

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АНАЛИЗА СКЛАДСКИХ ЗАПАСОВ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Для промышленных предприятий весьма актуальным является управление складскими запасами [1, 187; 2, 17-19]. Склады являются одним из основных звеньев работы предприятий: скорость погрузочно-разгрузочных работ, слаженность работы складских работников и административного персонала, качество хранения продукции, своевременное определение бракованной продукции, отгрузка в соответствии с расходными документами – все эти факторы влияют на качество работы предприятия как с поставщиками, так и с потребителями продукции. Эффективная работа отделов сбыта, внешнеэкономических связей, экспедиции, маркетинга и рекламы может быть нивелирована неорганизованной работой складского хозяйства.

На данный момент отсутствует единый подход к оперативному анализу запасов, который позволял бы совмещать определение объемов и сроков закупок, темпов потребления, а также объемов пополнения складского запаса. Это обуславливает необходимость использования нескольких методов анализа первичной информации на предприятии, а значит, замедление принятия решений по управлению складской программой предприятия. Вследствие этого возможно возникновение дефицита складских запасов и неспособность в полной мере удовлетворить спрос, возникающий на рынке, что может привести к

недополучению прибыли и потере клиентов.

Целесообразность разработки алгоритма анализа запасов обусловлена также необходимостью минимизации затрат на содержание запасов. «Складские запасы представляют собой крупнейшую инвестицию в активы большинства производителей, дистрибьюторов и розничных торговцев. Вместе с тем увеличение материальных запасов не всегда приносит позитивный эффект, так как их поддержание связано со значительными издержками. Чтобы снизить затраты на хранение, компания может установить невысокий уровень материальных запасов, однако возникающий вследствие этого дефицит товаров часто ведет к потере клиентов» [2, 17].

Таким образом, целью создания алгоритма анализа складских запасов является предоставление работникам предприятия наиболее полной и упорядоченной информации о состоянии запасов для принятия решений об управлении складской программой компании. Для достижения этой цели необходимо решить такие задачи:

1. Создать систему анализа складских запасов, которая позволяла бы в кратчайшие сроки получать наиболее полную картину о состоянии запасов. Для этого необходимо проследить последовательность работ предприятия с поступлением товара на склад и его реализацией, выбрать наиболее точные источники информации, определить

---

© Конищева Наталья Иосифовна – доктор экономических наук, профессор;  
Бондаренко Александр Александрович – соискатель.  
Институт экономики промышленности НАН Украины, Донецк.

математические методы ее обработки.

2. Обеспечить оперативное предоставление работникам предприятия первичной информации о состоянии остатков продукции на складе. Это позволит своевременно обрабатывать данные и определять сроки пополнения складского запаса, виды закупаемой продукции и объемы закупок.

3. Осуществить стандартизацию сбора, накопления и обработки информации, что даст возможность упростить взаимодействие между структурами предприятия.

При создании алгоритма акцент делался на задачи, которые ставятся перед службами (отделы снабжения, логистики, поставок, закупок) или сотрудниками (менеджер поставок, заместитель директора по снабжению, менеджер логистики), ответственными за пополнение складских запасов. Эти задачи описаны в пунктах 2.1-2.3 рис. 1. Кроме того, для анализа важен контроль эффективности закупки продукции начальниками соответствующих служб или отделов. Такой контроль представлен пунктами 3.1-3.3 рис. 1.

При внедрении алгоритма необходимо решение задач, указанных в пунктах 1.1-1.4 рис. 1. Эти задачи не являются обязательными для регулярного выполнения на предприятии, но призваны упорядочить взаимодействие и информационный обмен между подчиненным и управляющим сотрудниками. Это упростит взаимодействие работников предприятия в сфере пополнения складских запасов и закупки продукции.

С помощью разработанного алгоритма анализа складских запасов будут решены такие проблемы: пополнение складских запасов с учетом ассортимента, объемов и сроков закупки; снижение объемов низколиквидной продукции на

складе; увеличение складских запасов высокооборотистой продукции; снижение затрат на содержание запасов; минимизация рисков потери клиентов и недополучения прибыли.

Для упрощения решения поставленных задач рассмотрим существующие методы анализа складских запасов предприятия. На сегодняшний день их разработано большое количество. Наиболее интересными являются математические как максимально формализованные. Условно их можно разделить на группы, представленные в табл. 1.

Детально все эти методы описаны в работах Н.Ш.Кремера [3, 371-391], В.И. Малыхина [4, 250-253], А.Н. Федоровой [5, 229-246].

