

Научная статья
УДК 656.13.072:338
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-2-210-221>
EDN: FEATOQ



МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ СХЕМЕ ДОСТАВКИ ТОВАРА

С.А. Жесткова

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза, Россия
s.zhestkova@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Исследование направлено на разработку методики для определения расположения распределительного центра материальных потоков с учетом формирования кольцевых маршрутов методом фиктивных узлов и ветвей (ФУВ) с целью минимизации общих логистических затрат. Несмотря на достаточное количество существующих способов решения данной проблемы, они имеют некоторые недостатки: не совсем реалистичны и не в полной мере отвечают требованиям логистической оптимизации. Например, существующие алгоритмы не учитывают необходимость посещения ветвей транспортного графа несколько раз и кривизну траектории передвижения.

Разработанная методика имеет более практичное применение в связи с определением расположения распределительного центра по критерию полной транспортной работы, использованием кусочно-линейной аппроксимации для учета кривизны маршрутов, формированием маршрутов доставки точным методом ФУВ, для оптимизации транспортных и минимизации общих логистических затрат. Такая методика может быть использована как провайдером для анализа и выбора места размещения логистического распределительного центра с учетом формирования оптимальных маршрутов доставки товара, так и владельцами крупных ритейлеров.

Материалы и методы. Данная методика включает в себя несколько этапов.

На первом этапе определяется район наиболее вероятного нахождения распределительного центра (РЦ). Вычисляем координаты грузового центра тяжести по формулам сопротивления материалов. В качестве ее веса принимаем количество груза в пунктах. Принимаем гипотезу, что район расположения распределительного центра находится вокруг грузового центра тяжести. Его граница проходит через узлы, наиболее близко расположенные к нему. За узлы принимаются грузовые пункты, перекрестки дорог и точки резкого изменения направления движения. Экспертом могут назначаться дополнительные узлы для уточнения влияния геометрии, длины, а также других параметров траектории передвижения. Дорога между центром тяжести и узлами, как правило, отсутствует.

На втором этапе осуществляется определение рационального расположения регионального центра. Дороги между центром тяжести и узлами нет, поэтому рассчитаны кольцевые маршруты, выходящие из узловых точек методом фиктивных узлов и ветвей. Задача маршрутизации сведена к нахождению одного кольца, проходящего через выбранную узловую точку несколько раз. Учет ограничения производится методом блокировки.

На третьем этапе заменяем ветви криволинейного маршрута передвижения кусочно-линейной интерполяцией. Определяем транспортную работу и координаты центра тяжести прямоугольной эпюры на каждой ветви маршрута. Находим величину полной транспортной работы вокруг координатных осей. Вычисляем координаты регионального центра. Рациональные его координаты принимаем по средним значениям, полученным для каждого выбранного узла.

Результаты. Применение разработанной методики при сетевой доставке товара с расчетного распределительного центра в торговые точки компании ПАО «Магнит» за смену позволило сократить количество маршрутов, время на маршруте 10% и пробег автотранспортных средств на 16%.

Заключение. Предложена методика определения расположения распределительного центра материальных потоков. Разработана программа на основе данной методики. Получены результаты использования предложенной методики на примере компании ПАО «Магнит».

© Жесткова С.А., 2025



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: распределительный центр, координаты, автомобильный транспорт, транспортная работа, расчет, маршрутизация, методика

БЛАГОДАРНОСТИ: автор выражает благодарность анонимным рецензентам и благодарит редакцию журнала за обработку статьи и возможность её опубликования.

