

УДК 51-77

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

Аблабекова Ч. А., Алтымышева Ж. А., Бактыбекова К. Б.
КГУСТА им. Н. Исанова

В данной работе рассматриваются математические методы как прикладное значение в логистике. Проанализированы современные методы и модели транспортного обслуживания с позиции потребителей транспортных услуг и с позиции транспортного предприятия. В данной статье мы проанализируем наиболее важные аспекты логистики в их взаимосвязи с математической наукой, а также на практическом примере рассмотрим применимость математических методов в решении задач логистики.

Ключевые слова. Логистика, математические методы, транспортная логистика.

ТРАНСПОРТТУК ЛОГИСТИКАДА МАТЕМАТИКАЛЫК МЕТОДДОРДУ ИЗИЛДӨӨ ЖАНА ТАЛДОО

Аблабекова Ч. А., Алтымышева Ж. А., Бактыбекова К. Б.
Н. Исанов ат. КМКТАУ

Бул макаламада математикалык методдор логистикада колдонмо мааниси катары каралат. Транспорттук кызмат көрсөтүүлөрдү керектөөчүлөрдүн позициясынан жана транспорттук компаниянын позициясынан транспорттук кызмат көрсөтүүнүн заманбап ыкмалары жана моделдери корсотулду. Бул макаламада биз логистиканын математика илими менен болгон байланышынын эң маанилүү аспектилерин талдап, ошондой эле практикалык мисалды колдонуп, логистикалык маселелерди чечүүдө математикалык методдордун колдонулушун карап чыгабыз

Баштапкы сөздөр: Логистика, математикалык методдор, транспорттук логистика.

RESEARCH AND ANALYSIS OF MATHEMATICAL METHODS IN TRANSPORT LOGISTICS

Ablabekova Ch.A., Altymysheva Zh.A., Baktybekova K.B.
KSUCTA named of N. Isanov

In this article mathematical methods are considered as an applied value in logistics. Analyzed modern methods and models of transport services from the perspective of consumers of transport services and from the perspective of a transport company. In this article, we will analyze the most important aspects of logistics in their relationship with mathematical science, and also, using a practical example, consider the applicability of mathematical methods in solving logistics task.

Key words. Logistics, mathematical methods, transport logistics.

Введение

Математические методы способствуют облегчению решения вопроса функционирования транспорта в логистических системах. Ключевая роль транспортировки в логистике объясняется не только большим удельным весом транспортных расходов в общем составе логистических издержек, но и тем, что без транспортировки невозможно само существование материального потока [1]. Это говорит, в первую очередь о том, что разработка новых методов, усовершенствование существующих является актуальным и востребованным.

Логистика - это наука, которая занимается планированием и непосредственной организацией перемещения материальных и информационных потоков от первоначального источника до конечного потребителя [5].

Транспортная логистика - это перемещение требуемого количества товара в нужную точку, оптимальным маршрутом за требуемое время и с наименьшими издержками [4].

Основное исследование

В данной статье рассмотрим модели и методы функционирования транспорта в логистических системах. Наиболее представленными моделями и методами, применяемых в логистических системах касательно транспорта, можно назвать модели, касающиеся выбора оптимального варианта решения из возможных, такие как на рис.1.



Рис 1. Методы и модели в логистических системах

Создание математической модели - самая важная и ответственная часть исследования операций [2].

Методы и модели выбора альтернативных решений в логистических системах в основном основаны на экспертной оценке, так как они основаны на качественных параметрах. Наиболее распространенными критериями выбора вида транспорта, способа транспортировки, перевозчика являются такие параметры: минимальные затраты, время доставки, надежность, мощность, доступность и безопасность (на основании [1-4]). Эти методы предполагают, во-первых, большое количество вариантов решения и, соответственно, сложность выбора оптимального, во-вторых, принятие решения основано на субъективном мнении экспертов. Недостаточно рассмотренными являются вопросы функционирования транспорта в логистических системах и взаимодействия его с потребителями транспортных услуг. Потребители транспортных услуг выдвигают определенные требования к качеству транспортного обслуживания, которые необходимо учитывать транспортному предприятию.

