

УДК 656.062

И. А. ЕЛОВОЙ, д-р экон. наук, профессор

И. А. ЛЕБЕДЕВА

Белорусский государственный университет транспорта

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕРА ЗАКАЗА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СХЕМ ДОСТАВКИ

Рассматриваются основные стратегии регулирования запасов. Конкретизируется существующая модель управления запасами с фиксированным размером заказа в зависимости от изменения основных параметров логистических схем доставки, определяющих затраты на поставку заказанного продукта. Анализируются изменения величины заказа при изменении расстояния доставки, цены продукции, годовой потребности в заказываемых товарно-материальных ценностях.

Эффективное управление запасами является чрезвычайно серьезной проблемой для современной белорусской экономики. Вследствие нерационального управления запасами предприятия (особенно промышленные) могут понести довольно ощутимые потери, связанные с нарушением ритмичности производства, ростом себестоимости продукции, срывом сроков выполнения работ по договорам, потерей прибыли, “замораживанием” оборотных средств.

Теория управления запасами объединяет в себе методы анализа задач регулирования запасов некоторого продукта при независимом спросе на этот продукт. Управление запасами заключается в установлении моментов и объемов заказов на их восполнение. Совокупность правил, по которым принимаются такие решения, называется стратегией (системой) управления запасами. Оптимальной стратегией считается та, которая обеспечивает минимум затрат по доведению продукции до потребителей.

В настоящее время выделяют две основные стратегии регулирования запасов с различными модификациями:

- 1) система с фиксированным размером заказа;
- 2) система с фиксированной периодичностью заказа.

В рамках системы управления запасами с фиксированным размером заказа производится расчет наиболее экономичного размера заказа. Экономичный размер заказа (EOQ-модель) – модель, определяющая оптимальный объем заказываемого товара, который позволяет минимизировать общие переменные

издержки, связанные с заказом и хранением запасов, рассчитывается по формуле Уилсона:

$$Q = \sqrt{\frac{2AS}{i}}, \quad (1)$$

где Q – оптимальный размер заказа, шт./заказ (т/заказ);

A – затраты на поставку заказанного продукта, усл. ед./шт. (усл. ед./т);

S – потребность в заказываемом продукте, шт./год;

i – затраты на хранение единицы заказываемого продукта, усл. ед./год.

Таким образом, классическая модель оптимизации запасов Уилсона основывается на детерминированных условиях закупок и потребления. Она была предложена в 1915 г. и до настоящего времени остается актуальной. Данная модель позволяет установить оптимальные параметры управления запасами в идеальных условиях, когда все поставки имеют одинаковый объем и периодичность, потребление равномерно во времени, затраты по завозу одной партии не зависят от ее величины, а затраты по хранению единицы продукта – от общей величины запаса.

К недостаткам модели Уилсона можно отнести отсутствие в явном виде зависимости транспортных издержек (как доли затрат на поставку заказанного продукта) от расстояния перевозки. Исследование издержек, возникающих при реализации логистических схем доставки заказанного продукта, позволило конкретизировать формулу расчета оптимального размера заказа в зависимости от основных параметров схемы доставки: расстояния доставки, цены заказываемого товара и потребности в товаре.

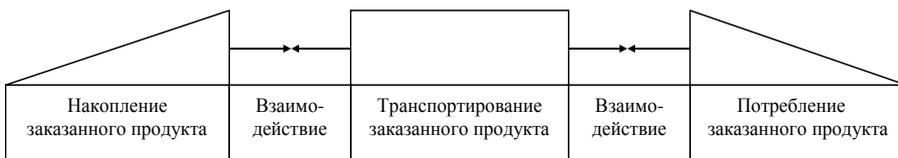


Рисунок 1– Графическое изображение логистической схемы доставки продукта (отправки груза)

В логистической схеме доставки совокупность затрат складывается из следующих составляющих:

1 Суммарная стоимость подачи заказов, усл. ед./год, (стоимость документального оформления, затраты на разработку условий поставки, затраты, связанные с контролем за выполнением заказа и др.):

$$Z_1 = \frac{AS}{Q}, \quad (2)$$

где Q – размер заказа, т/заказ;

A – стоимость подачи одного заказа, усл. ед./заказ;

S – потребность в товарно-материальных ценностях за год, т/год.