Однако каждая из вышеуказанных групп методов математического анализа ограничена в использовании. Так, обязательным требованием методов статистического анализа является постоянство интенсивности потребления [3, 376]. Другими словами, для использования статистических методов необходимо, чтобы спрос был равномерен. Такое ограничение значительно сужает сферу применения этих методов. Кроме того, отдельные статистические методы предполагают заранее известные величину спроса на год, постоянные цены в течение года, фиксированные сроки поставок [6, 142-148].

Для методов линейного программирования необходимо заранее знать количество потребителей и объем продукции, который будет заказан, чтобы задать соответствующие уравнения [7, 7-10]. Такие ограничения делают существующие статистические методы и методы линейного программирования достаточно узко специализированными и неуниверсальными.

Методы стохастического анализа и моделирования предполагают фиксацию лишь отдельных параметров задачи

[3, 383]. Остальные неизвестные величины становятся искомым элементом задачи. Такими параметрами задачи могут быть:



*Рис. 1. Цели и задачи разработки алгоритма анализа складских запасов на промышленном предприятии*

Таблица 1. Математические методы анализа складских запасов

Группы методов	Методы анализа запасов
1. Методы статистического анализа	Метод без учета дефицита продукции Метод с учетом дефицита продукции
2. Методы стохастического анализа	Метод с фиксированным размером заказа Метод с фиксированным интервалом времени между заказами Метод с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня Метод «минимум-максимум»
3. Методы линейного программирования	Транспортная задача Симплекс-метод

период между двумя поставками; период доставки; период оформления заказа; возможная задержка доставки; размер заказа; ожидаемое дневное потребление; гарантийный складской запас.

Вместе с тем стохастическим методам присущи как общие, так и частные недоработки, которые порождают трудности в их использовании.

К общим недостаткам, характерным для методов стохастического анализа, можно отнести статичность порогового (гарантийного) складского запаса при неустойчивости спроса [5, 227]. При постоянном росте потребления удельный вес гарантийного складского запаса в общем объеме запасов уменьшается. И со временем непредвиденные колебания спроса могут превысить гарантийный складской запас. Это может привести к дефициту товара на складе.

Еще более остро этот недостаток проявляется при сезонном колебании спроса: снижение потребления приводит к перезатовариванию склада, а рост спроса сопровождается дефицитом складских запасов. А ведь целью формирования гарантийного складского

запаса является именно устранение возможности возникновения дефицита.

Проблемой также является отсутствие четко формализованного метода расчета величины гарантийного складского запаса. То есть при принятии решения о внедрении одного из стохастических методов анализа складских запасов неопределенным останется вопрос расчета гарантийного складского запаса. Это может привести к затруднению внедрения стохастического анализа в работу предприятия или даже отказу от этого метода в силу его несовершенства.

Для стохастических методов анализа складских запасов характерен расчет оптимального размера заказа по формуле Вильсона [5, 230-231]:

$$OPZ = \sqrt{\frac{2AS}{ik}}, \quad (1)$$

где  $OPZ$  – оптимальный размер заказа;

$A$  – затраты на единицу заказываемого продукта;

$S$  – потребность;

$i$  – затраты на хранение единицы продукции;

$k$  – коэффициент, учитывающий скорость пополнения запаса на складе.

Применение этого метода затруднительно, потому что не выработана четкая методика по определению потребности и не конкретизирован вид потребности. Отсутствует инструментарий расчета показателя  $k$ . Кроме того, расчет таких денежных показателей, как  $A$  и  $i$ , может дать сбой при смене методов учета запасов в денежном выражении, перечисленных в Положении (стандарте) бухгалтерского учета «Запасы» [8, 237-239]. Работа по получению данных бухгалтерского и складского учета для расчета формулы Вильсона является трудоемкой, так как требует совмещения данных складского и бухгалтерского учета. Таким образом, стохастические методы требуют большого количества времени для расчета необходимых показателей. Они предполагают работу с данными об одном товаре, в то время как предприятия работают с достаточно широким ассортиментом продукции и это является одним из ключевых условий рыночной экономики [9, 19-21]. Формулы, разработанные в рамках стохастических методов, не учитывают ассортимент продукции компании, и это сужает область их применения.

Перечисленные общие недостатки стохастических методов анализа складских запасов дополняются их индивидуальными недоработками. Если рассматривать наиболее популярные, то метод с фиксированным размером заказа не учитывает изменений потребления и, зафиксировав размер заказа на одном уровне при росте спроса, предприятие может осуществлять закупку слишком часто, что вызовет необоснованный рост транспортных затрат и повышение стоимости продукции.

Метод с фиксированной периодичностью заказа также не учитывает интенсивность потребления

продукции и, используя его, предприятие рискует либо недозагружать транспортные средства при низком уровне потребления, что увеличит транспортные расходы, либо испытывать дефицит продукции при росте спроса и неизменности графика поставок.

