

Семенова П.А.

студент

3 курс, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

МГТУ им. Н.Э.Баумана

Россия, г. Москва

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕРА ПОСТАВКИ НА СКЛАД С ОГРАНИЧЕННОЙ МОЩНОСТЬЮ

***Аннотация:** в статье рассмотрены более актуальные современные модели определения оптимального объема запаса. Выделены достоинства и недостатки данных моделей при использовании в разных отраслях для разной продукции. Предлагается добавить в существующие модели ограничение по пропускной способности склада. Ограничение и критерии эффективности были заданы с математической точки зрения.*

***Ключевые слова:** оптимальный размер заказа, затраты, поставки, система товароснабжения, складская система.*

***Annotation:** the article considers more relevant modern models for determining the optimal amount of stock. The advantages and disadvantages of these models when used in different industries for different products are highlighted. It is proposed to add a warehouse capacity limit to the existing models. The restriction and performance criteria were set from a mathematical point of view.*

***Key words:** economic order quantity-EOQ, cost, supply, supply goods system, storage.*

Ежегодно на складах предприятий аккумулируется большой объем невостребованных запасов, и несмотря на это регулярно возникают ситуации дефицита необходимых позиций номенклатуры. Это свидетельствует о неэффективном управлении запасами на предприятии, что приводит к негативным

последствиям, которые находят отражение в экономической эффективности. По этой причине определение необходимой номенклатуры и оптимальных объемов запасов является первостепенной задачей любого предприятия. В статье «Анализ актуальности формулы Вильсона в 21 веке и исследование альтернативных моделей определения оптимального объёма запаса» [8], опубликованной ранее, была исследована формула Вильсона и более современные подходы к определению оптимального объема запаса. В ходе исследования было выявлено, что данный подход был актуален в середине XX века, но в настоящий момент из-за технологического прогресса его применение дает большие погрешности при моделировании запасов. Следующие недостатки являются основными:

1) Однономенклатурная постановка задачи

В условиях современного рынка производители расширяют свои производства для удовлетворения спроса и увеличения доли рынка путем расширения номенклатуры выпускаемого товара. Для торговых предприятий разнообразие продуктовых единиц играет ключевую роль в создании успешной репутации и существовании на высоко-конкурентном рынке. Для производств машиностроительной продукции, которой присуща сложная конструкция, большая номенклатура ведет к увеличению количества материалов, комплектующих и запасных частей. Таким образом большой объем номенклатуры запаса влечет за собой множество расчетов, с использованием формулы Вильсона невозможно обеспечить эффективное управление запасом, поскольку оптимизация проводится по каждой позиции отдельно, не учитываются ограничения, характерные для всех видов ресурсов.

2) Фактический уровень потребности в ресурсах

Фактический спрос на ресурсы напрямую связан с необходимой номенклатурой запаса и его объема, формула Вильсона предполагает использование

усредненного спроса, что значительно снижает точность моделирования и возникают ситуации сверх избыточных запасов и дефицита.

3) Стоимость хранения запасов определяется, исходя из среднего размера запаса и стоимости хранения в единицу времени

Некоторые единицы товара хранятся на складе дольше, чем другие, а некоторые - наоборот. Объем меняется непредсказуемо в зависимости от фактической потребности. В зависимости от позиции номенклатуры, а именно от количества единиц на складе и времени хранения, данный неучтенный фактор может привести к завышению или занижению стоимости хранения единицы товара, так как увеличивается погрешность интегрального показателя стоимости хранения по всей номенклатуре.

4) Поставка осуществляется в момент времени, когда уровень запаса равен нулю

После приемки работникам нужно дать время для оприходования отгруженных материалов. Из-за этого появляется временная задержка в удовлетворении потребности. Запаздывание логистических поставок провоцирует отток клиентов, желающих организовать снабжение на принципах концепции Just In Time.

5) Отсутствуют ограничения по пропускной способности склада

При моделировании объема поставки можно получить значения, которые невозможно разместить на ограниченных складских помещениях.

6) Не учитываются потери связанные с дефицитом

Простои оборудования и неудовлетворенный спрос ведут к издержкам значительно большим, нежели избыточные запасы. Учет издержек упущенных возможностей необходим для корректного формирования запаса.

7) Не учитываются конструкционные особенности изделий для машиностроительной продукции

Важно учесть такие конструкционные факторы, как стандартизации, унификация и агрегатирование [9]. Это позволит сократить запас за счет учета перекрывающихся потребностей.