В [4] предложена модель выбора системы доставки, критерием эффективности которой является прибыль системы или надежность функционирования системы. Рассматриваемая система включает производителя, экспедитора и перевозчика. Недостатком данной модели

является представлением ее в семантическом виде, недостаточная формализация.

Таблица 2. Методы и модели функционирования транспорта в логистической системе

1. Методы выбора перевозчика [4]	Метод матриц; стоимостной оценки, абстрактного перевозчика; метод учитывающий технологические параметры.
2. Методы выбора [4]	Методы выбора вида транспортировки, способа перевозки, посредника. Критерии выбора: минимальные затраты, время доставки, надежность, мощность, доступность и безопасность.
3. Модель выбора системы доставки [4]	<p>1. $E(P, EXP, PER) \rightarrow \max$, P – параметры фирмы производителя, EXP – параметры экспедитора, PER – параметры перевозчика</p> <p>$\Pi_i = d_i - (r_i + p_i), i = 1, N$, где Π_i - прибыль системы; d_i - доходы, r_i - расходы, p_i - непредвиденные затраты</p> <p>2. $E(P, EXP, PER) = F(HD) \rightarrow \max$, где $F(HD)$ - функция надежности системы доставки.</p>
4. Модель эффективности ТЛО [4]	<p>Сводный показатель эффективности транспортно логистического обслуживания: $K_{cb}^{ТЛО} = \sqrt[3]{K_K^{ТЛО} K_y^{ТЛО} K_{yn}^{ТЛО}}$</p> <p>где $K_{cb}^{ТЛО}$ - комплексный показатель качества ТЛО; $K_y^{ТЛО}$ - комплексный показатель уровня ТЛО; $K_{yn}^{ТЛО}$ - комплексный показатель удобства пользования ТЛО.</p>

Более детально рассмотрим применение совокупности математических методов в практической деятельности предприятия, как бизнес - процесс, связанный с деятельностью розничного предприятия, структура работы которого, следующая:

1. этап. Формирование заказа на покупку, на основе анализа спроса на рынке.
2. этап. Транспортировка готового продукта на склад.
3. этап. Оприходование и приём продукта на складе.
4. этап. Сортировка транспортированного на склад продукта.

5. этап. Поступление товара в сборку заказа для продажи.
6. этап. Подготовка продукта к транспортировке потребителю.
7. этап. Транспортировка заказа.
8. этап. Непосредственная доставка покупателя.

Математические расчёты с использованием формул:

Первым шагом является анализ спроса на товар, который при заданных данных (n - некоторый товар, i - количество товара, а $t-S_t$ - анализируемый период времени). Основной задачей выступает создание прогноза на спрос данной продукции в следующие 2-6 месяцев. Расчёт осуществляется при помощи следующей формулы:

$$D'_{i+1} = S'_{t+1} - S'_t + Q'_t = \Delta S'_{t+1} + Q'_{t-1} \quad , \text{ где } Q'_{t-1} - \text{объем заказа } i\text{-го}$$

товара в анализируемом периоде « $t-1$ ». Однако, возвращаясь к условию того, что заказ на доставку товара в текущей период " t " был сделан в предыдущем периоде, получим, что $\Delta S'_{t+1}$ (спрос на данный продукт в будущие месяцы), рассчитывается как разность уровней временного ряда, значение которых в общем виде можно записать так: $S'(t) = f(T, W, C, \varepsilon)$, где T – трендовая компонента, W – сезонная компонента, C – циклическая компонента, ε – случайное отклонение. Однако, с целью увеличения точности прогнозирования, нужно учесть фактор количества точек сбыта, который должен оставаться. Чтобы рассмотреть аналогичный показатель спроса, но при условии учёта количества точек сбыта данного товара, используем:

K – количество точек сбыта в период времени t ,

p_i^k - плотность населения в прилегающей к точке сбыта зоны - l метра;

τ_t^k - часы работы точки сбыта « k » в период « t »;

и получим следующий прогноз спроса на данный товар в последующие 2-6 месяцев для фирм розничной сети:

$S' = \left[f(T, W, C, \varepsilon) + S(t-1) * \frac{K_t - K_{t-1}}{K_{t-1}} \right] * \frac{\bar{p}_t}{\bar{p}_{t-1}}$, где K_t и K_{t-1} – количество точек сбыта в текущий и предыдущий периоды времени (« t » и « $t-1$ » соответ-

но), а $\bar{\rho}_t$ и $\overline{\rho_{t-1}}$ – средняя плотность населения в обслуживаемых точками продаж областях.

2 шаг. Решение задачи оптимального запаса, то есть расчёт переменной величины – количества хранимых запасов на складе предприятия в наиболее эффективных и рациональных для предприятия условиях. Таким образом, можно сделать вывод о том, что объёмов хранимых на складе предприятия запасов зависит от двух основных факторов:

1 метод. Поток груза на склад (OF);

2 метод. Поток грузов со склада (D), пользуясь которыми, можно разрешить поставленную задачу и рассчитать объём оптимального запаса:

$S'_{i+1} = S'_t + OF'_{t+1} - D'_{t+1}$ - формула решения задачи оптимального запаса, где S'_{i+1} и S'_t – объёмы запасов товара «i» на складе в текущем и последующих временных периодах «t» и «t + 1», D'_{t+1} – поток грузов со склада на магазины, который принимается равным спросу из-за наличия страхового запаса. Фактический объём товара «i», приходящего в период «t» – OF'_{t+1} является стохастической величиной и зависит от объёма заказа:

$$OF'_{t+1} = P * Q'_{t+1} .$$

3 метод. На предприятии является расчёт и последующий анализ оптимального размера заказа, частота его осуществления. В традиционной модели общий объём годовых затрат Cr равен

$$Cr = Cr(q) = C_0 \frac{D}{q} + C_k \frac{q}{2} + C_k D.$$

Для максимизации q берется следующая производная $\frac{C_r}{dq} = 0$

В результате решения получим формулу Харриса – Уилсона.

$$q^* = \sqrt{\frac{2C_0D}{C_h}} , \text{ где } C_0 - \text{ накладные расходы на каждую поставку;}$$

D – годовое потребление продукции;

Ch – затраты на хранение единицы продукции в год.

С учетом поправок на неопределенность и процессы естественной убыли рассчитываются следующим образом

$$Pr = \alpha \left[Cr - Cr \left(\varepsilon_n + \Delta \varepsilon \frac{q}{2D} \right) \right] D - \left(C_0 \frac{D}{q} + C_k \frac{q}{2} + C_{nD} \right) .$$

При этом оптимальный размер заказа находится по следующей формуле:

$$q^*(C_{r(mod)}) = \sqrt{\frac{2C_0D}{C_h + \alpha C_\gamma \Delta \varepsilon}} .$$

В то же время при условии наличия статистических данных с точки зрения спроса задачу нельзя классифицировать как задачу в условиях неопределенности. И, подставляя прогнозное значение величины спроса в условие задачи, получим следующее выражение для оптимального объема заказа, представленное в формуле: $q^*(C_{r(mod)}) = \sqrt{\frac{2C_0f(T,W,C,\varepsilon)}{C_h + \alpha C_\gamma \Delta \varepsilon}}$

Периодичность заказа при этом исходя, из классической задачи определяется остатками товара на складах.