2 Стоимость заказываемых товарно-материальных ценностей за рассматриваемый период, усл. ед./год:

$$Z_2 = S\Pi_{\text{пр}}, \quad (3)$$

где $\Pi_{\text{пр}}$ – цена доставляемой продукции в пункте назначения, усл. ед./год:

$$\Pi_{\text{пр}} = \Pi_0 + \alpha_{\text{пл}} C_{\text{м-км}} l, \quad (4)$$

где Π_0 – отпускная цена продукции, усл. ед./т;

$\alpha_{\text{пл}}$ – коэффициент, учитывающий платы за дополнительно оказываемые услуги в процессе взаимодействия в начально-конечных пунктах, $\alpha_{\text{пл}} > 1$;

$C_{\text{т-км}}$ – тарифная ставка за тонно-километр доставляемой продукции, усл. ед./т·км:

$$C_{\text{т-км}} = \frac{\alpha_{\text{нк}}}{l} + b_{\text{дв}}, \quad (5)$$

где $\alpha_{\text{нк}}$ – тарифная ставка, связанная с начально-конечной операцией, усл. ед./т:

$$\alpha_{\text{нк}} = \frac{a_{\text{нк}}^3}{Q}, \quad (6)$$

где $a_{\text{нк}}^3$ – тарифная ставка за начально-конечную операцию, отнесенная на транспортное средство, усл. ед./вагон (усл. ед./автомобиль);

$b_{\text{дв}}$ – тарифная ставка, связанная с операцией передвижения, усл. ед./т·км;

l – тарифное расстояние перевозки, км.

Следует указать, что ставки за начально-конечные и движущую операцию зависят от вида отправки. Годовые затраты, связанные с доставкой заказа Z_2^3 , усл. ед./год, будут определяться по формуле

$$Z_2^3 = \left(\frac{\alpha_{\text{нк}}}{Q} + b_{\text{дв}} l \right) S. \quad (7)$$

Тогда формула (3) примет вид

$$Z_2 = \Pi_0 S + \alpha_{\text{пл}} \left(\frac{\alpha_{\text{нк}}}{Q} + b_{\text{дв}} l \right) S. \quad (8)$$

Таким образом, стоимость заказа товарно-материальных ценностей зависит от отпускной цены Π_0 и затрат на транспортировку Z_2^3 .

3 Стоимость хранения запаса в пункте отправления или назначения, усл. ед./год:

$$З_3 = \alpha_{\text{он}} \Pi_{\text{пр}} Q / 2 + C_{\text{хр}} 365Q / 2 \quad (9)$$

где $\alpha_{\text{он}}$ – коэффициент, учитывающий замораживание оборотных средств в процессе хранения и транспортировки (α_6) и дополнительные инвестиции в складское хозяйство (α_n);

$$\alpha_{\text{аі}} = \alpha_{\text{а}} + \alpha_{\text{і}} ; \quad (10)$$

где $C_{\text{хр}}$ – удельная стоимость хранения продукции, усл. ед./т·сут.

Следует указать, что величина α_6 может быть равной плате за банковский кредит при недостаточном количестве оборотных средств и др. В формуле (9) предусматривается, что заказываемая партия продукции потребляется равномерно в течение продолжительности ее хранения ($t_{\text{хр}}$). Тогда средняя продолжительность хранения составит $t_{\text{хр}}/2$. Соответственно, в начале периода хранения размер заказа составит Q , а в конце – будет равным нулю. По этой причине в формуле (9) используется величина $Q/2$.

Дополнительные инвестиции в складское хозяйство связаны со следующими обстоятельствами:

- увеличением величины заказа возрастают инвестиции в создание грузовых фронтов и наоборот;

- ростом цены продукции предъявляются более высокие требования к качеству ее хранения (например, это касается хранения скоропортящейся, ценной и другой продукции). В свою очередь это требует инвестиций в складское хозяйство. Низкостоймостные массовые грузы (продукция) могут храниться на открытых площадках, которые требуют небольших инвестиций для их создания.