Наиболее прогрессивными моделями по управлению запасами являются модели Woarawichai Chirawat, Kullpattaranirun Tarathorn, Rungreunganun Vichai; Бром А.Е. и Сидельникова И.Д.; Бочкарева П.А.. В данных моделях есть возможность учесть затраты, изменяющийся спрос, требования по надёжности, объем складских помещений, номенклатуру запасов и тд. Однако у каждой из этих моделей существуют и недостатки, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

Некоторые недостатки моделей управления запасами

№	Модель/Недостатки	Учет конструкционной специфики	Учет изменяющегося спроса	Требования по надёжности цепей поставок	Требования к вероятности безотказной работы	Учет объема складских помещений	Производственные мощности	Многономенклатурная постановка задачи	Учет различных сценариев возможных событий
1	Woarawichai и Kullpattaranirun	-	-	-	-	+	-	+	+
2	Бром А.Е. и Сидельников И.Д.	+	+	-	+	-	+	+	-
3	Бочкарев П.А.	-	+	+	-	-	+	+	+

Каждая из перечисленных моделей является передовой, но ее применение обеспечит эффективное управления запасами только в соответствующих отраслях и для видов продукции. Например, для управления запасами на про-

изводстве и эксплуатации сложной машиностроительной продукции целесообразно использовать модель Бром А.Е. и Сидельникова И.Д.. При управлении запасами розничной торговли более эффективно использование модели Woarawichai Chirawat, Kullpattaranirun Tarathorn, Rungreunganun Vichai. Модель Бочкарева П.А более актуальна при реализации стратегии Just In Time (то есть необходимо осуществлять поставки в заданное время в заданном количестве), соответственно эта модель учитывает необходимость в надёжных поставках. В итоге нельзя рекомендовать применять ни одну из перечисленных моделей, как универсальную. Ограничения, накладываемые каждой моделью, позволяют организовать эффективное управление запасами только в определенных отраслях.

Одним из существенных недостатков рассмотренных моделей является отсутствие учета ограничений складских помещений. (Woarawichai и Kullpattaranirun учли данный параметр при моделировании, но модель получилась с большим количеством ограничений). Для разного вида запасных ресурсов необходимы разные режимы хранения, такие как температура, относительная влажность воздуха, освещенность, воздухообмен и прочее. Данные условия необходимо учитывать для сохранения конкурентоспособности продукции на рынке, за счет сохранения ресурсов в запасе в пригодном для эксплуатации состоянии, но это влечет за собой большие издержки. Какую-то продукцию можно хранить под открытым небом, а какая-то может потерять свои потребительские качества из-за воздействия погодных условий: дождя, солнца, ветра. Например, многие изделия из металла подвержены коррозии, соответственно, если хранить металлические изделия без защиты от влаги, она станет дефектной и непригодной для применения. Быстро портящиеся продукты питания, например, молочные изделия, требуют определённую температуру хранения и имеют небольшой срок годности, а консервы не имеют особых требований к организации хранения и транспортировки. Каждая продукция в разных отраслях имеет свою специфику хранения, эти необходимые требования

и определяют затраты на хранение. Складские помещения имеют ограниченную площадь, как следствие допустимый максимальный объем ограничен данным показателем. По этой причине при планировании объема запасов необходимо учитывать текущую загрузку склада и его возможности с учетом требований к хранению соответствующей продукции, что будет значительно отражаться на затратах и оптимальных объемах запасов.

Пропускная способность транспорта также играет важную роль. От мощности перевозки зависит объем поступлений продукции на склад, запасы которого должны быть ограничены. Стоимость перевозки все зависит выбранного способа перевозки, от постоянно растущих цен на топливо, которое в свою очередь подвержено влиянию экономико-политической ситуации в стране. Также необходимо обеспечивать максимальную загрузку транспортных средств по таким параметрам как вес, габариты, необходимые особенности в условиях перевозки и прочее. Вследствие всего вышесказанного становится очевидно, что нерационально рассчитанный объем перевозимой партии может принести предприятию значительные убытки.

Учет вышеперечисленных параметров довольно затруднителен, но необходимо для повышения точности моделирования. Усовершенствованная модель определения оптимального размера поставки поможет сделать вычисления более точными.

Дальнейшим направлением научных исследований станет разработка более универсальной модели по минимизации затрат, связанных с формированием запаса, которая будет учитывать ограничения по вместимости товара на складе.