4 метод. Задача формирования плана перевозок от группы поставщиков группе покупателей. Поставщиками являются склады предприятия, а потребителями – магазины. Критерий транспортной задачи следующий:

$$c_{11}x_{11} + \dots + c_{yg}x_g \rightarrow \min$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \rightarrow \min ,$$

$$\text{Где } i=1,2,\dots,m, \text{ а } j=1,2,\dots$$

Ограничения могут быть представлены системой:

$$\begin{cases} x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{ij} = a_i \text{ или } \sum_{j=1}^m x_{ij} = a_i \\ x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{ij} = b_j \text{ или } \sum_{i=1}^n x_{ij} = b_j \end{cases} .$$

Кроме того, при решении классической задачи о назначениях накладывается условие, что одну перевозку может совершать одно транспортное средство. Эти условия имеют вид: $\sum_{i=1}^n x_{ij} = \sum_{j=1}^n x_{ij}$.

Практическая часть

Применим 3 метод, решив следующую задачу: В логистическую фирму «N» обратилась компания по легкой промышленности с вопросом: где заказ товара будет наиболее оптимальным: в Россию или в Европу? Исходные данные для решения задачи представлены в Таблице №2 «Исходные данные».

Удельная стоимость поставляемого товара (У), \$/м3	Транспортный тариф (ТТ), \$/м3	Пошлина на импорт товара из Европы (ПИ), %	Ставка на запасы, %		Стоимость товара	
			В пути (ЗП)	Страховые (ЗС)	Европе (С _е), \$	России (С _а), \$
2000	210	15	2	0.5	244	120

Решение: Первым шагом на пути к решению поставленной задачи станет расчет доли дополнительных затрат, которые могут возникнуть при транспортировке. Воспользуемся следующей математической формулой:

$$Д = 100 * \frac{T_T}{У} + П_{И} + З_{П} + З_{С} (\%)$$
 Подставив исходные данные в формулу, получим следующее: $Д = 100 * 210 / 2000 + 15 + 2 + 0,5 = 28\%$ - процентное соотношение дополнительных затрат, возможных при транспортировке в Европу. Затем необходимо определить разницу между ценами в Европе и в России. Предварительно обусловимся, что стоимость товара в России равна 100%. Воспользуемся формулой: $Р_{С} = (С_{е} - С_{а}) * \frac{100}{С_{а}}, (\%)$

$$Р_{С} = (244 - 120) * \frac{100}{120} = 103,3 (\%)$$

Сравним показатели, рассчитанные на первом этапе и на предпоследнем (Д и РС – соответственно) $Р_{С} > Д$, следовательно, наиболее оптимальным будет завоз в Россию. Ответ: выгоднее завозить в Россию. Таким образом, можно сделать вывод о том, что вклад математики в развитие логистики и прикладное её использование – огромен.

Выводы

В нашей статье рассмотрели лишь некоторые методы решения логистических задач с помощью построения математических моделей. Здесь были представлены основные задачи предприятия и математические методы их решения, выделены достоинства и недостатки методов, как прогнозировать спрос, рассчитать оптимальный объём запасов, оптимальный объём заказа, а также решение задачи по формированию плана перевозок. Предложен подход к построению модели транспортного обслуживания логистической системы. Конечно, охватить все функциональные задачи логистики и математические методы по их решению невозможно, оставляем их на дальнейшее изучение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бродецкий, Г. Л. Экономико-математические методы и модели в логистике. Процедуры оптимизации. - М.: Академия, 2014. – 284
2. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. – 4-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2006. – 206 с.
3. Георгий П. Математические методы в логистике. Задачи и решения. Учебно-практическое пособие. – Издат-во: [Альфа-Пресс](#), 2018. – 304 <https://www.labirint.ru/books/446541/>
4. Логистика: управление в грузовых транспортно-логистических системах. Под ред. Л. Б. Миротина. – М.: Юристъ, 2002. – 414 с.
5. Собко Э.О. Статья: «Задачи логистической эффективности розничной сети: модели и математические методы решения». Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11-2. – С. 436-440;
6. <https://www.fundamentalresearch.ru/ru/article/view?id=40995>
7. Хуснутдинов Р.Ш. Экономико-математические методы и модели: Учебное пособие - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 224. <http://znanium.com/bookread.php?book=430259>