

Кулакова Ирина Михайловна,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: iyelkina@mail.ru

Лебедева Ольга Анатольевна,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: kravhome@mail.ru

Полтавская Юлия Олеговна,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: juliapoltavskaya@mail.ru

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НАИЛУЧШЕГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ТЕРМИНАЛА С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КООРДИНАТ

Kulakova I.M., Lebedeva O.A., Poltavskaya Y.O.

SOLUTION OF THE PROBLEM OF BEST LOCATION OF A TRANSPORT TERMINAL WITH A SEARCH FOR GEOGRAPHICAL COORDINATES

Аннотация. В условиях современной рыночной экономики предприятиям приходится конкурировать на региональном и международном уровнях. Для осуществления деятельности в глобальном масштабе требуется надлежащая система, которая позволит определить оптимальное размещение транспортного терминала в цепочке. Данное исследование посвящено достижению нескольких задач: определению местоположения объектов, являющихся крупными грузоотправителями; поиску наилучшего расположения транспортных терминалов. Для их решения предлагается применить линейное программирование и алгоритм определения географических координат транспортного терминала. Результаты показывают, что алгоритм позволяет эффективно решать задачи различного объема за минимальный временной интервал.

Ключевые слова: автоматизация, транспортный терминал, алгоритм.

Abstract. In a modern market economy, enterprises have to compete at the regional and international levels. To carry out activities on a global scale, an appropriate system is required to determine the optimal location of the transport terminal in the supply chain. This study is dedicated to achieving several goals: determining the location of facilities that are major shippers; determining the optimal location of transport terminals. To solve this problem, it is proposed to use linear programming and the algorithm for determining the transport terminal with geographical coordinates. The results show that the algorithm makes it possible to efficiently solve problems of various sizes within a reasonable time.

Keywords: automation, transport terminal, algorithm.

Эффективная транспортировка грузов в цепочке поставщиков, производителей, перевозчиков, транспортных терминалов (распределительных центров), розничных магазинов и клиентов имеет решающее значение в современном конкурентном мире. Другими словами, транспорт является ключевой частью цепочки поставок, которая обеспечивает своевременную доставку сырья и готовой продукции. Решения, принятые в отношении системы транспортировки в цепочке поставок, можно условно разделить на три различных уровня. Первый уровень относится к стратегическим решениям с долгосрочным (несколько лет) воздействием на цепочку поставок – это решения, принятые по проектированию транспортной системы и поставке ресурсов (местоположение, размер и

мощность объектов, расположение объекта и завода, парк подвижного состава). Следующий уровень – это тактические решения, которые имеют среднесрочный эффект (несколько месяцев или кварталов) и включают планирование производства и распределение ресурсов (площадь помещений, размер парка, упаковку грузов). Третий уровень – это оперативные решения, которые принимаются ежедневно или еженедельно. Агрегирование заказов, отгрузок и отправка подвижного состава. За последние несколько лет данным исследования посвящено множество работ [1–5]. В связи с этим задача определения локации транспортного терминала рассматривается на стратегическом уровне. Предлагаемый алгоритм представляет собой относительно новую форму определения местоположения распределительных центров и складов.

Рассмотрим итерационный алгоритм определения координат распределительного центра. Координаты распределительного центра находятся по формулам (1) и (2).

$$x_j = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i Q_i}{R_{i(j-1)}}}{\sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{R_{i(j-1)}}} \quad (1)$$

$$y_j = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{b_i Q_i}{R_{i(j-1)}}}{\sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{R_{i(j-1)}}} \quad (2)$$

где j – номер итерации; Q_i – потребность i -ого населенного пункта в товарно-материальных ценностях, тыс. т, определяемое по формуле (3):

$$Q_i = q_i \cdot S_i \quad (3)$$

где $R_{i(j-1)}$ – приближенное расстояние от предполагаемого распределительного центра до i -ого населенного пункта, определяемое по формуле (4).

$$R_{i(j-1)} = \sqrt{(a_i - x_{j-1})^2 + (b_i - y_{j-1})^2} \quad (4)$$

где x_{j-1} и y_{j-1} – абсцисса и ордината предполагаемого распределительного центра, полученные в $(j-1)$ -ой итерации.

Очевидно, что для начала итерационного процесса необходимо знать приближенные координаты предполагаемого распределительного центра (x_0, y_0) , которые определялись по формулам (5) и (6).