Те же проблемы наблюдаются при использовании метода с установленной периодичностью пополнения запаса до установленного уровня. Для метода «минимум-максимум» не разработан инструментарий определения размера закупки и максимальных ограничений. Все вышеперечисленные недостатки сужают сферу применения стохастических методов и снижают уровень их универсальности.

Таким образом, рассмотренные методы не позволяют однозначно и в то же время оперативно получать информацию о состоянии складских запасов. В случае практического применения таких методов могут возникнуть трудности в расчете показателей. Следует также учитывать, что все они ориентированы на работу одного специалиста изолированно от структуры предприятия, в которой он работает, что усложняет контроль эффективности работы специалиста.

Исходя из вышеизложенного необходимо разработать такой алгоритм анализа, который на основании оперативных данных складского учета давал бы адекватную информацию о необходимости пополнения складского запаса: объемах, сроках пополнения и видах товара. Именно алгоритм, указывающий на последовательность действий, позволит упорядочить совокупность разрабатываемых показателей и внедрить их в структуру предприятия. При разработке алгоритма необходимо также учесть трудность накопления и сбора первичных данных

из бухгалтерского и из складского учета и избавиться от смешивания натуральных и денежных единиц измерения, использованного в формуле Вильсона.

Наиболее важным является внедрение матричного подхода как элемента матричной алгебры [10, 258-261] для учета ассортимента продукции промышленного предприятия. Ведь представление данных складского учета в виде матрицы позволяет учитывать два фактора: время и ассортимент, так как запасы изменяются во времени и в зависимости от вида продукции, то есть от ассортимента. Линейные подходы, используемые в стохастических методах, учитывают только один параметр – время. Таким образом, матричный подход более целесообразен по сравнению с подходом, используемым в статистических и стохастических методах.

Предприятие обязано вести складской учет в соответствии с Законом Украины от 16 июля 1999 г. №996-XIV «О бухгалтерском учете и финансовой отчетности в Украине» [11, 822-824]. Основным документом складского учета является карточка складского учета, в которой отражается ежедневное движение продукции в натуральном выражении. Таким образом, карточка складского учета является первичным документом на предприятии и будет первичным документом для проведения анализа.

Исходя из данных карточек складского учета изменение складских запасов на складе может быть представлено в виде матрицы  $A$ .

$$A = \begin{pmatrix} a_{11}, a_{12}, a_{13}, \dots, a_{1n-2}, a_{1n-1}, a_{1n} \\ a_{21}, a_{22}, a_{23}, \dots, a_{2n-2}, a_{2n-1}, a_{2n} \\ \dots \\ a_{m1}, a_{m2}, a_{m3}, \dots, a_{mn-2}, a_{mn-1}, a_{mn} \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где  $A$  – матрица остатков складских запасов на конец каждого рабочего дня (в натуральном выражении);

$a_{ij}$  – складской запас  $i$ -го вида продукции на  $j$ -й день (в натуральном выражении);

$i=1:n$  – ассортимент продукции;

$j=1:m$  – количество дней, в течение которых наблюдалось изменение складского запаса.

Обязательным требованием к накоплению и обработке первичной информации является однотипность [12, 292-293]. Ее обеспечивает стандартная форма накопления данных складского учета. Наиболее подходящим способом накопления однотипной информации является составление матриц в базах данных. Матричное представление данных первичного учета соответствует всем требованиям матричной алгебры [4, 12-18].

Будем считать, что интенсивность потребления – это количество продукции, которое было куплено в течение определенного промежутка времени. В нашем случае – это день. Рассчитаем интенсивность ежедневного потребления продукции, основываясь на данных матрицы  $A$  по формуле

$$C_{ij} = a_{ij} - a_{ij-1}, \quad (3)$$

где  $C_{ij}$  - интенсивность потребления  $i$ -го вида продукции в  $j$ -й период времени (в натуральном выражении за день).

Предполагая, что весь товар, который отгружался со склада, был продан, а величина потребления – это разница между текущим складским остатком и вчерашним, делается допущение, что товар не был списан, не учтен или украден.

Получаем матрицу интенсивности потребления

$$C = \begin{pmatrix} C_{11}, C_{12}, C_{13}, \dots, C_{1n-1}, C_{1n} \\ C_{21}, C_{22}, C_{23}, \dots, C_{2n-1}, C_{2n} \\ \dots \dots \dots \\ C_{m1}, C_{m2}, C_{m3}, \dots, C_{mn-1}, C_{mn} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Среднее потребление каждого вида продукции будет выглядеть, как транспонированный вектор среднеарифметических значений исследуемого периода  $j=1 \div m$ , полученный из исходной матрицы  $C$ .

$$\bar{C} = \begin{pmatrix} \bar{C}_1 \\ \bar{C}_2 \\ \dots \\ \bar{C}_n \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где  $\bar{C}_i$  - средняя интенсивность потребления  $i$ -го вида продукции (нат.ед.).