Годовые дополнительные единовременные инвестиции $I_{\text{ца}}$, усл. ед./год, зависящие от $\Pi_{\text{пр}}$ и Q , будут равны

$$I_{\text{ца}} = K_{\text{ца}} E_n , \quad (11)$$

где E_n – коэффициент эффективности инвестиций, 1/год.

Для определения коэффициента α_n , усл. ед./год, запишем равенство

$$\alpha_n \Pi_{\text{пр}} Q / 2 = K_{\text{ца}} E_n , \quad (12)$$

откуда

$$\alpha_n = 2K_{\text{ца}} E_n / (\Pi_{\text{пр}} / Q) . \quad (13)$$

Коэффициент α_n может быть аппроксимирован функцией

$$\alpha_{\text{і}} = a_0 \left(\frac{a}{Q} + b \right) \left(\frac{a_1}{\ddot{O}_{\text{тв}}} + b_1 \right) , \quad (14)$$

где a_0, a, b, a_1, b_1 – постоянные коэффициенты, определяемые в результате обработки статистических данных, рассчитанных по формуле (14).

В соответствии с рисунком 1 запишем уравнение совокупных затрат, усл. ед./год, в общем виде

$$F = 3_1 + 3_2 + 23_3. \quad (15)$$

В развернутом виде уравнение 15 примет вид

$$F = \frac{AS}{Q} + S\Pi_0 + \alpha_{nl} \left(\frac{\alpha_{нк}^3}{Q} + b_{оe}l \right) S + 2 \left[(\alpha_{\sigma} + \alpha_n) \Pi_{np} \frac{Q}{2} + C_{xp} 365 \frac{Q}{2} \right] \quad (16)$$

Величину совокупных затрат (F) необходимо минимизировать. Дифференцируя функцию по Q , получим формулу расчета оптимального размера заказа, учитывающую зависимость транспортных издержек от расстояния перевозки, цены доставляемой продукции, а также годовой потребности

$$Q = \sqrt{\frac{AS + S\alpha_{nl}\alpha_{нк}^3 + a_0ab_1\alpha_{nl}\alpha_{нк}^3}{365C_{xp} + \alpha_{\sigma}\Pi_0 + \alpha_{\sigma}\alpha_{nl}b_{оe}l + a_0a_1b + ba_0b_1\Pi_0 + a_0bb_1\alpha_{nl}b_{оe}l}}. \quad (17)$$

Зависимость оптимальной величины заказа от отпускной цены доставляемой продукции представлена на рисунке 2. С увеличением цены единицы продукции оптимальный размер заказа сокращается. Отметим также, что с увеличением расстояния доставки размер заказа сокращается. Несмотря на то, что с увеличением расстояния перевозки удельные затраты на тонну перевозимого груза сокращаются, суммарные затраты, связанные с перевозкой всего объема заказа, с увеличением расстояния также увеличиваются.

Q , т/заказ

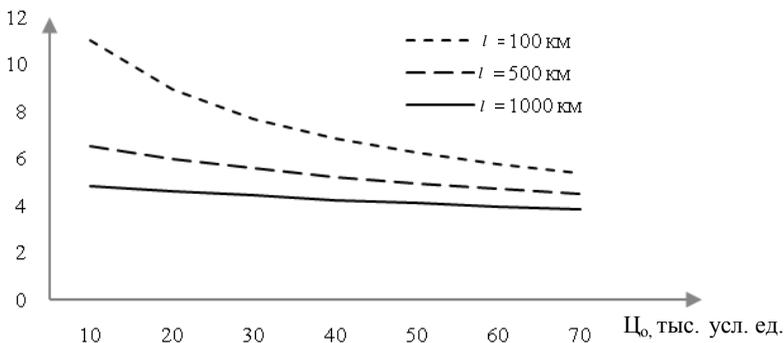


Рисунок 2 – Зависимость оптимального размера заказа от отпускной цены заказываемой продукции

Зависимость оптимальной величины заказа от годовой потребности в заказываемой продукции представлена на рисунке 3.