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n a_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad (5)$$

$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n b_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad (6)$$

Расстояния от населённых пунктов до распределительного центра с координатами, полученными на начальном этапе $R_{i(0)}$ определялись по формуле (7):

$$R_{i(0)} = \sqrt{(a_i - x_0)^2 + (b_i - y_0)^2} \quad (7)$$

Блок-схема вычислений итерационным методом приведена на рисунке 1.

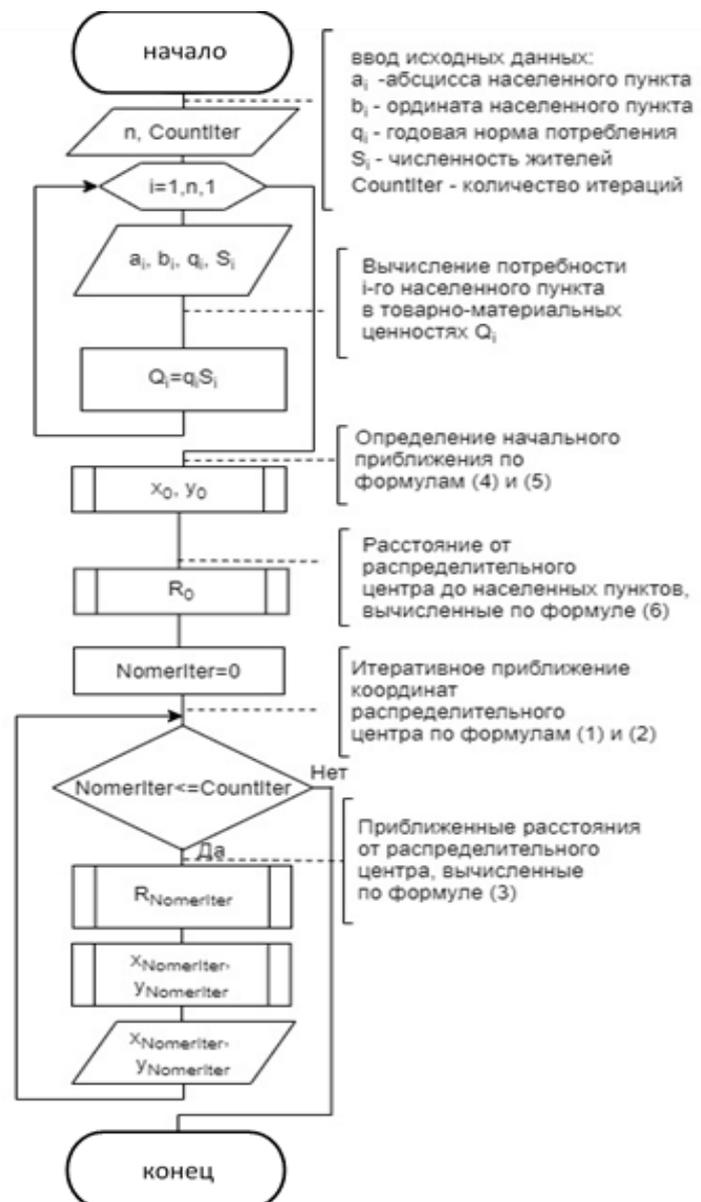


Рисунок 1 – Блок-схема определения оптимального расположения логистического центра итерационным методом

Апробация данного алгоритма проведена на Иркутской области, включающей г. Иркутск, Ангарский городской округ и Шелеховский муниципальный район. Область является крупным транспортно-логистическим узлом, расположенным на кратчайших международных транзитных коридорах, связывающих Европу со странами Азиатско-Тихоокеанского региона. Так как Иркутская область является центром Сибири по грузоперевозкам, с каждым годом увеличивая грузооборот, то именно на ней опробованы и будут отработаны эффективные механизмы развития транспортного сектора, одним из которых является оптимизация расположения распределительного центра с определением географических координат.

