



Munich Personal RePEc Archive

Models of the inventory management in the economy

Il'ina, Nadezhda and Bahaev, Andrey

Financial University under the Government of the Russian
Federation

6 April 2015

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/64065/>

MPRA Paper No. 64065, posted 01 May 2015 13:27 UTC

УДК: 330.4(075.8)

Модели управления запасами в экономике

Ильина Н.И., Бахаев А.Ю.

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации

Models of the inventory management in the economy

N.I. Il'ina, A.U. Bahaev

Financial University under the Government of the Russian Federation

Аннотация: Одним из основополагающих аспектов экономики предприятия является управление запасами. В данной статье проведен краткий сравнительный анализ некоторых математических моделей управления запасами на предприятии. Представлены основные методы расчетов, направленные на оптимизацию деятельности предприятия и минимизацию общих издержек, которые связаны с приобретением и хранением запасов.

Ключевые слова: управление запасами на предприятии.

Abstract: One of the fundamental aspects of the economy of the enterprise is inventory management. The article includes a brief comparative analysis of some mathematical models of inventory management in the enterprise. The basic calculation methods optimize the enterprise and minimize total costs that are related with the acquisition and storage of stocks.

Key words: inventory management in the enterprise.

В условиях рыночной экономики особенно приоритетными становятся вопросы рациональной и эффективной организации процессов управления и контроля за движением материальных и финансовых потоков на предприятии, для того чтобы повысить эффективность материально-технического снабжения предприятия и сбыта готовой продукции. Каждое предприятие для успешного функционирования и выполнения поставленных задач должно иметь запасы различных видов сырья, комплектующих изделий, готовой продукции, предназначенной для продажи. Совокупность подобных материалов, представляющих временно не используемые экономические ресурсы, называют

запасами предприятия. Целью нашей работы является исследование такого аспекта, как управление запасами на предприятии для удовлетворения спроса и минимизации издержек, связанных с приобретением и хранением.

Актуальность данной работы обусловлена рядом причин. Одна из них состоит в том, что если в некоторый момент производства потребуется какой-либо вид продукции, который поставляется другим предприятием, и он отсутствует на складе, то процесс производства может остановиться. Недостаток производственных запасов на предприятии приводит к снижению производительности труда и нерациональному использованию материальных ресурсов. Недостаток сбытовых запасов не позволяет наладить бесперебойный процесс отгрузки готовой продукции, что ведет к снижению темпов реализации продукции, уменьшению прибыли и потере клиентов, а также к увеличению общих издержек предприятия. Поэтому на складе всегда должно быть нужное количество продукции данного вида. Однако если запасы увеличить, то происходит замедление оборачиваемости оборотных средств и снижение темпов воспроизводственного процесса, а также возрастет стоимость хранения запасов.

Главная задача управления запасами состоит в выборе для предприятия оптимального, целесообразного решения.

Рассмотрим простейшие математические модели управления запасами.

Под Q будем понимать изделия или товары только одного вида. Если на изделие поступает заявка, то оно отпускается и значение Q падает. Предположим, что величина спроса непрерывна во времени. Если $Q = 0$, то имеет место дефицит.

Любая математическая модель, которая применяется для изучения определенной ситуации в управлении запасами, должна учитывать факторы, связанные с издержками.

Различают организационные издержки – расходы, связанные с оформлением и доставкой товаров, заработной платой работников. Издержки содержания запасов – затраты, связанные с хранением. К ним относятся

стоимость содержания помещения, страховые платежи, амортизация в процессе хранения. Существуют издержки, связанные с дефицитом. Если поставка со склада не может быть выполнена, то возникают дополнительные издержки, связанные с отказом. Это может быть денежный штраф или ущерб, не осязаемый непосредственно, например, ухудшение бизнеса в будущем и потеря потребителей. Также следует отметить, что чем крупнее заказ, тем ниже организационные издержки на единицу заказываемого товара и выше издержки на его содержание. Количество товара, поставляемое на склад, называют размером партии.