Следующим этапом алгоритма анализа складских запасов должен быть анализ приходных накладных и договоров предприятия с поставщиками на предмет сбора информации о периодах пополнения склада новыми видами продукции. В договорах поставки указывается дата заказа продукции и период поставки, а в приходных накладных – фактическая дата поставки. Разница даты поставки и даты заказа является периодом поставки продукции на склад. Матрица  $RD_Q$  характеризует периоды поставки каждого вида продукции на предприятие. Причем каждый  $i$ -й вид продукции имеет свои периоды поставки –  $RD_{Q_i}$ , указанные в днях.

$$RD_Q = \begin{pmatrix} RD_{Q_{11}}, RD_{Q_{12}}, RD_{Q_{13}}, \dots, RD_{Q_{1m}} \\ RD_{Q_{21}}, RD_{Q_{22}}, RD_{Q_{23}}, \dots, RD_{Q_{2m}} \\ \dots \dots \dots \\ RD_{Q_{n1}}, RD_{Q_{n2}}, RD_{Q_{n3}}, \dots, RD_{Q_{nm}} \end{pmatrix}, \quad (6)$$

где  $RD_Q$  - матрица периодов доставки продукции;

$RD_{Q_{ij}}$  -  $j$ -й период доставки  $i$ -го вида продукции (дн.).

Имея матрицу интенсивности потребления каждого вида продукции ( $C$ ), а также матрицу периодов доставки ( $RD_Q$ ), рассчитаем гарантийный складской запас для  $i$ -го вида продукции по формуле

$$SS_i = \bar{C} \times \max(RD_{Q_j}), \quad (7)$$

где  $SS_i$  - гарантийный складской запас (нат.ед.);

$m-1$  - количество дней, за которое рассчитывается интенсивность потребления продукции (дн.);

$RD_{Q_j}$  – период поставки  $i$ -го вида продукции (дн.).

Определение максимального гарантийного запаса путем умножения среднего потребления и максимального значения периода поставки позволяет застраховать предприятие от сбоя в поставке или задержки транспорта в дороге. В случае если предприятие новое, то рекомендуется использовать поправочный коэффициент, характеризующий надежность договорных отношений с поставщиком.

В результате имеем вектор гарантийного складского запаса по каждому виду продукции

$$SS = \begin{pmatrix} SS_1 \\ SS_2 \\ \dots \\ SS_n \end{pmatrix}, \quad (8)$$

где  $SS$  – вектор гарантийных запасов (нат.ед.);

$SS_i$  – гарантийный запас  $i$ -го вида продукции.

Заметим, что данный вектор будет изменяться с изменением потребления и периода поставки, то есть если увеличивается спрос на какой-то из видов продукции, то изменяется соответствующее значение  $SS_i$ . Таким

образом, мы учитываем изменчивость спроса и конъюнктуру рынка на любой из видов продукции.

Последним этапом анализа запасов предприятия является создание контрольного показателя, на основании которого определяется достаточность складских запасов для нормальной работы предприятия. Таким показателем может выступать количество дней, в течение которых предприятие сможет торговать с существующим уровнем потребления до следующего пополнения складского запаса. Назовем эту величину достаточностью складских запасов ( $WN_i$ )

$$WN_i = (a^T_{mi} - SS_i) / \bar{C} \quad (9)$$

где  $WN_i$  – достаточность складских запасов (дн.);

$a^T_{mi}$  – транспонированный вектор значений складского запаса на период  $m$ ;

$/$  – поэлементное деление векторов одинаковой длины [13, 14-15].

Рассчитаем этот показатель с учетом ассортимента продукции предприятия. Имеем вектор достаточности складских запасов

$$WN = \begin{pmatrix} WN_1 \\ WN_2 \\ \dots \\ WN_n \end{pmatrix}, \quad (10)$$

где  $WN$  – вектор достаточности складских запасов.

В случае если показатель  $WN_i$  близок к нулю, предприятие пополняет склад продукции  $i$ -го вида товара до максимального уровня запаса, либо исходя из наличия денежных средств, либо исходя из загруженности складских помещений.

Если ранжировать данный вектор, то можно получить порядок, в соответствии с которым необходимо закупать конкретные виды продукции. Сами же показатели  $WN_i$  будут характеризовать количество дней, которые предприятие сможет торговать каждым  $i$ -м видом продукции с существующим уровнем потребления.

На основании данных, полученных в результате расчета вектора  $WN$ , можно формировать закупку сразу нескольких видов продукции, что может способствовать снижению транспортных расходов при формировании комплексного и транспортировке нескольких видов продукции одним транспортным средством за одну поставку.

