

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ УРОВНЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ИЗДЕРЖЕК СНАБЖЕНЧЕСКО-СБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Кузнецова А.Д., Немчинов О.А.

*Российская Федерация, г. Самара,
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева*

Аннотация. В рамках исследования рассмотрен подход к оптимизации EOQ-моделей управления запасами, минимизации годовых издержек на транспортировку и хранение товаров при организации их единовременной поставки. Приведен анализ соотношения транспортных издержек и издержек хранения при перевозке грузов одним транспортным средством.

Ключевые слова: транспорт, грузопместимость, транспортные издержки, управление запасами, EOQ-модель.

Экономичный размер заказа (EOQ) – модель, являющаяся простейшей для управления запасами. Она позволяет определить оптимальную величину требуемого объема товара, при котором переменные издержки на транспортировку и хранение будут минимальными [1, 2].

Существует определенный алгоритм EOQ-модели, который позволяет менеджерам учитывать различные параметры транспортировки и хранения товаров. Его особенностями являются возможность учета грузопместимости транспортного средства при поставках, его выбор для перевозок из рассматриваемых типов транспортных средств и стоимости хранения груза на складе [3]. Беря во внимание данные характеристики, можно повысить качество решений и адаптировать их к реальным ситуациям на практике [4].

Вопросы управления запасами представлены в работах таких отечественных и зарубежных ученых, как У. Баумоль, Ж. Ришар, Р. Уилсон, Д. Шрайбфедер, Л.Г. Бродецкий, С.А. Броненкова, А.Н. Стерлигова.

Научной новизной исследования является разработанный подход к минимизации совокупности транспортных издержек и издержек хранения грузов на основе выделяемых параметров, оказывающих влияние на величину издержек разного рода, а также учитывающий способ привлечения транспортных и складских ресурсов.

В рамках исследования рассмотрена модификация EOQ-модели, предполагающая в случае использования имеющихся транспортных средств единовременную поставку одним автомобилем всей партии грузов в рамках одного заказа [5]. На практике возможны ситуации, когда нужного потребного объема загрузки в одном транспортном средстве не хватает и подключается использование дополнительного транспортного средства (комбинированная поставка двумя и более транспортными средствами). Однако данная ситуация экономически не выгодна для грузовладельца ввиду дополнительных затрат, поэтому в большинстве случаев рассматривается в первую очередь поставка одним транспортным средством.

Для перевозки одним транспортным средством используется целевая функция минимизации годовых издержек вида [6]:

$$S_i(q) = \left[\frac{C_{0i} \cdot D}{q} + q \cdot C_h \right] \rightarrow \min_{1 \leq q \leq q_{mi}}, \quad (1)$$

где D – годовое потребление, поддонов; q – размер заказа при поставках (оптимизируемая величина), поддонов; C_h – годовые издержки хранения одного поддона с грузом, руб.; C_{0i} – издержки одной поставки i -м транспортным средством, руб.; q_{mi} – максимальная грузопместимость для i -го типа транспортного средства, поддонов.

Для определения выгодного размера заказа q_{0i}^* , при использовании одного транспортного средства при поставках, учитывая его грузопместимость, используем условие (2) [7]:

$$q_{0i}^* = \begin{cases} q_{mi}, \text{ если } q_{mi} \leq q_i^* = \sqrt{C_{0i}D/C_h} \\ q_i^* = \sqrt{C_{0i}D/C_h} - \text{ в противном случае} \end{cases} \quad (2)$$

где q_{0i}^* – оптимальный размер заказа при поставках; q_i^* – условный оптимальный размер заказа при поставках, если используется одно i -е транспортное средство и нет ограничений на его вместимость.

Рассмотрим применение EOQ-модели на реальном примере.

Допустим, что у производственной компании, располагающейся в Самарской области, существует потребность в обеспечении поставок однотипного груза, укомплектованного и перевозимого в коробках на поддонах. Склад находится в Московской области. Для перевозки грузов используется привлеченный транспорт логистической компании, в распоряжении которой транспортные средства трех типов (Scania P-340, Mercedes Atego 818, Foton Ollin BJ 1093).

Известно, что: $D = 840$ поддонов, $C_h = 19\,414$ руб., $C_{0 \text{ Scania P-340}} = 257\,467$ руб., $C_{0 \text{ Mercedes Atego 818}} = 198\,043$ руб., $C_{0 \text{ Foton Ollin BJ 1093}} = 148\,532$ руб., $q_m \text{ Scania P-340} = 33$ поддонов, $q_m \text{ Mercedes Atego 818} = 18$ поддонов, $q_m \text{ Foton Ollin BJ 1093} = 12$ поддонов.

Минимизируем суммарные годовые затраты на хранение и поставку товара для оптимизации запасов [8, 9]. Структура целевых функций зависит от способа учета издержек хранения запасов на складе [10–12]. В данной работе рассматривается модель с оплатой издержек хранения в виде аренды складской площади.