Основная модель управления запасами

Введем обозначения необходимых для составления модели величин:

Таблица 1

Величина	Обозначение	Единица измерения	Предложения
Интенсивность спроса	g	Единиц товара в год	Спрос постоянен и непрерывен; весь спрос удовлетворяется
Организационные издержки	b	Рублей за год	Издержки постоянны, не зависят от размера партии
Стоимость товара	s	Рублей за год	Цена единицы товара постоянна; рассматривается один вид товара
Издержки содержания запасов	h	Рублей за единицу товара в год	Стоимость хранения единицы товара в течение года постоянна
Размер партии	q	Единиц товара в одной партии	Размер партии постоянен; поступление товара происходит мгновенно, как только уровень запаса равен нулю

Чтобы полностью удовлетворить годовой спрос g при размере поставки q , необходимо обеспечить g/q поставок или партий за год. Средний уровень запасов составляет $q/2$.

Уравнение издержек будет иметь вид:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = bg/q + sg + hq/2$$

где C_1 – общие организационные издержки; C_2 – стоимость товаров; C_3 – общие издержки содержания запасов.

За исключением q все величины в правой части уравнения постоянны и известны, т.е. $C = C(q)$. Для нахождения минимума функции найдем ее

производную dC/dq , приравняем ее к нулю и найдем критические точки:

$$dC/dq = -bg/q^2 + h/2 = 0$$

$$q_{opt} = \sqrt{2bg/h}$$

где q_{opt} – оптимальный размер партии.

При заказе партии большим размером, чем размер оптимальной партии, происходит увеличение издержек на содержание и организацию поставок:

$$C_1 + C_3 = C - C_2$$

$$\text{Найдем: } C - C_2 = C - sg = bg\sqrt{h/2bg} + h\sqrt{2bg/4h} = \sqrt{2bgh}$$

Предположим, что вместо оптимального размера была заказана партия товаров, равная $0,5 q_{opt}$, тогда из основного уравнения издержек получим:

$$C - C_2|_{0,5q_{opt}} = 2bg\sqrt{h/2bg} + h\sqrt{2bg/16h} = \sqrt{2bgh} + \sqrt{2bgh}/4 = 5\sqrt{2bgh}/4 = 5(C - C_2)/4$$

Таким образом, заказ партии товаров размером $0,5q_{opt}$ (вместо q_{opt}) приводит к увеличению общих издержек на содержание запасов и организацию поставок на 25%. Аналогичная картина наблюдается в случае заказа поставок больше чем q_{opt} .

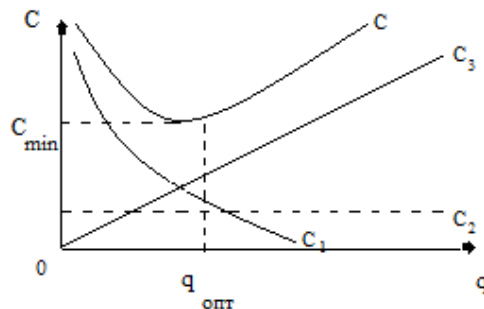


Рис. 1.

Исходя из данных графика, следует отметить, что увеличение q ведет к резкому снижению C_1 , при этом C_3 увеличивается пропорционально $h/2$. При малых значениях q величина C падает до значения C_{min} в точке q_{opt} . При увеличении q величина издержек C приближается к $(C_2 + C_3)$.

Модель производственных запасов

В основной модели предполагали, что поступление товаров на склад

происходит мгновенно, например, в течение одного дня. Рассмотрим случай, когда готовые товары поступают на склад непосредственно с производственной линии. Будем считать, что поступление товаров происходит непрерывно. Модель задачи в этом случае называют моделью производственных поставок. Обозначим через p скорость поступающего на склад товара. Эта величина равна количеству товаров, выпускаемых производственной линией за год. Остальные обозначения и предположения те же, что и для основной модели управления запасами.

