снабжающего склада может производиться как по стоимости доставки продукции между складами, так и по составу поставляемой продукции.

В дальнейшем удобно рассматривать иерархическую систему складов, состоящую из трех уровней: склада первого уровня, промежуточных складов и складов последнего 3-го уровня. Такое предположение не является принципиальным, но существенно упрощает изложение задачи и методов ее решения.

Со складов 3-го уровня осуществляется основной объем снабжения потребителей необходимой продукцией, хотя реализация продукции потребителям производится со складов всех уровней.

Для каждого склада i ($i = 1, \dots, M_k$) из k -го уровня системы задана стоимость хранения C_{ij}^k единицы продукции j -го типа ($j \in I_{ik}$) в единицу времени, где I_{ik} – множество типов продукции, которая хранится на i -м складе k -го уровня. Заданы также стоимости доставки продукции C_{si}^k на i -й склад k -го уровня, которые не зависят от величины пополнения. В задачах управления запасами [5] такое предположение достаточно часто используется.

Для любого склада i ($i = 1, \dots, M_k$) из k -го уровня системы ($k = 1, 2, 3$) известна величина спроса $r_{ij}^k(t)$ на хранящуюся на нем продукцию j -го типа ($j \in I_{ik}$) в единицу времени или прогноз этой величины $r_{ij}^k(t)$ в течение планируемого интервала времени T .

В задаче требуется для каждого склада i ($i = 1, \dots, M_k$; $k = 1, 2, 3$) определить интервалы времени t_{si}^k между смежными пополнениями запасов, величину q_{sil}^k каждого пополнения l любого склада i

$i = 1, \dots, M_k$, а также общие затраты D_T системы складов на создание и хранение запасов в течение планируемого интервала времени T .

2 Идеи и принципы создания методов управления запасами

Для построения методов управления запасами в такой иерархической системе складов, как и в работах [4] предлагается использовать кусочно-линейную аппроксимацию функций расхода запасов на каждом складе. Такая аппроксимация позволяет строить линейаризованные модели управления запасами, с помощью которых можно определять интервалы времени между пополнениями запасов, а также времена, когда эти времена следует пересчитывать.

Сначала определяются времена между смежными пополнениями запасов для каждого склада нижнего уровня. Для этого необходимо определить средний спрос на каждый вид продукции, хранящейся на соответствующем складе в течение планируемого времени T . После этого определяются интервалы времени между смежными пополнениями склада и величиной пополнения по каждому типу хранящейся на складе продукции.

Здесь следует отметить, что склады каждого уровня, кроме первого, объединены в группы. Все склады каждой из этих групп пополняются продукцией из одного склада предыдущего уровня. Пополнение складов должно быть организовано таким образом, чтобы склад, из которого пополняются склады следующего уровня, мог обеспечивать их своевременное пополнение.

Если склад может обеспечить одновременную погрузку и отправку пополнения для всех складов, которые этот склад снабжает продукцией, то интервалы времени t_{sik}^* между смежными пополнениями запасов i -го склада ($i = 1, \dots, M_k$) k -го уровня системы складов снабжаемых таким складом вычисляется с помощью соотношения, полученного в соответствии с [4]:

$$t_{sik}^* = \sqrt{\frac{2\tilde{C}_{sik}}{\sum_{j=1}^{n_i} C_{ijk} \bar{r}_{ijk}}}$$

где \tilde{C}_{sik} – стоимость доставки пополнения запасов для i -го склада ($i = 1, \dots, M_k$) k -го уровня системы складов, n_i – количество типов продукции, которая поступает и храниться на i -го склада ($i = 1, \dots, M_k$) k -го уровня системы складов, C_{ijk} – стоимость хранения единицы продукции j -го типа ($j \in I_{ik}$) в единицу времени на i -м складе k -го уровня, \bar{r}_{ijk} – средний спрос на продукцию j -го типа ($j \in I_{ik}$) в единицу времени на i -м складе k -го уровня в течение интервала планирования T .

В том случае, когда снабжающий склад не может обеспечивать одновременную погрузку и отправку пополнения для всех снабжаемых им складов, то интервалы времени между смежными пополнениями запасов всех складов снабжаемых таким складом следует делать равными. В этом случае удаётся добиться того, что не возникнет ситуация, когда два и более складов потребуются одновременно пополнить из снабжающего склада. При таком условии затраты D_{lk-1} на пополнение и хранение запасов на i -х складах k -го уровня, которые снабжаются со склада l ($k-1$ -го уровня, будут выражаться с помощью следующего соотношения:

$$D_{lk-1} = \sum_{i \in J_{lk-1}} \left(\sum_{j \in I_{ik}} \frac{C_{ijk} \bar{r}_{ijk} t_{sik}^2}{2} + \tilde{C}_{sik} \right) \tilde{n}_{lk-1}$$

где J_{lk-1} – множество складов k -го уровня, которые снабжаются со склада l ($k-1$ -го уровня, t_{sik} – время между смежными пополнениями складов k -го уровня, которые снабжаются со склада l ($k-1$ -го уровня, \tilde{n}_{lk-1} – количество пополнений складов k -го уровня, которые снабжаются со склада l ($k-1$ -го уровня, в течение интервала планирования T .

Из условия минимума функции затрат D_{lk-1} вычисляются интервалы времени t_{sik}^* между смежными пополнениями запасов всех складов, которые снабжаются со склада l ($k-1$ -го уровня. Величина этого интервала времени t_{sik}^* определяется с помощью следующего соотношения:

$$t_{sik}^* = \sqrt{\frac{2 \sum_{i \in J_{ik-1}} \tilde{C}_{sik}}{\sum_{i \in J_{ik-1}} \sum_{j=1}^{n_i} C_{ijk} \bar{r}_{ijk}}}$$

Литература

1. Калинин Н.М., Хоботов Е.Н. Модели управления многопродуктовыми запасами при постоянном спросе. Журнал «Автоматика и телемеханика». – 2008. - № 9, 156-169 стр.
2. Калинин Н.М., Хоботов Е.Н. Об одном подходе к управлению многопродуктовыми запасами. Журнал «Программные продукты и системы». – 2008. № 4. 120-123 стр.
3. Хоботов Е.Н. Методы решения задач управления многопродуктовыми запасами при случайном спросе // Изв. РАН ТиСУ. 2011. № 2. 91-102 стр.
4. Хоботов Е.Н. Использование кусочно-линейной аппроксимации функций расхода для построения методов управления запасами // Проблемы управления. 2011. № 6. 38-46 стр.
5. Хедли Д., Уайтин Т. Анализ систем управления запасами. М.: Наука. 1969.