Статья поступила в редакцию 13.12.2024; одобрена после рецензирования 07.02.2025; принята к публикации 17.04.2025.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. **Конфликт интересов отсутствует.**

Для цитирования: Жесткова С.А. Методика определения расположения распределительного центра материальных потоков при комбинированной схеме доставки товара // Вестник СибаДИ. 2025. Т. 22, № 2. С. 210-221. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-2-210-221>

Original article

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-2-210-221>

EDN: FEATOQ

METHODOLOGY OF DETERMINING THE LOCATION OF THE DISTRIBUTION CENTER OF MATERIAL FLOWS IN A COMBINED SCHEME OF GOODS DELIVERY

Svetlana A. Zhestkova

*Penza State University of Architecture and Construction,
Penza, Russia*

s.zhestkova@yandex.ru

ABSTRACT

Introduction. The research is aimed at developing a methodology for determining the optimal location of material flows' distribution center, taking into account the formation of ring routes based on the use of the fictitious nodes and branches' method (FNB), in order to minimize overall logistical costs. Despite the sufficient number of existing ways to solve this problem, they have some disadvantages: they are not entirely realistic and do not completely meet the requirements of logistical optimization. Namely, existing algorithms do not take into account the need to visit the branches of the transport graph several times and the curvature of the movement trajectory.

The developed technique has greater practical application because it deals with determining the optimal location of the distribution center based on the criterion of full vehicle loading, using piecewise linear approximation to account for the curvature of routes, forming delivery routes using the accurate fictitious nodes and branches' method (FNB) to optimize transportation and minimize overall logistical costs. This technique can be used by both providers to analyze and select the location of a logistics distribution center taking into account the formation of optimal routes for the delivery of goods, and by owners of large retailers.

Materials and methods. The developed methodology includes several stages. At the first stage, the area of the most probable location of the distribution center (DC) is determined. We calculate the coordinates of cargo center of gravity using the formulas for the strength of materials. As its weight, we take the amount of cargo in receiving points. We accept the hypothesis that the placing area for distribution center is located around the cargo center of gravity. Its boundary passes through the nodes closest to it. The nodes are cargo points, road intersections and points of abrupt changes in the direction of movement. The expert can assign additional nodes to clarify the influence of geometry, length, and other parameters of the trajectory of movement. As a rule, there is no road between the center of gravity and the nodes. At the second stage, a rational location of the regional center is determined. There is no road between the center of gravity and the nodes. Therefore, ring routes are calculated that originate from nodal points using the method of fictitious nodes and branches. The routing problem is reduced to finding one ring that passes through the selected nodal point several times. The constraint is taken into account by the blocking method. At the third stage, we replace the branches of the curvilinear route of movement with piecewise linear interpolation. We determine the transport work and the coordinates of the center of gravity of the rectangular diagram on each branch of the route. We find the value of the total transport work around the coordinate axes. We calculate

© Zhestkova S.A., 2025



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

the coordinates of the regional center. We accept its rational coordinates according to the average values obtained for each selected node.

Result. The application of the developed methodology for the network delivering goods from the distribution center to the Public Joint Stock Company "Magnit" trading points per shift has reduced the number of routes, time on the route by 10% and the length of the route by 16%.

Conclusion. The methodology for determining the optimal location of the distribution center of material flows has been provided. The program has been developed on the basis of the proposed methodology. Results of the use of the proposed methodology have been obtained by testing on the example of Public Joint Stock Company "Magnit".

KEYWORDS: distribution center, coordinates, automobile transport, transport work, calculation, routing, methodology

ACKNOWLEDGEMENTS: the author expresses gratitude to anonymous reviewers and thanks the editorial board of the journal for processing the article and providing the opportunity to publish it.

The article was submitted: December 13, 2024; approved after reviewing: February 07, 2025; accepted for publication: April 17, 2025.

The author has read and approved the final manuscript.

Financial transparency: the author has no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation. Zhestkova S.A. Methodology of determining the location of the distribution center of material flows in a combined scheme of goods delivery. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2025; 22 (2): 210-221. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-2-210-221>

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время остро стоит вопрос формирования эффективной логистической инфраструктуры для обслуживания сетевых торговых точек на территории крупных городов. Проблема выбора оптимального места размещения распределительного центра материальных потоков существует достаточно давно [1].

На сегодняшний день имеется множество расчетных моделей для определения расположения распределительных центров материальных потоков с учетом разработки оптимальных маршрутов доставки груза.