Если развернуть формулу достаточности складских запасов, получим уравнение вида

$$WN_i = \frac{(a_{ij} - \frac{\sum_{j=1}^{m-1} C_{ij}}{m-1} \max(RD_{O_j})) (m-1)}{\sum_{j=1}^{m-1} C_{ij}}. \quad (11)$$

Формула позволяет рассчитать количество дней, в течение которых предприятие сможет торговать без пополнения складских запасов по  $i$ -му товару при сложившейся интенсивности потребления.

Из описанного алгоритма анализа складских запасов видно, что используемые методы взаимосвязаны между собой единой последовательностью действий, нацеленной на получение ответов на вопросы, поставленные в задачах исследования (рис. 2).





Рис. 2. Алгоритм анализа складских запасов на промышленном предприятии

В результате использования вышеуказанного алгоритма специалисты, занимающиеся вопросами анализа складских запасов, получают полную картину изменений текущего потребления и складских остатков предприятия. Рассчитав вышеописанные показатели, можно вводить ограничения по периоду поставки и по максимальному или фиксированному объему закупки.

Чтобы оценить целесообразность использования разработанного алгоритма анализа складских запасов, необходимо рассчитать экономический эффект от внедрения алгоритма на предприятии, которое решило им воспользоваться.

Расчет осуществляется по формуле

$$\text{ЭЭ} = \sum_{i=1}^n (P_{\Pi i} - P_{3i}) \times \bar{C} \times m_{0i}, \quad (12)$$

где ЭЭ – возможный экономический эффект;

$P_{\Pi}$  – цена продаваемой продукции;

$P_3$  – цена закупаемой продукции;

$m_{0i}$  – количество дней, когда складской запас равен 0.

Показатель экономической эффективности применения алгоритма анализа складских запасов (ЭЭ) характеризует валовую прибыль предприятия, которую оно недополучило в результате дефицита продукции и несвоевременного пополнения складского запаса.

В случае если информация о закупочных ценах предприятия является коммерческой тайной, можно рассчитать экономический эффект по выручке от реализации, которую недополучило предприятие в результате

несвоевременности принятия управленческих решений

$$\text{ЭЭ} = \sum_{i=1}^n P_{\Pi i} \times \bar{C} \times m_{0i} . \quad (13)$$

Чем ближе показатель ЭЭ к 0, тем меньше эффект от внедрения разработанного алгоритма анализа необходимости пополнения складских запасов.

Чем выше показатель ЭЭ, тем выгодней внедрение конкретной системы управления складскими запасами.

Следует заметить, что расчет экономического эффекта не является неотъемлемой частью алгоритма анализа складских запасов промышленного предприятия и может быть использован единожды для принятия решения о необходимости внедрения алгоритма анализа складских запасов. Но этот показатель приемлем также для оценки эффективности работы служб снабжения. В таком случае он будет характеризовать убытки, которые понесло предприятие

из-за неэффективной работы отдела закупок. А близость ЭЭ к 0 будет свидетельствовать о качественной работе отдела закупок.

Рассмотрим использование алгоритма на примере. Предположим, что предприятие производит и реализует три вида продукции (такое количество взято для упрощения примера и увеличения его наглядности). Сотрудники отдела поставок решили внедрить алгоритм анализа складских запасов в работу предприятия. Для того чтобы оценить его полезность, нужно проанализировать с помощью алгоритма предыдущую деятельность предприятия по закупке товаров (смоделировать работу алгоритма на предприятии).

Движение складских запасов на складе из карточек складского учета собрано за 15 дней. Имеем исходную матрицу  $A$  (табл. 2).

Таблица 2. Таблица выбытия складских запасов со склада (матрица  $A$ )

Дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$a_{1j}$	159	144	138	130	114	108	104	91	80	46	32	14	200	195	187
$a_{2j}$	12	9	8	8	7	2	0	0	234	214	167	154	150	134	115
$a_{3j}$	6	0	0	0	0	127	120	205	187	169	133	90	84	81	67

Если графически представить динамику складских запасов по видам продукции, то пиковыми значениями будут выделены периоды закупки товара, а убывающие линии будут характеризовать списание запасов при

продаже клиентам (рис.3). Важным является то, что в день закупки продукции расчетный показатель  $C$  будет отрицательным, следовательно, его необходимо исключать из вычислений матрицы  $C$ .