Определим оптимальный размер партии, минимизирующий общие затраты.

Общие издержки в течение года, как и для основной модели, составляют:

$$\begin{aligned} C &= C_1 + C_2 + C_3, \\ C_1 &= bg/q, \\ C_2 &= sg. \end{aligned}$$

Для получения среднего уровня запасов следует учесть, что

$$RT = (p - g) \cdot t - \text{максимальный уровень запасов,}$$

$$q = p \cdot t - \text{количество товаров в одной производственной поставке.}$$

Тогда средний уровень запасов составляет половину максимального уровня и равен:

$$(p - g)q/2p.$$

В итоге:

$$C = bg/q + sg + q(p - g)/2p$$

Решая уравнение $dC/dq = 0$, найдем оптимальный размер партии модели производственных поставок:

$$q_{opt} = \sqrt{2pbg/(p - g)h}$$

Модель запасов, включающая штрафы

Рассмотрим основную модель, допускающую возможность существования периодов дефицита, который покрывается при последующих поставках, и штрафов за несвоевременную поставку.

Пусть предприятие должно поставить q ед. товара в течение каждого промежутка времени L , за единицу времени поставляется g ед. товара $q = L \cdot g$.

Предположим, что в начале каждого периода L предприятие делает запас, равный k .

Это означает, что в течение периода будет наблюдаться дефицит товара, и некоторое время поставки не будут осуществляться. Невыполненные заявки будут накапливаться до максимальной величины $(q - k)$ и будут удовлетворены, как только поступит следующая партия товаров в количестве q .

За то, что товары доставляются предприятием позже необходимого срока, на предприятие налагается штраф, который зависит от того, насколько была задержана поставка. Такая модель целесообразна, поскольку иногда выгоднее заплатить штраф, чем расходовать дополнительные средства на хранение запасов, превышающих величину k .

Задача управления запасами состоит в том, чтобы выбрать такое значение k , которое ведет к минимизации всех затрат, включая затраты на хранение и штрафы.

Для определения оптимального значения k обозначим:

h – издержки хранения единицы товара за единицу времени;

p – затраты на штраф в расчете на единицу товара за один день отсрочки.

Найдем издержки одного цикла: $C = C_1 + C_2$, где C_1 – общие издержки содержания запасов; C_2 – общие затраты на штраф.

Так как товары находятся на складе в течение периода, средний уровень запасов за этот период равен $k/2$. Если продолжительность периода равна k/g , то

$$C_1 = hk/2 \cdot k/g = hk^2/2g$$

Так как штраф выплачивается в течение периода $(q - k)/g$, общее число «товаро–дней», на которые налагается штраф, равно: $(q - k)/q \cdot (q - k)/2$, откуда:

$$C_2 = p(q - k)^2 / 2g$$

Окончательно:

$$C = hk^2/2g + p(q \cdot k)^2/2g$$

Найдем dC/dk и, решив уравнение $dC/dk = 0$, получим оптимальное значение:

$$k_{opt} = pq/(h + p).$$

Взяв k_{opt} в качестве уровня запасов в начале каждого цикла при условии, что невыполненные заявки будут удовлетворены, сведем суммарные расходы C к минимуму:

$$C_{min} = q^2hp/2g(h + p).$$

Применение основной модели управления запасами на примере компании «Apple»

Согласно исследованиям аналитиков «Analysis Group» в компании работает 80 тыс. сотрудников. Американское издательство «New Yorker» опубликовало данные со средней заработной платой рабочих компании в размере 46 тыс. долларов. Из годового отчета главы компании Тима Кука были получены данные, количество проданных смартфонов Iphone составило 169 млн. единиц за 2014 год. Согласно данным интернет ресурса «appstudio.org» средняя цена смартфона Iphone 6 составляет 767 долларов. Согласно данным интернет ресурса «AppleInsider.ru» на 5 февраля 2015 года количество магазинов розничной торговли «Apple Store» составляет 549 по всему миру, а аренда составляет 100 тыс. долларов за каждый магазин. Определить оптимальный размер партии, число поставок и продолжительность цикла, минимизирующие общие издержки.

