

Сапарова Гульмира Баатыровна, к.ф.-м.н., доцент,  
Аблакимов Усон Асанович, ст.преподаватель,  
Жамалдин кызы Элнура, магистрант,  
Хожамов Мухаммадсоли, магистрант,  
Ошский технологический университет  
E-mail: gulya141005@mail.ru

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЛОГИСТИКЕ ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Актуальность данной статьи связана с большим развитием логистики в экономике, развитии предприятий, как на национальном, так и на международном уровнях. Как известно, в прикладном значении логистика непрерывно связана с математической наукой, так как применяет математические методы с целью решения задач, таких как: принятия решений, создание логических моделей реальных процессов логистики, решение задач расчета оптимального размера заказа, определение спроса на товар. В данной статье рассмотрим наиболее важные аспекты логистики в их взаимосвязи с математикой, а также на практическом примере рассмотрим применение математических методов в решении задач логистики.*

*Ключевые слова: логистика, математика, методы, решение, задача, ресурсы, продукция, ограничения, максимум, минимум*

Сапарова Гульмира Баатыровна, ф.-м.и.к., доцент,  
Аблакимов Усон Асанович, улук окутуучу,  
Жамалдин кызы Элнура, магистрант,  
Хожамов Мухаммадсоли, магистрант,  
Ош технологиялык университети

## **МАТЕМАТИКАЛЫК ЫКМАЛАРДЫ ИШКАНАЛАРДЫН ЛОГИСТИКАСЫНДА КОЛДОНУУ**

*Бул макаланын актуалдуулугу экономикада логистиканын зор онугуусуно, ишканалардын улуттук жана эл аралык денгээлдеги онугуусуно байланыштуу. Белгилүү болгондой, прикладдык мааниде логистика математика илими менен узгүлтүксүз байланышта, анткени ал маселелерди чечүү учун математикалык ыкмаларды колдонот, мисалы: чечим кабыл алуу, реалдуу логистикалык процесстердин логикалык моделдерин тузуу, оптималдуу заказ олчомун эсептөө маселелерин чечүү, товарларга суроо – талап койуу. Бул макалада биз логистиканын эн маанилүү аспектилерин алардын математика менен байланышында карап чыгабыз, ошондой эле практикалык мисалды колдонуу менен логистикалык маселелерди чечүүдө математикалык ыкмаларды колдонууну карайбыз.*

*Негизги сөздөр: логистика, математика, усулдар, чечим, маселе, ресурстар, буюмдар, чектоолор, максимум, минимум*

Saparova Gulmira Baatirovna, candidate of physical and  
mathematical sciences, associate professor,  
Ablakimov Uson Asanovich, senior lecturer,  
Zhamaldin kyzy Elnura, graduate student,

## APPLICATION OF MATHEMATICAL METHODS IN LOGISTICS COMPANY

*The relevance of this article is associated with the great development of logistics in the economy, the development of enterprises, both at the national and international levels. As you know, in the applied sense, logistics is continuously connected with mathematical science, as it uses mathematical methods to solve problems, such as: decision making, creating logical models of real logistics processor, solving problems of calculating the optimal order size, determining the demand for goods. In this article we will consider the most important aspects of logistics in their relationship with mathematics, and also, using a practical example, we will consider the use of mathematical methods in solving logistics problems.*

*Key words: logistic, mathematics, solution, methods, resources, products, limitations, maximum, minimum, a task.*

**Введение.** Логистика – это наука, которая занимается планированием и организацией перемещения материальных и информационных потоков от первоначального источника до конечного потребителя. Отсюда можно сделать вывод, что логистика является связующим звеном в области построения деловых отношений. В настоящее время, когда экономика достигла своего пика, грамотное распределение ресурсов и их организации чрезвычайно важны, объясняется важностью науки логистики и специалистов, способных использовать ее методы. [3]

К задачам логистики, на решение которых направлена деятельность науки логистики, выделим три самостоятельные, но тесно взаимосвязанные группы: базисные, ключевые и поддерживающие логистические функции.

К базисным функциям логистики относятся: снабжение (то есть подготовка и организация сырья и других ресурсов в производстве продукта), производство и сбыт конечного товара.

Ключевые функции включают в себя управление запросами потребителей, транспортировка конечного продукта, управление закупками и запасами, ценообразование, поддержание стандартов обслуживания потребителей и др.

Поддерживающие функции: складирование, грузопереработка, защитная упаковка конечного продукта, обеспечение возврата товаров, сбор возвратных отходов, информационно – компьютерная поддержка, сервисное обслуживание.

Логистика связана со многими науками, такими как экономика, технология, техника и математика. Для осуществления функций логистами применяются разные математические методы, такие как методы элементарной математики, математической статистики и теории вероятностей.