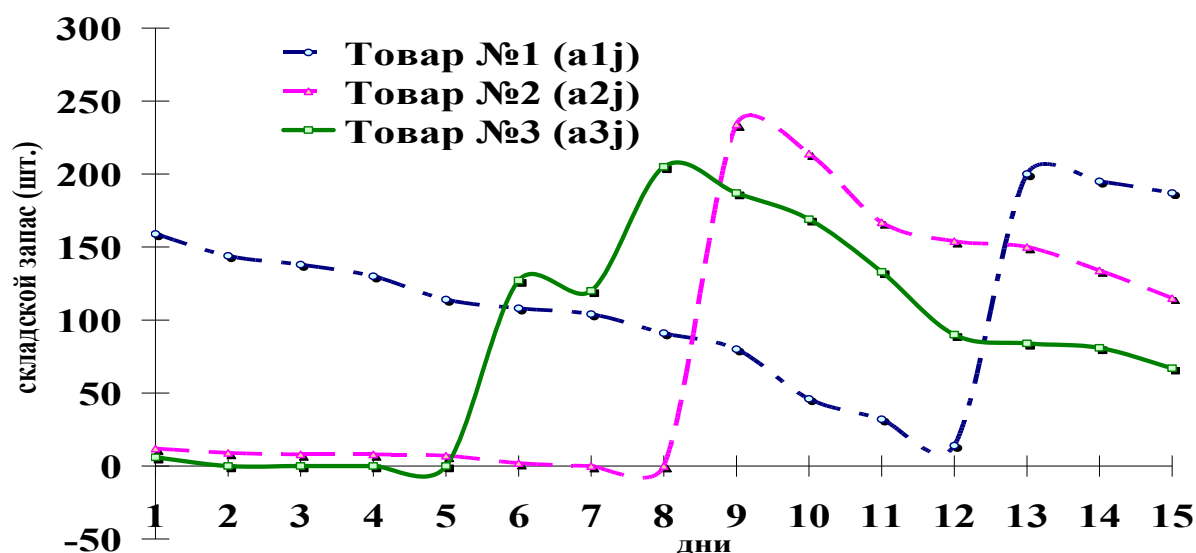


Рис.3. Динамика складских запасов

В соответствии с алгоритмом анализа складских запасов проведем сбор информации о периодах пополнения склада, используя данные приходных накладных и договоров (табл. 3).

Рассчитаем значения матрицы интенсивности потребления ( $C$ ) и значения  $\max(RD_Q)$  (табл.4).

Таблица 3. Периоды пополнения складских запасов (матрица  $RD_Q$ )

Период поставки ( $RD_Q$ )	Товар №1 ( $a_{1j}$ )	Товар №2 ( $a_{2j}$ )	Товар №3 ( $a_{3j}$ )
$RD_{Q1}$	2	3	3
$RD_{Q2}$	3	4	3
$RD_{Q3}$	4	2	4
$\max(RD_Q)$	4	4	4

Таблица 4. Интенсивность потребления продукции предприятия

Дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$\bar{C}$
$c_1$	–	15	6	8	16	6	4	13	11	34	14	18	14	5	8	12
$c_2$	–	3	1	0	1	5	2	0	0	20	47	13	4	16	19	9
$c_3$	–	6	0	0	0	0	7	0	18	18	36	43	6	3	14	11

Графический анализ потребления продукции предприятия (рис.4) показывает, что в течение 15 дней потребление достаточно нестабильно, что усложняет формирование гарантийного складского запаса и увеличивает вероятность возникновения дефицита продукции. Это подтверждают данные табл.1, в которой значения «0» по каждому виду товара говорят об

отсутствии этой продукции на складе, а значит, о дефиците.

В табл.4 выведен итоговый вектор интенсивности потребления для трех товаров, который характеризует количество каждого вида продукции. Это средний показатель списания товара со склада за анализируемый период. Он рассчитывается как сумма всех выбытий со склада за каждый день, деленная на количество проанализированных дней.