В качестве критерия эффективности будет использоваться минимум затрат на основные операции в жизненном цикле товара, так как главная задача любого производства – получить максимальную прибыль от реализации товара с наименьшими издержками. Целевая функция минимизации суммарных затрат была представлена ранее в статье [10] и выглядит так:

$$F = \bar{Z}_i = \sum_{p=1}^5 Z_{pi} = \begin{cases} Z_{1i} \\ Z_{2i} \\ Z_{3i} \\ Z_{4i} \\ Z_{5i} \end{cases} \rightarrow \min$$

где i – единица товара;

p – количество учитываемых параметров;

Z_{1i} – суммарные затраты, связанные с приобретением необходимого объема товаров;

Z_{2i} – суммарные затраты на хранение в период между поставками товара на склад;

Z_{3i} – суммарные потери, связанные с «заморозкой» капитала в запасе товара;

Z_{4i} – потери, связанные с неудовлетворенным спросом;

Z_{5i} – потери, связанные с простоем оборудования во время проведения восстановительных ремонтных работ

В реальной жизни ограничения оказывают следующие параметры: объем складских помещений, пропускная способность транспорта, номенклатура товара, специфика хранения товара. В нашей модели введём ограничение по объёму склада. Для этого свяжем имеющуюся полезную площадь склада и объем кубов каждой номенклатуры продукции, подлежащей хранению на складе.

V_i – объем (размер) единицы i -ой номенклатуры товара

N_i – количество видов товаров (номенклатура)

n_i – кол-во товара i -ой номенклатуры

V – полезный объем склада

k – коэффициент потери места при логичном расположении товара на складе в зависимости от параметров (веса, габаритов и тд) и с учетом полезного объема

$$V_{\text{склада}} \geq k \sum_{i=1}^N V_i \cdot n_i$$

После задания ряда ограничений для данной функции затрат найти решение можно с помощью метода Лагранжа. Для этого нужно выполнить следующую последовательность действий:

- 1) Составить функцию Лагранжа
- 2) Найти частные производные функции Лагранжа и приравнять их к 0
- 3) Решить полученную систему и определить точки экстремума
- 4) Найти экстремальное значение функции Лагранжа

Экстремум, полученный в результате вышеперечисленных операций, будет являться оптимальным размером поставки на склад ограниченной площади, а экстремальное значение функции Лагранжа – минимальными затратами при данном объеме запаса.

В статье были рассмотрены передовые модели формирования запаса и определения оптимального объема, были выявлены их достоинства и недостатки, основные требования при разработке этих моделей, а также разработаны основы новой модели. Дальнейшим направлением исследований станет математическая доработка предложенной модели с помощью метода Лагранжа. В результате применения нового подхода получится рассчитать объем оптимального запаса с учетом складских ограничений, что позволит сократить издержки на неправильное хранение продукции, требующей определенных условий хранения.

Использованные источники

1. Бром А.Е., Сидельников И.Д.. Оптимизация многономенклатурного запаса в системах материально-технического обеспечения машиностроительной продукции гражданского назначения// **СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**. 2018г. №3. С. 19-24.
2. Бром А.Е., Сидельников И.Д.. Модель оптимизации многономенклатурного запаса для техники военного и специального назначения в условиях малого размера парка // **НАУКА БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ**. 2018г. №2(80). С. 10-14.
3. Бром А.Е., Сидельников И.Д.. Оптимизация многономенклатурного запаса для техники военного и специального назначения при заданных условиях отказа// **НАУКА БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ**. 2018г. №3(81). С. 80-84.
4. Woarawichai Chirawat, Kullpattaranirun Tarathorn, Rungreunganun Vichai. Inventory Lot Sizing Problem with Supplier Selection under Storage Space and Budget Constraints // *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 8, Issue 2, March 2011. – pp. 250-255.
5. Бочкарев П.А. Управление надежностью цепей поставок в логистике снабжения: Автореф. дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05. – СПб., 2015. – 17 С.
6. Михальченко М.С. Методический подход к эффективному управлению запасами на машиностроительном предприятии // *Известия иркутской государственной экономической академии*. 2009. №2. С. 105–108.
7. Омельченко И.Н., Александров А.А., Бром А.Е. Основные направления развития логистики XXI века: ресурсосбережение, энергетика, экология. *Гуманитарный вестник*, 2013г, вып.10. URL: <http://hmbul.ru/articles/118/118.pdf>
8. Семенова П.А., Анализ актуальности формулы Вильсона в 21 веке и исследование альтернативных моделей определения оптимального объема

запаса [Электронный ресурс] // «Научно-практический электронный журнал Аллея Науки» №6(22) 2018

9. Колчков В.И. МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ. М.: Учебное пособие

10. Семенова П.А., Адаптация подхода организации товароснабжения для предприятий розничной торговли (на примере ООО «М.видео») [Электронный ресурс] // Молодежный научно-технический вестник # 05, май 2017