14. Girasek D. C. Towards operationalising and measuring the traffic safety culture construct // International Journal of Injury Control and Safety Promotion, vol. 19(1), pp.37-46, 2012.

УДК 656.073, 656.025.4, 658.5

Полтавская Юлия Олеговна,
к.т.н., доцент кафедры «Управление на автомобильном транспорте»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: juliapoltavskaya@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕПИ ПОСТАВОК С УЧЕТОМ ОПТИМАЛЬНОГО МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

Poltavskaya Y.O.

IMPROVING EFFICIENCY OF THE SUPPLY CHAIN BY OPTIMAL DISTRIBUTION CENTER LOCATION

Аннотация. *Представлено решение логистической задачи повышения эффективности цепи поставок с целью достижения оптимальной стратегии транспортировки. Решение предполагает применение математических методов для определения местоположения размещения распределительного центра в обслуживаемом регионе. Использование оптимальной стратегии доставки приводит к снижению затрат на хранение и транспортировку, что оказывает положительное влияние на конкурентоспособность предприятия в современных рыночных условиях.*

Ключевые слова: *цепь поставок, распределительный центр, математическая оптимизация, спрос, пункты потребления, время доставки.*

Abstract. *The solution of a logistic problem to improve the efficiency of the supply chain in order to achieve an optimal delivery strategy is presented. The solution involves the use of mathematical methods to determine the location of the distribution center in the service area. The use of an optimal delivery strategy leads to a decrease in storage and transportation costs, which has a positive effect on the competitiveness of an enterprise in modern market conditions.*

Keywords: *supply chain, distribution center, mathematical optimization, demand, points of consumption, delivery time.*

Логистика играет важную роль в процессе экономической глобализации и объединения региональных рынков в единую сеть, благодаря чему доставка грузов потребителям осуществляется в соответствии с критерием «точно в срок» с минимальными стоимостными и временными затратами. Задачей любого логистического предприятия является повышение эффективности цепи поставок на основе применения принципов управления, обеспечивая оптимальность процессов закупки, хранения и доставки. Управление цепями поставок – это процесс планирования, реализации и контроля основных логистических операций. Этапы планирования представлены процессом определения стратегии цепи поставок [1].

Основной целью исследования является разработка модели определения оптимального местоположения распределительного центра, который можно использовать в качестве инструмента в процессе принятия решений в области логистических стратегий, направленных на повышение эффективности цепи поставок. В основе предложенной модели используется ряд математических методов и классических алгоритмов, актуальность которых состоит в новой концептуальной основе для определения оптимального местоположения распределительных центров и построения цепи поставок с минимальными транспортными расходами [2 – 4]. Данный метод применяется в заранее определенной экономической зоне, состоящей из пунктов потребления, которые предприятие планирует обслуживать.

Крайне важно, чтобы управленческие решения включали разработку последовательной стратегии цепи поставок, которая может гарантировать эффективную доставку продукции на все целевые рынки. В рамках данного исследования представлена модель цепи поставок, которую могут использовать транспортно-логистические компании для

доставки грузов в рамках обслуживаемого региона, страны. Модель позволяет определить наилучшее место для размещения распределительного центра, которое обеспечивает минимальную стоимость транспортировки до всех пунктов потребления, принимая во внимание размер рынка и численность населения в качестве общего показателя. К выходным переменным было применено упрощение: расчет предполагаемого расстояния не учитывает точный маршрут в соответствии с транспортной инфраструктурой, а расчетное время определяется с использованием средней скорости 60 км/ч. Концептуальная структура модели включает ряд входных и выходных переменных, как представлено в таблице 1 [5].

Таблица 1 – Входные и выходные переменные

Основные переменные	**Дополнительные переменные**	**Характеристики**
Входные переменные		
Географический район		
n пунктов потребления	Географические координаты	Долгота
		Широта
	Объем спроса в каждом пункте потребления	Аппроксимация согласно численности населения
Выходные переменные		
Местоположение распределительного центра	Географические координаты	
	Количество обслуживаемых пунктов	Идентично количеству пунктов потребления
	Обслуживаемое население	Общая численность населения обслуживаемого региона
	Среднее время доставки	

Предлагаемая модель имеет общий формат и в качестве входных данных применяются географические координаты пунктов потребления и численность населения обслуживаемого региона. Модель может быть отнесена к категории пространственной оптимизации, которая использует метод центра тяжести для определения геометрического положения распределительного центра, обеспечивающего минимальный путь ко всем пунктам доставки [6].

Математическая оптимизация и моделирование могут применяться в области повышения производительности цепи поставок путем решения конкретных задач для принятия управленческих решений на предприятии [7 – 9].

Гипотезы модели:

1) груз может быть доставлен одним видом транспорта;

2) модель не учитывает транспортную инфраструктуру и маршрутную сеть;

3) процесс принятия решения считается экономически рациональным.

Модель состоит из нескольких этапов реализации [6].