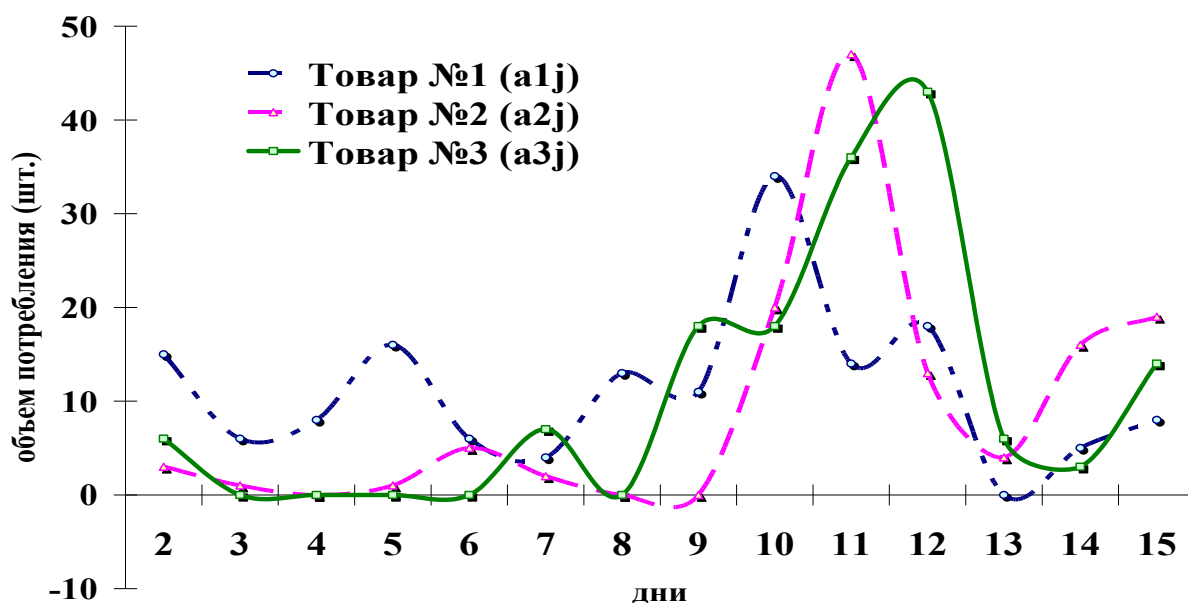


Рис.4. Потребление продукции предприятия

Итоговый вектор периодов поставки характеризует максимальное количество дней, которое было необходимо отделу поставок для пополнения склада. Произведение этих двух векторов в соответствии с алгоритмом дает гарантийный складской запас предприятия по каждому виду продукции.

Полученные исходные данные специалисты отдела поставок могут использовать для расчета вектора гарантийного складского запаса ( $SS$ ), а также периода пополнения складских запасов ( $WN$ ) (табл.4).

Показатель  $SS$  характеризует количество продукции в натуральном

выражении, которое должно оставаться на складе постоянно. Это минимальный уровень складского запаса, ниже которого остатки товаров на складе опускаться не должны. Показатель  $WN$  характеризует количество дней, которое предприятие еще может продавать продукцию до новой поставки (табл.5). Важным остается вывод, что для товара №1 как наиболее ликвидного гарантийный запас максимален, а для товара №2 – минимален. С изменением потребления показатели гарантийного запаса также будут меняться, что говорит о динамичности этого показателя и его зависимости от конъюнктуры рынка.

Таблица 5. Гарантийный запас и период пополнения складских запасов

Наименование показателя	Товар №1 ( $a_{1j}$ )	Товар №2 ( $a_{2j}$ )	Товар №3 ( $a_{3j}$ )
Гарантийный запас ( $SS_i$ )	48,00	36,00	44,00
Период пополнения ( $WN_i$ )	17,23	4,08	1,70

На основании данных о периоде пополнения складского запаса можно сделать вывод, что уже через один день товар №3 необходимо будет заказывать у

соответствующего поставщика. Следовательно, этот товар больше других нуждается в мониторинге. Проблема в том, что даже первичные данные

(карточки складского учета) не учитывают такой фактор, как брак продукции, ошибки должностного лица, заполняющего эти документы, недостачи, ошибки отгрузки продукции клиенту. Поэтому сотруднику отдела поставок после использования алгоритма анализа складских запасов и определения товаров, нуждающихся в новой поставке, необходимо проверить наличие этих товаров на складе и соответствие данных карточек складского учета и реальных остатков на складе.

Товар №2 будет нуждаться в пополнении складского запаса через 4 дня, а товара №1 с существующим уровнем его потребления хватит еще на 17 дней. Поэтому на основании данных,

полученных с помощью алгоритма анализа складских запасов, можно сделать вывод, что товары №1 и №2 не нуждаются в оперативном контроле.

Кроме того, сотрудники отдела поставок этого предприятия работали достаточно эффективно в сфере определения объемов поставок, так как показатель  $WN$  не превышает значений 60-90 дней. Следовательно, на складе предприятия отсутствуют низкооборотимые товары.

Наличие дефицита продукции на складе говорит о том, что отдел поставок работал недостаточно оперативно при определении периода пополнения складского запаса (табл.6).

Таблица 6. Оперативный расчет периода пополнения складских запасов на каждый день

Дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$a_{1j}$	159	144	138	130	114	108	104	91	80	46	32	14	200	195	187
$Wn_i$	-	6	15	10	4	10	14	3	3	0	-1	-2	11	29	17
$a_{2j}$	12	9	8	8	7	2	0	0	234	214	167	154	150	134	115
$Wn_i$	-	-9	-29	-29	-30	-35	0	0	0	9	3	9	28	6	4
$a_{3j}$	6	0	0	0	0	127	120	205	187	169	133	90	84	81	67
$Wn_i$	-	-7	0	0	0	0	11	0	8	7	3	1	7	13	2

Наличие «0» и отрицательных чисел в табл. 6 свидетельствует о риске несвоевременного пополнения складского запаса или о невозможности предприятия удовлетворить спрос на вышеуказанную продукцию.