Эконометрические методы, которые так же широко применяются в логистике, основаны на единстве трех наук: экономики, математики и статистики. Здесь наиболее распространенным считается метод анализа «затрат - выпуск», который представляет собой матричные (балансовые) модели, которые строятся по схеме шахмат и позволяют наиболее комплексно представить взаимосвязь данных экономических показателей. [2]

**Постановка задачи.** Рассмотрим подробно применение совокупности математических методов в практической деятельности предприятия, структура работы которого, имеет вид:

- 1 метод.** Формирование заказа на покупку, на основе анализа спроса на рынке.
- 2 метод.** Транспортировка готового продукта на склад.
- 3 метод.** Оприходование и прием продукта на складе.

- 4 метод. Сортировка транспортированного на склад продукта.
- 5 метод. Поступление товара в сборку заказа для продажи.
- 6 метод. Подготовка продукта к транспортировке потребителю.
- 7 метод. Транспортировка заказа.
- 8 метод. Непосредственная доставка покупателя.

В ходе указанных этапов работы предприятия выполняются соответствующие операции, математические расчеты с применением формул. [2]

При помощи **первого метода** можно определить 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. Расчет осуществляется по формуле:

$$P_{i+1} = M_{t+1} - M_t + K_t = \Delta M_{t+1} + K_{t-1},$$

где  $K_{t-1}$  – объем заказа  $i$ -го товара в анализируемом периоде  $t - 1$ . Но, возвращаясь к условию того, что заказ на доставку товара в текущий период был сделан в предыдущем периоде, получим, что  $\Delta M_{t+1}$  (спрос на данный продукт в будущие месяцы), рассчитывается как разность уровней временного ряда, значение которых в общем виде можно записать, в виде:

$$M_t = f(T, W, J, \varepsilon),$$

где  $T$  – трендовая компонента;  $W$  – сезонная компонента;  $J$  – циклическая компонента;  $\varepsilon$  – случайное отклонение. Однако, с целью увеличения точности прогнозирования, нужно учесть фактор количества сбыта, который должен оставаться. Чтобы рассмотреть аналогичный показатель спроса, но при условии учета количества точек сбыта данного товара, рассмотрим дополнительные показатели:  $N$  – количество точек сбыта в период времени  $t$ ;  $\rho_i^k$  – плотность населения в прилегающей к точке сбыта зоны - 1 метра;  $\tau_t^k$  – часы работы точки сбыта  $k$  в период  $t$ . Из всего сказанного, получим следующий прогноз спроса на данный товар в последующие 2 – 6 месяцев для фирм розничной сети:

$$M_t = \left[ f(T, W, J, \varepsilon) + M_{t+1} \cdot \frac{N_t - N_{t-1}}{N_{t+1}} \right] \cdot \frac{p_t}{p_{t-1}},$$

где  $N_t, N_{t-1}$  – количество точек сбыта в текущий и предыдущий периоды времени, а  $p_t, p_{t-1}$  – средняя плотность населения в обслуживаемых точками продаж областях. [2]

**2 метод.** Решение задачи оптимального запаса, то есть расчет переменной величины – количества хранимых запасов на складе предприятия в наиболее эффективных и рациональных для предприятия условиях. Количество запасов на складе, с теоретической точки зрения, может быть в пределах от 0 до полной загрузки склада ( $V$ ), но каждый склад имеет определенный «страховой запас», который принято обозначать через  $K_{стр}$ . Отсюда, можно сделать вывод о том, что объем хранимых на складе предприятия запасов зависит от двух основных факторов:

1. Потоков груза на склад ( $L$ );
2. Потоков грузов со склада ( $D$ ), применяя которое можно решить поставленную задачу и рассчитать объем оптимального запаса;

$$M_{t+1} = M_t + L_{t+1} - D_{t+1} -$$

формула решения задачи оптимального запаса, где  $M_{t+1}, M_t$  – объемы запасов товара на складе в текущем и последующих временных периодах  $t$  и  $t+1$ ,  $D_{t+1}$  – поток грузов со склада в магазины, который принимается равным спросу из – за наличия страхового запаса.

Фактически объем груза  $i$ , приходящего в период  $t - L_{t+1}$  является стохастической величиной и зависит от объема заказа:

$$L_{t+1} = P \cdot K_{t+1}.$$

Страховой запас,  $K$  должен быть не меньше разности между максимальной величиной спроса и минимальным объемом заказа:

$$N = \max\{D\} - \min\{L\},$$

где  $t$  – срок хранения грузов на складе;  $T$  – время работы склада;  $h$  – оборачиваемость грузов на складе ( $h = \frac{T}{t}$ );  $V$  – вместимость склада. [2]