Определим, подвижной состав какой марки является менее затратным. Подставляем исходные данные в формулы (1) и (2).

$$q_{0 \text{ Scania P-340}}^* = 33 \text{ поддона}$$

(что равно q_m , т. к. $33 \leq \sqrt{257\,456 \cdot 840 / 19\,414} = 106$).

$$S_{\text{Scania P-340}}(q) = \frac{257\,456 \cdot 840}{33} + 33 \cdot 19\,414 = 7\,194\,097 \text{ руб.}$$

$$q_{0 \text{ Mercedes Atego 818}}^* = 18 \text{ поддона}$$

(что равно q_m , т. к. $18 \leq \sqrt{198\,043 \cdot 840 / 19\,414} = 93$).

$$S_{\text{Mercedes Atego 818}}(q) = \frac{198\,043 \cdot 840}{18} + 18 \cdot 19\,414 = 9\,591\,459 \text{ руб.}$$

$$Q_0^* \text{ Foton Ollin BJ 1093} = 12 \text{ поддона}$$

(что равно q_m , т. к. $12 \leq \sqrt{148\,532 \cdot 840 / 19\,414} = 80$).

$$S_{\text{Foton Ollin BJ 1093}}(q) = \frac{148\,532 \cdot 840}{12} + 12 \cdot 19\,414 = 10\,630\,208 \text{ руб.}$$

Как видно, транспортировка тягачом марки Scania P-340 является менее затратной, чем если бы использовались Mercedes Atego 818 или Foton Ollin BJ 1093.

Найденные значения можно уменьшить. Эту задачу решают логисты компании. Перед ними стоит задача вычислить наиболее выгодные стоимости транспортировки и хранения грузов, при которых будут оптимизироваться затраты фирмы.

Общие затраты на запасы состоят из четырех составляющих:

- затраты на приобретение единицы продукции;
- затраты на размещение заказа (на практике в большинстве случаев определяется как отношение общих годовых затрат отдела закупок на число отправленных им заказов);
- затраты на хранение единицы запаса;
- затраты, связанные с отсутствием должного уровня запаса (наступление дефицита) [13].

При оценке общего уровня логистических издержек на предприятии особое внимание уделяют соотношению двух параметров – уровню располагаемого запаса и организации процесса доставки. Предположим, что подвоз запасов на предприятие производится раз в год, при этом уменьшаются удельные затраты на оформление, выдачу и приемку заказа, появляется возможность воспользоваться оптовыми скидками в связи с одномоментным заказом большой партии, уменьшаются годовые расходы по доставке. Однако вполне очевидно, что при этом значительную величину составят затраты на хранение данной большой

партии запаса. При этом необходимо отвлечение значительной складской площади и человеческих ресурсов для ежедневного обслуживания данной партии товара.

Обратная ситуация – когда располагаемый запас на предприятии крайне мал и приходится осуществлять постоянные новые поставки. При этом эффект от минимизации складских издержек нивелируется растущими транспортными расходами.

Таким образом, требуется определение экономически выгодного размера заказа, который будет создавать баланс между затратами на поставки запаса и величиной издержек на его хранение.

Специалист определяет соотношение транспортных издержек и издержек на хранение товаров.

$$\frac{C_{oi}}{C_h} = k_i \quad (3)$$

где k_i – коэффициент, отражающий отношение транспортных издержек и затрат на хранение.

Данное значение необходимо для определения критериев перевозки: какая требуется вместимость транспортных средств для поставок грузов, будет ли частичная или полная их загрузка, с какой периодичностью будут совершаться поставки грузов [14, 15]. Все это находится для определения оптимального размера запаса, одновременно хранящегося на складе и требующего соответствующих затрат на хранение.

Для дальнейшего анализа для нашего примера были определены пороговые минимальные значения затрат на транспортировку грузов, при которых выгода от перевозки полностью загруженного подвижного состава перекрывает издержки на хранение соответствующей партии заказа: $C_{0 \min} \text{ Scania P-340} = 25\,169$ руб.; $C_{0 \min} \text{ Mercedes Atego 818} = 7\,489$ руб.; $C_{0 \min} \text{ Foton Ollin BJ 1093} = 3\,329$ руб.

Это расчетное значение показывает условную ситуацию, при которой существенно сокращаются общие издержки, используется полная грузопместимость транспортного средства, следовательно, владельцу автопарка не нужно искать попутный груз в качестве дозагрузки, что приводит к выгодной цене на транспортировку.

Пересчитаем годовые издержки, используя пороговые значения затрат на транспортировку:

$$q_{0 \min}^* \text{ Scania P-340} = 33 \text{ поддона}$$

$$\text{(что равно } q_m, \text{ т. к. } 33 \leq \sqrt{25\,169 \cdot 840 / 19\,414} = 33).$$

$$S_{\min} \text{ Scania P-340}(q) = \frac{25\,169 \cdot 840}{33} + 33 \cdot 19\,414 = 1\,281\,327 \text{ руб.}$$

$$q_{0 \min}^* \text{ Mercedes Atego 818} = 18 \text{ поддона}$$

$$\text{(что равно } q_m, \text{ т. к. } 18 \leq \sqrt{698\,939 \cdot 840 / 19\,414} = 18).$$

$$S_{\min} \text{ Mercedes Atego 818}(q) = \frac{7\,489 \cdot 840}{18} + 18 \cdot 19\,414 = 698\,939 \text{ руб.}$$

$$q_{0 \min}^* \text{ Foton Ollin BJ 1093} = 12 \text{ поддона}$$

$$\text{(что равно } q_m, \text{ т. к. } 12 \leq \sqrt{465\,998 \cdot 840 / 19\,414} = 12).$$

$$S_{\min} \text{ Foton Ollin BJ 1093}(q) = \frac{3\,329 \cdot 840}{12} + 12 \cdot 19\,414 = 465\,998 \text{ руб.}$$