Некоторые расчетные модели учитывают только вес груза при разгрузке или погрузке, но не учитывают процесс движения [2], что являются неверным.

С другой стороны, существуют модели, основанные на тарифе [2], которые учитывают косвенно процесс движения через транспортную работу. Недостатком таких моделей является искусственный перенос ее в вершины транспортного графа.

Известно, что в них не производится транспортная работа, поэтому модель также не соответствует физическому процессу перевозки. Аналогичный недостаток имеет модель, основанная на использовании экономических параметров [2].

Применение моделей, где расстояние между пунктами транспортной сети определяется

по воздушной прямой [2], тоже не соответствует действительности.

В работе [2] отклонение от прямой учитывается коэффициентом объезда, который устанавливается с помощью деления суммарной длины катетов на гипотенузу треугольника для каждого пункта транспортной сети. Далее определяется среднее его значение на всем полигоне обслуживания. Недостатком такой модели является большая неточность предложенной аппроксимации.

Цель исследования – разработать методику, позволяющую определять расположение распределительного центра по критерию наименьшей полной транспортной работы с учетом кривизны маршрута [3, 4].

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести обзор моделей размещения распределительных центров, известных на текущий момент, обозначив их преимущества и недостатки;
- разработать методику, позволяющую определять расположение распределительного центра по критерию наименьшей полной транспортной работы с учетом кривизны маршрута;
- предложить вариант повышения эффективности доставки груза на основе использования разработанной методики с распределительного центра в торговые точки компании ПАО «Магнит».

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Методика расчета включает в себя следующие этапы:

1-й шаг. Вводим систему декартовых координат, определяем расстояние между торговыми точками [5].

2-й шаг. Вычисляем координаты грузового центра тяжести и наносим его на карту.

$$x_c = \frac{h_1 x_1 + h_2 x_2 + \dots + h_i x_i}{h_1 + h_2 + \dots + h_i}, \quad (1)$$

$$y_c = \frac{h_1 y_1 + h_2 y_2 + \dots + h_i y_i}{h_1 + h_2 + \dots + h_i}, \quad (2)$$

где x_c и y_c – координаты расположения грузового центра тяжести;

x_i и y_i – координаты i -го пункта; h_i – вес груза в пункте.

3-й шаг. Находим на карте расчётные узлы, наиболее близко расположенные к грузовому центру тяжести.

4-й шаг. Рассчитываем методом ФУВ¹ [6, 7, 8, 9] кольцевые маршруты, проводим аппроксимацию ветвей полученных маршрутов и вычисляем работу на каждой из них:

$$W_i = W_i^{cp} + \dots + W^{авт}, \quad (3)$$

где W_i^{cp} – транспортная работа на перемещение груза;

$W^{авт}$ – работа на перемещение автомобиля.

Тогда формула (3) для ветви преобразуется к виду

$$W_i = (q_i + Q_i)l_i, \quad (4)$$

где q_i – вес груза в кузове автомобиля на ветви маршрута между соседними пунктами;

Q_i – собственный вес автомобиля;

l_i – длина ветви между соседними пунктами маршрута.

5-й шаг. Вычисляем координаты расположения центров транспортной работы:

$$x_c = \frac{W_1 x_1 + W_2 x_2 + \dots + W_i x_i}{W_1 + W_2 + \dots + W_i}, \quad (5)$$

$$y_c = \frac{W_1 y_1 + W_2 y_2 + \dots + W_i y_i}{W_1 + W_2 + \dots + W_i}. \quad (6)$$

Здесь W_i – полная работа на i -й ветви. Ее координаты на ветви обозначены через x_i и y_i .

6-й шаг. Вычисляем среднее значение координат расположения центров транспортной работы и в полученной точке располагаем распределительный центр.