В описании алгоритма итерационного метода предусматривается использование координат в декартовой системе с относительными единицами измерения. Для работы с реальными данными существует необходимость указания местоположения населённых пунктов в виде конкретных географических координат. Визуализировать их нахождение на карте по заданным координатам или обеспечить интерактивный ввод путем непосредственного размещения координат населенных пунктов на карте с помощью технологии drag-and-drop. Рассматривалось решение этой задачи с использованием непосредственно API картографической системы и JavaScript и с привлечением готовых библиотек для платформы .NET. После проведенного анализа выбор был сделан в пользу готовой библиотеки GMap.NET, так как необходимые функции являются стандартными и реализованы в используемой библиотеке, которая, помимо прочего, в своем составе имеет поддержку нескольких картографических ресурсов при этом смена поставщика картографической подложки не отражается на функциональности. Так как в качестве графической подсистемы использовался WPF (Windows Presentation Foundation), то применяется специализированная часть GMap.NET – GMap.NET.WindowsPresentation. GMap.NET предоставляет бесплатный элемент управления с открытым исходным кодом. Он предоставляет удобные методы для работы с картами, предоставляя на выбор десятки карт, доступных бесплатно (в том числе Google Maps, Yandex Maps и другие).

На рисунке 2 представлен выбор объектов на карте Google Maps, определение осуществляется интерактивно и отмечается красными маркерами, после вычислений координат распределительного центра на карту также наносится маркер зеленого цвета, соответствующий его местоположению, при наведении на который отображаются его координаты. Полученные результаты можно загрузить в исходную программу и оформить в виде отчета.

Работа с картографическими данными предусматривает использование компьютера с доступом в интернет в режиме онлайн.

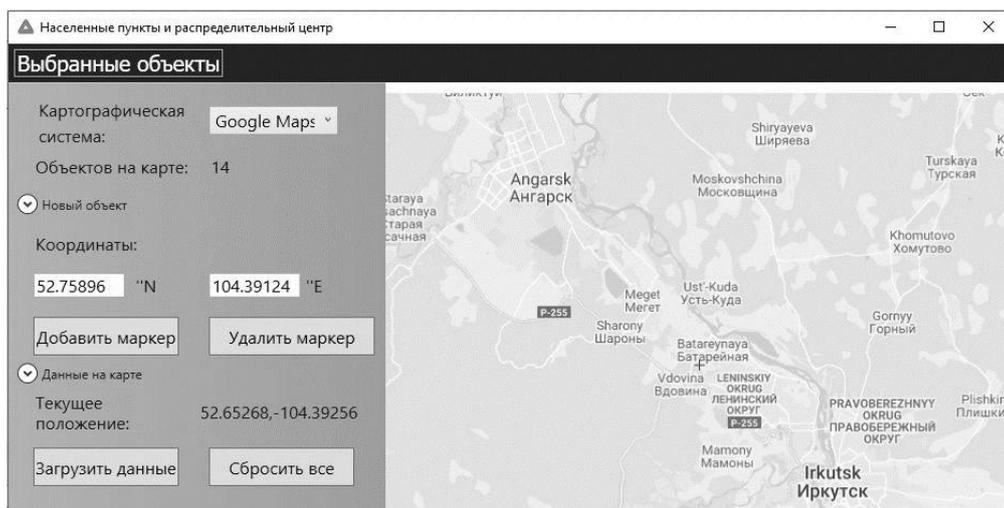


Рисунок 2 – Определение оптимального расположения логистического центра в Иркутской области

Большая часть внутриобластного грузооборота приходится на районные и городские перевозки, особенно на участок автодороги Иркутск - Ангарск-Черемхово-Зима. Для снижения транспортной нагрузки предложена оптимизация расположения транспортного терминала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крипак М.Н., Лебедева О.А. Оценка состояния улично-дорожной сети крупного города // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск: ИрГУПС, 2016. № 3 (51). – С. 171-174.
2. Лебедева О.А., Мальцева К.А. Пути повышения эффективности работы автотранспортного предприятия // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. № 14, 2017. – С. 140-145.
3. Лебедева О.А. Методы организации транспортного процесса в городской логистике // Современные технологии и научно-технический прогресс. – Иркутск: ИрГУПС, 2017. Т. 1. – С. 119-120.
4. Ветрогон А.А. Транспортное моделирование как инструмент для эффективного решения задач в области управления транспортными потоками / А.А. Ветрогон, М.Н. Крипак // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск: ИрГУПС, 2018. Т. 59, № 3. - С. 82–91.
5. Полтавская Ю.О., Крипак М.Н., Гозбенко В.Е. Оценка условий движения транспортных потоков с применением геоинформационных технологий. Современные технологии. Системный анализ. Моделирование – Иркутск: ИрГУПС, 2016. № 1 (49). – С. 155-161.