Разработанный алгоритм минимизирует возможность отсутствия товара на складе и, следовательно, дает возможность предприятию удовлетворить неучтенный ранее спрос и тем самым получить больший доход, а также сохранить стабильные отношения с клиентами.

Таким образом, использование алгоритма имеет положительный экономический эффект ( $\Delta\Delta$ ), который можно рассчитать по приведенным ранее формулам (12 или 13). Предположим, что на предприятии отдел поставок не имеет

доступа к закупочным ценам, а цены продажи можно получить из прайс-листа предприятия, и они будут равны 100 и 200 грн. за 2-й и 3-й товар соответственно. Тогда экономический эффект от использования алгоритма будет равен

$$\Delta\Delta = 100 \cdot 9 \cdot 2 + 200 \cdot 11 \cdot 4 = 10600 \text{ грн.}$$

Использование алгоритма анализа складских запасов позволило бы получить предприятию дополнительный валовой доход в размере 10,6 тыс. грн. за анализируемый период (15 дней), то есть годовой экономический эффект от использования разработанного алгоритма на данном предприятии составил бы 254 тыс. грн.

В процессе исследования достигнуты следующие научные результаты.

1. На основе обобщения математических методов анализа разработан алгоритм, позволяющий комплексно оценивать складские запасы и их соответствие конъюнктуре рынка.

2. Разработан ряд показателей, с помощью которых возможны регулярный мониторинг динамики потребления, корректировка данных о гарантийном складском запасе, а также своевременное принятие решений о пополнении складских запасов.

3. Создан алгоритм анализа, использующий данные о запасах исключительно в натуральном выражении. Это позволяет упорядочить оперативные данные о состоянии складских запасов, ускорить их обработку, а значит, повысить оперативность управления запасами предприятия.

4. Упорядоченная система показателей позволяет не только работать с ней аналитику, но также контролировать эффективность работы снабженческих структур по ключевым показателям  $WN$ ,  $C$  и  $RQ$ .

5. Доказана целесообразность матричного подхода в анализе складских запасов промышленного предприятия, работающего с широким ассортиментом товаров.

6. Разработан показатель экономической эффективности ЭЭ, позволяющий определить прибыль от внедрения алгоритма анализа складских запасов на предприятии.

Таким образом, в случае если математические методы анализа складских запасов уже используются предприятием, то разработанный алгоритм анализа складских запасов может быть интегрирован в управленческий учет предприятия и стать эффективным инструментом управления складской программой. Структура алгоритма и разработанные подходы предполагают работу с базами данных, а следовательно, могут быть автоматизированы с помощью программных продуктов, подобных «1С:Предприятие», «Парус», «Акцент».

## Литература

1. Большой экономический словарь / Под ред. А.Н.Азрилияна. – 3-е изд. – М.:Ин-т новой экономики, 1998. – С.864.

2. Смирнов И. Система управления запасами // Новый маркетинг. – 2003. – №4 (22). – С.17-19.

3. Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике. – М.: ЮНИТИ, 2002. – 407 с.

4. Малыхин В.И. Математика в экономике. – М.: Инфра-М, 2002. – 350 с.

5. Аникин Б.А., Федорова А.Н., Наймарк Ю.Ю. Логистика: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 327 с.

6. Окландер М.А., Хромов О.П. Промислова логістика. – К.:Центр навч. літ-ри, 2004. – 222 с.

7. Дорохина Е.Ю., Халиков М.А. Моделирование микроэкономики: Учеб. пособие для вузов / Под общ.ред. Н.П.Тихомирова – М.:Изд-во «Экзамен», 2003. – 224 с.

8. Наказ Міністерства фінансів України «Про затвердження Положення (стандарту) бухгалтерського обліку» від 20.10.1999 р. №246 // Офіційний вісник України. – 1999. – №44. – Ст.2207. – С.236-241.

9. Кардаш В.Я. Маркетингова товарна політика: Навч.посібник. – К.:КНЕУ, 1997. – 156 с.

10. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика: Учебник для вузов. – М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 311 с.

11. Закон України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» від 16.07.1999 р. №996-XIV // Відомості Верховної Ради України. – 1999. – №40. – Ст.365. – С.821-828.

12. Фатхутдинов Р.А. Конкурентоспособность организации в условиях кризиса: экономика, маркетинг, менеджмент. – М.: Издательско-книготорговый центр «Маркетинг», 2002. – 892 с.

13. Ануфриев И.Е. Информатика. Пакет MatLab. – СПб.:Изд-во СПбГПУ, 2003. – 67 с.