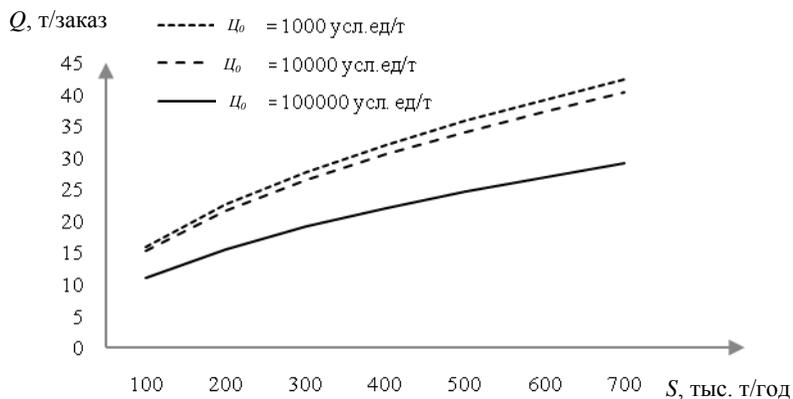


Рисунок 3 – Зависимость оптимального размера заказа от годовой потребности в продукции

Таким образом, с увеличением годовой потребности в заказываемых товарно-материальных ценностях, увеличивается и оптимальный размер заказа. Следует также отметить, что оптимальный размер заказа дорогой продукции будет меньше, чем продукции дешевой.

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1 Системы управления запасами позволяют снизить инвестируемый капитал, контролировать транспортные расходы и уровень обслуживания, обеспечивают лучший контроль за запасами. Недостатком широко используемой модели управления запасами с фиксированным размером заказа является отсутствие в явном виде зависимости транспортных издержек от основных параметров схем доставки. Транспортные издержки составляют значительную часть расходов по доставке продукции. В свою очередь основными параметрами логистических схем доставки являются: расстояние, цена продукции, срок доставки.

2 Исследование основных параметров логистических схем доставки продукции позволило получить формулу расчета оптимального размера заказа, учитывающую зависимость транспортных издержек от расстояния перевозки, цены доставляемой продукции, а также годовой потребности в ней. Таким образом, оптимальный размер заказа с увеличением отпускной цены доставляемой продукции уменьшается. Наиболее ярко данная зависимость

выражена на малых расстояниях. С увеличением расстояния зависимость сглаживается. Исследования показали, что с увеличением расстояния доставки, размер заказа сокращается. Указанное положение кажется нелогичным по причине того, что укрупнение партий поставки, формирование маршрутных поездов и автопоездов целесообразно обычно при отправке грузов на большие расстояния. Однако в данном случае исследовались суммарные затраты, связанные с перевозкой всего объема заказа, которые с увеличением расстояния доставки также увеличиваются. Оптимальная величина заказа зависит также от годового потока (потребности в товарно-материальных ценностях). При увеличении потока увеличивается и оптимальный размер заказа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Еловой, И. А.** Логистика : учеб.-метод. пособие / И. А. Еловой ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 163 с.
- 2 **Еловой, И. А.** Интегрированные логистические системы доставки ресурсов: теория, методология, организация / И. А. Еловой, И. А. Лебедева; под науч. ред. В. Ф. Медведева ; Бел. гос. ун-т транспорта. – Минск : Право и экономика, 2001. – 461 с.
- 3 **Резер, С. М.** Тарифное регулирование логистических схем товаропотоков / С. М. Резер, И. А. Еловой. – М. : ВИНТИ РАН, 2009. – 364 с.

I. ELOVOY, Dr. Hab, professor

I. LEBEDEVA

Belarusian State University of Transport

ORDER OPTIMAL SIZE CALCULATION OF ACCORDING TO THE MAIN DELIVERIES LOGISTICS SCHEMES PARAMETERS

The basic strategy for managing stocks is considered. Concretized existing inventory model with fixed order quantity according to changes in key delivery logistic schemes parameters, which determine the cost of delivery of product ordered. Changes in order size depending on the distance of delivery, product prices, annual needs of the ordered commodity and material values are analyzed.

Получено 17. 10.2011