**3 метод.** Важной функцией менеджера – логиста на предприятии является расчет и последующий анализ оптимального размера заказа, частота его осуществления. В традиционной модели общий объем годовых затрат  $S_r$  равен:

$$S_r = S_r(q) = S_0 \frac{D}{q} + S_k \frac{q}{2} + S_k D.$$

Для максимизации  $q$  находим следующую производную:

$$\frac{dS_r}{dq} = 0;$$

В результате решения получим формулу Харриса – Уилсона:

$$q^* = \sqrt{\frac{2S_0 D}{S_h}}.$$

где  $S_0$  – накладные расходы на каждую поставку;  $D$  – годовое потребление продукции;  $S_h$  – затраты на хранение единицы продукции в год. С учетом поправок на неопределенность и процессы естественной убыли рассчитывается следующим образом:

$$P_r = \alpha \left[ S_r - S_r \left( \varepsilon_n + \Delta \varepsilon \frac{q}{2D} \right) \right] D - \left( S_0 \frac{D}{q} + S_k \frac{q}{2} + S_n D \right).$$

При этом оптимальный размер заказа вычисляется по следующей формуле:

$$q^*(S_{r(mod)}) = \sqrt{\frac{2S_0 D}{S_h + \alpha S_r \Delta \varepsilon}}.$$

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 следующую формулу для оптимального объема заказа, вида:

$$q^*(S_{r(mod)}) = \sqrt{\frac{2S_0 f(T, W, J, \varepsilon)}{S_h + \alpha S_r \Delta \varepsilon}}.$$

Периодичность заказа при этом исходя из классической задачи определяется остатками товара на складах. [2]

**4 метод.** Задача формирования плана перевозок от поставщиков к потребителям. Поставщиками являются склады предприятия, а потребителями – магазины. Критерий транспортной задачи имеет вид:

$$\begin{cases} f(x) = a_{11}x_{11} + \dots + a_m x_n \rightarrow \min \\ \sum_{l=1}^m \sum_{j=1}^n a_m x_n \rightarrow \min, \\ i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

Ограничения имеют вид:

$$\begin{cases} x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{ij} = c_i, \\ x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{ij} = b_j \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sum_{i=1}^m x_{ij} = c_i \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} = b_j \end{cases}$$

Как известно, по условию задачи о назначении одну перевозку может совершать одно транспортное средство. Эти условия имеют вид:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1.$$

Рассмотреть все функциональные задачи логистики и математические методы их решения невозможно, но в данной статье были рассмотрены основные задачи предприятия и их математические методы решения, такие как: прогнозировать спрос, рассчитать оптимальный объем запасов, оптимальный объем заказа, а также решение задачи по формированию плана перевозок. [2]

### Методы решения

Рассмотрим применение 3 – го метода на конкретной задаче.

**Пример.** В логистическую фирму обратились несколько владельцев бутиков женской одежды. С вопросом: откуда оптимально будет заказывать товар, с Китая или Бишкека? Исходные данные даны в таблице:

Удельная стоимость поставляемого товара (У), \$/м <sup>3</sup>	Транспортный тариф (Т <sub>Т</sub> ), \$/ м <sup>3</sup>	Пошлина на импорт товара из Китая, (П <sub>И</sub> ) %	Ставка на запасы, %		Стоимость товара	
			В пути (З <sub>П</sub> )	Страховые (З <sub>С</sub> )	В Китае (С <sub>К</sub> ), \$	В Бишкеке (С <sub>Б</sub> ), \$
2000	210	10	3	1,5	180	150

**Решение:** Найдем долю дополнительных затрат, которые могут возникнуть при транспортировке товаров из Бишкека:

$$Д = 100 \cdot \frac{T_T}{Y} + П_И + З_П + З_С(\%)$$

$$Д = 100 \cdot \frac{210}{2000} + 10 + 3 + 1,5 = 25\% -$$

процентное соотношение дополнительных затрат, возможных при транспортировке товаров из Бишкека.

Сравним разницу между стоимостью товаров из Бишкека и из Китая. Предварительно, считаем, что стоимость импортируемого товара в Китае равна 100%.

$$P_C = (C_K - C_B) \cdot \frac{100}{C_B}, \%$$

$$P_C = (180 - 150) \cdot \frac{100}{150} = 30 \cdot 0,66 = 19,8\%.$$

Сравним полученные значения,  $P_C < Д$ , значит оптимальным будет заказ товаров из Бишкека.

Отсюда, можно сделать вывод, что вклад математики в развитие логистики и прикладное ее применение – очень большое, в данной статье рассмотрели лишь некоторые элементарные методы решения логистических задач с применением построения математических моделей и составления формул, которые показывают взаимосвязь этих двух важных для современного общества наук. [1]

### Литература:

1. Сапарова, Г.Б. Математическое моделирование экономических процессов. [Текст] / Г.Б. Сапарова, Ш. Шайлообаева // Известия. ОшГУ. 1/2018. Часть 2. С.154-157.
2. Савенкова, Т.И. «Логистика»: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальностям «Финансы и кредит», «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» [Текст] / Т.И. Савенкова // – 5 – е изд., стер. – М.: издательство «Омега -Л», 2010.
3. Левкин Г.Г. «Основы логистики», изд. «Инфа - инженерия» [Текст] / Г.Г. Левкин // 2014.