Решение.

Организационные издержки: $b = 46000 \cdot 80000 = 3680 \text{ млн.}(\$)$.

Стоимость товара: $s = 767(\$) = 0,000767(\text{млн.}\$)$.

Интенсивность спроса: $g = 169 \text{ млн.ед.}$

Издержки содержания запасов

$h = 549 \cdot 100000/169000000 = 0,325(\$) = 0,000000325 \text{ млн.}(\$)$

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 621920000/q + 0,129623 + 0,000000325q/2.$$

Найдем производную dC/dq и приравняем её к нулю, чтобы найти критические точки :

$$dC/dq = -621920000/q^2 + 0,0000001625 = 0.$$

$$q_{opt} = \sqrt{621920000/0,0000001625} \approx 62(\text{млн.ед.}) \text{ для всех магазинов компании}$$

«Apple».

$$n_{opt} = 169/61,864368 \approx 3.$$

$$t_{opt} = 365/3 \approx 122.$$

Таким образом, оптимальный размер партии составляет 62 млн.ед. для всех магазинов компании, число поставок равно 3, продолжительность цикла составляет 122 дня.

Литература

1. Красс. М.С., Чупрынов. Б.П. Математика в экономике: математические методы и модели: учебник для бакалавров/ Красс.М.С. –2-е изд., испр. И доп. – М.: Издательство Юрайт,2013. –541 с.
2. Кремер. Н.Ш. Исследование операций в экономике: Учебное пособие для вузов /Кремер. Н.Ш., Путко. Б.А., Тришин. И.М., Фридман. М.Н.; Под ред. Проф. Кремера Н.Ш. – М.: ЮНИТИ, 2005. – 407 с.
3. Алексенко Н.В., Бурмистрова Н.А., Ильина Н.И. Компьютерные технологии в обучении математике в условиях реализации ФГОС // Казанская наука. – 2013. – № 5. – С. 172– 175
4. Бурмистрова Н.А. Компьютерные технологии обучения математике в экономическом вузе / Н.А. Бурмистрова, Н.А. Мещерякова // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2015. – № 1. – С. 125–131.
5. Бурмистрова Н.А. Мониторинг уровня сформированности математической компетентности будущих бакалавров направления «Экономика» / Н.А. Бурмистрова, Н.И. Ильина // Высшее образование сегодня. – 2012. – № 8. – С. 28–33.
6. Бурмистрова Н.А. Методические особенности обучения математике бакалавров экономических направлений в условиях реализации ФГОС / Н.А. Бурмистрова, Н.В. Алексенко, Н.И. Ильина // Современная математика и концепции инновационного математического образования: материалы Международной научно-методической конференции. – М.: Изд. дом МФО, 2014. – С. 141–144.
7. Бурмистрова, Н.А. Использование анализа конкретных ситуаций в рамках учебной дисциплины «Математика» в экономическом вузе / Н.А. Бурмистрова, Н.И. Ильина // Высшее образование сегодня. – 2011. – № 2. – С. 83–86.
8. Бурмистрова Н.А. Математическая компетентность будущих бакалавров направления «Экономика» как результат реализации компетентностного подхода к обучению математике в условиях уровневого высшего образования // Высшее образование сегодня. – 2011. – № 8. – С. 18–22.
9. Лебедев В.М., Мещерякова Н.А., Распутин А.П. и др. Основные возможности Visual Basic 6.0 для работы с файлами, графикой и базами данных: Учебное пособие. Омск: ООИПКРО, 2004. 88 с.
- 10.Новиков А.И. Трансформация российского общества. Международный опыт и отечественные новации / А.И. Новиков, А.А. Дробышев, С.И. Бандура, Е.А. Кормильцева. Омск: Изд-во ОмГМА, 2005. 164 с.