В этом случае транспортировка автомобилем Foton Ollin BJ 1093 является более выгодной, чем если бы использовались Scania P-340 или Mercedes Atego 818.

Теперь определим коэффициент k_i для каждого подвижного состава по формуле (3):

$$k_{\text{Scania P-340}} = \frac{25\,168}{19\,414} = 1,296;$$

$$k_{\text{Mercedes Atego 818}} = \frac{7\,489}{19\,414} = 0,386;$$

$$k_{\text{Foton Ollin BJ 1093}} = \frac{3\,329}{19\,414} = 0,171.$$

Таким образом, наблюдается закономерность, при сокращении грузоподъемности используемого транспортного средства сокращается предельное соотношение транспортных затрат и издержек на хранение, то есть при прочих равных в большинстве случаев предпочтение отдается перевозке, так как доставка производится малыми партиями, заведомо уменьшающими издержки на складское хранение.

Список литературы

1. Салманов Т.Э. Использование модели оптимального размера заказа в современной логистике // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2012. № 5 (156). С. 159-162.

2. Бондарева О.А. Повышение эффективности управления материальными запасами предприятия // В сборнике: Транспортный бизнес и логистика: актуальные аспекты развития. Сборник тезисов II Всероссийской научно-практической конференции (15-17 февраля 2021 г.). 2021. С. 103-104.

3. Шидловский И.Г. Эффективность совместных поставок в EOQ-моделях с учетом грузоподъемности и возможности выбора транспортных средств // Менеджмент качества. 2017. № 2 (38). С. 138-151.

4. Герами В.Д., Колик А.В., Шидловский И.Г. Специальный аспект эффективности EOQ-модели с арендой мест хранения и учетом фактора грузоподъемности // Логистика и управление цепями поставок. 2017. № 2 (79). С. 16-27.

5. Бродецкий Г.Л. Эффективность поставок двумя транспортными средствами в EOQ-моделях с учетом факторов грузоподъемности и аренды мест хранения // Финансовая жизнь. 2020. №3. С. 98-108.

6. Бродецкий Г.Л., Герами В.Д., Шидловский И.Г. Поставки несколькими транспортными средствами с учетом грузоподъемности и аренды мест хранения // Транспорт: наука, техника, управление. 2021. № 7. С. 3-9.

7. Герами В.Д., Шидловский И.Г. Оптимизация запасов с учетом фактора грузоподъемности и специфики денежных потоков при аренде мест хранения // Менеджмент и бизнес-администрирование. 2020. № 2 (220). С. 77-90.

8. Герами В.Д., Шидловский И.Г. Поставки несколькими транспортными средствами при управлении запасами // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2014. № 3. С. 66-71.

9. Салманов Т.Э. Развитие модели оптимальной партии заказа в современных цепях поставок // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. 2013. № 1 (60). С. 281-284.
10. Петров С.В., Катанова Е.М. Оптимизация системы управления запасами // Вестник МФЮА. 2016. № 1. С. 262-267.
11. Нордин В.В., Самойлова Е.С. Повышение эффективности управления запасами малого торгового предприятия // Общество, экономика, управление. 2019. № 3. Т. 4. С. 37-44.
12. Стерлигова А.Н. Управление запасами в цепях поставок: учебник. М.: ИНФРА-М, 2008. 430 с.
13. Бызов Д.П. Направления снижения и оптимизации транспортных издержек на предприятии // В сборнике: Старт в науке 2022. Сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса. В 2-х частях. Петрозаводск, 2022. С. 72-77.
14. Геррами В.Д., Шидловский И.Г. Алгоритм оптимизации транспортного обеспечения поставок при управлении запасами // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2016. № 1. С. 69-77.
15. Суслова А.Д. Особенности учета логистических затрат // Системный анализ и логистика. 2023. № 1 (35). С. 93-99.

**WAYS TO OPTIMIZE THE LEVEL OF LOGISTICS COSTS
OF THE SUPPLY AND SALES ACTIVITIES OF THE ENTERPRISE**

A.D. Kuznetsova, O.A. Nemchinov

*Samara University,
Samara, Russian Federation*

Abstract. The study considers an approach to optimizing EOQ-models of inventory management, minimizing the annual costs of transportation and storage of goods when organizing their one-time delivery. The analysis of the ratio of transport costs and storage costs in the transportation of goods by one vehicle is given.

Keywords: transport, cargo capacity, transport costs, inventory management, EOQ-model.