I. Определение географического пространства, представляющего интерес для предприятия. Первым шагом в оптимизации стратегии цепи поставок является определение географической области, которая включает целевой рынок сбыта. Затем необходимо определить пункты потребления, каждый из которых имеет географические координаты (широта и долгота) и объем спроса.

II. Определение месторасположения распределительного центра, обеспечивающего минимальную общую стоимость доставки ко всем пунктам потребителями.

Географические координаты должны быть преобразованы в десятичные числа для дальнейшего использования в расчетах. Это можно сделать с помощью Microsoft Excel и формулы:

TEXT(ROUND(LEFT(F5,3) + (MID(F5,5,2) + + RIGHT(F5,5)/60)/60,6),”00.000000”) (1)

Для определения координат долготы и широты (Lat_{cg}, $Long_{cg}$) местоположения распределительного центра используются следующие формулы:

$$Lat_{cg} = \frac{\sum Lat_i \cdot C_i}{Lat_i}, \quad (2)$$

$$Long_{cg} = \frac{\sum Long_i \cdot C_i}{Long_i}, \quad (3)$$

где Lat_i, $Long_i$ – географическая широта и долгота *i*-го пункта потребления; C_i – объем спроса в *i*-ом пункте потребления.

III. Определение расстояний между распределительным центром и каждым пунктом потребления. Алгоритм основан на функции Excel «atan 2», для которой потребуются географические координаты центра и каждого пункта потребления, а также радиус Земли.

IV. Определение времени доставки до пункта потребления. Оценивается по формуле:

$$T_i = d_i \cdot v\,, \qquad (4)$$

где d_i – расстояние до i-го пункта потребления, км; v – скорость движения транспортного средства, км/ч.

Модель может использоваться для разработки оптимальной цепи поставок с информацией о спросе и местонахождении пунктов потребления. Это также инструмент для минимизации затрат (в случае привлечения инвестиций или выхода на новый рынок) или их снижения (ввиду изменения спроса в области). Кроме того, данная модель может быть использована для реализации стратегии «зеленой» логистики с целью оптимизации транспортных расходы, а также минимизации расхода топлива и выбросов углекислого газа в окружающую среду. Принятие решения об оптимальном расположении производственных объектов (склады, логистические узлы, распределительные центры) является важной частью стратегического логистического планирования. Состав модели четко определен входными и выходными переменными, а также этапами ее реализации. Также он может быть конкретизирован для определенных грузов или предприятий, с учетом оцененного спроса.

Для малых и средних предприятий целесообразно определить местоположение одного централизованного логистического центра с гарантией доставки грузов во все пункты потребления, которые определяются в ходе исследования рынка. Для крупных компаний с целью снижения затрат на доставку, рекомендуемая стратегия цепи поставок – это строительство нескольких распределительных центров с учетом тяготения спроса потребителей, расположенного вблизи рассчитанных (полученных) координат, что обеспечит наиболее эффективное управление цепью поставок. Дальнейшие исследования могут быть направлены на улучшение представленной модели путем расчета времени доставки с учетом проложения транспортной сети и определения местоположения транспортных средств в режиме реального времени с помощью геоинформационных технологий.

Таким образом, математическая оптимизация может быть использована для разработки стратегии цепи поставок, направленной на снижение затрат на хранение и транспортировку, а представленное решение может способствовать эффективному проектированию, поскольку транспортные издержки составляют большую долю от затрат на логистические операции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tartavulea R.I., Belu M.G., Dieaconescu V.C. Spatial modeling in logistics decision-making processes. Identifying the optimal location for a single central warehouse // Annals of The University of Oradea, Economic Sciences Series, 20(1), 2011, pp. 137-143.

2. Кулакова И.М., Лебедева О.А., Полтавская Ю.О. Решение задачи наилучшего расположения транспортного терминала с определением географических координат // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2020. Т. 1. № 17. С. 38-42.

3. Полтавская Ю.О. Оптимизация транспортной сети на основе минимума общих затрат на доставку грузов // Вестник Ангарского государственного технического университета. 2019. № 13. С. 178-183.

4. Лебедева О.А., Гозбенко В.Е., Пыхалов А.А., Мухопад Ю.Ф. Сравнительный анализ методов решения транспортных задач при оптимальном планировании перевозочного процесса // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2020. № 3 (67). С. 134-139.

5. Munteanu S. M., Iamandi I-E., Tudor E. Evaluation model of the entrepreneurial character in EU countries // Amfiteatru Economic vol. 17(38), 2015, pp. 76-92.

6. Tartavulea R.I. Model for Determining the Optimum Location for Performance Improvement in Supply-Chain Strategies // European Journal of Interdisciplinary Studies Vol. 7, Issue 1, 2015, pp. 39-54.

7. Гозбенко В.Е., Крипак М.Н., Полтавская Ю.О. Математическое моделирование работы автотранспортного предприятия // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2014. № 2 (42). С. 120-129.

8. Колесник М.Н., Гозбенко В.Е. Принципы создания информационно-планирующей и управляющей системы перевозками на автомобильном транспорте // Совре-