Разработанную методику рассмотрим на примере распределительного центра АО «Тандер» компании ПАО «Магнит». Распределительный центр обслуживает Пензенскую область, Саратовскую область и Республику Мордовия. Проведенные исследования в распределительном центре показали, что за смену он обслуживает 526 торговых точек и использует 92 транспортных средства вместимостью от 19 п/м до 26 п/м. Были обследованы 180 маршрутов доставки товара с распределительного центра в торговые точки, одна из обследованных смен по г. Пенза приведена в таблице 1. Формирование маршрутов осуществляется на основе использования эвристического метода «Свира». У каждого магазина есть свое название. Доставка товара осуществляется в европоддонах и тележках вместимостью 0,5 п/м.

В процессе исследований маршрутов доставки товара с распределительного центра определялись и рассчитывались следующие показатели, которые приведены в таблице 1.

На основе предложенной методики была разработана программа Distribution Center, свидетельство № 2024614147.

Для определения расположения распределительного центра согласно разработанной методике на первом шаге вводим систему декартовых координат и высчитываем расстояние (таблица 2).

¹ Каримов Р.А. Решение задачи коммивояжера двумя различными способами: «венгерский метод» и «метод ветвей и границ» // Международный студенческий научный вестник. 2019. № 1. С. 41–49.

Таблица 1
Существующие показатели работы автотранспортных средств АПТ «Сельта»
компании ПАО «Магнит» за смену
Источник: составлено автором.

Table 1
The existing performance indicators of transportation company "Cel'ta" vehicles
of Public Joint Stock Company "Magnit" per shift
Source: compiled by the author.

№ ав- томо- бия	№ марш- рута	Пункт торговой точки	Кол-во паллет	Длина маршру- та, км	Вре- мя на маршру- те, ч	Длина гру- жёной ездки на маршру- те, км	Длина холосто- го про- бега на маршру- те, км	Транс- портная работа, т.км	Выра- ботка транс- портного сред- ства, т/ч	Выра- ботка транс- портного средства т.км/ч
1	1	Ахуны	1,5	77	4,63	46	31	507,2	3,19	109,55
		Пазл	13,5							
		Арбеково	3,5							
2	2	Кувольсан	4	69	3,9	38	31	572,8	3,18	146,87
		Голдак	1,5							
		Шарман	5,5							
		Кундудо	4,5							
3	3	Ризотто	5	53	3,78	27	26	421,6	3,81	111,53
		Лимпач	8							
		Голдак	5							
4	4	Брага	9	63	3,83	31	32	588,8	3,24	153,73
		Тенор	6,5							
5	5	Распоясывание	9	95	5,18	66	29	862	2,39	166,41
		Подотчетность	6							
		Аптека Арбеково	0,5							
6	6	Бериллий	6	63	4,43	31	32	627,2	3,97	141,58
		Сальса	10							
		Земельный	6							
7	7	Сфера	3,5	72	3,96	41	31	575,2	4,04	145,25
		Садко	8,5							
		Арахисовый	8							
8	8	Теперское	7	78	5,15	49	29	704,8	2,41	136,85
		Тарханы	7							
		Клатч	4,5							
9	9	Златоцвет	6	62	4,48	31	31	562	3,39	125,45
		Каража	9,5							
		Рубра	3,5							
10	10	Агизеппе	7,5	60	3,52	31	29	487,6	2,95	138,52
		Арбеково	5,5							
11	11	Кундудо	2	58	3,97	26	32	386,4	3,12	97,33
		Стоматоскоп	9,5							
		Авокадо	4							
12	12	Коммунист	10	50	3,08	30	20	544	4,16	176,62
		Деление	6							
13	13	Пукетовый	2,5	52	2,87	24	28	248	2,79	86,41
		Рисан	7,5							
14	14	Кубист	6	74	3,7	65	9	486,4	2,49	131,46
		Грейви	1							
		Плюшевый	4,5							
15	15	Бессоновка	15,5	82	3,4	40	42	1016,8	3,65	299,06
16	16	Свисток	6,5	58	3,55	44	14	576	4,39	162,25
		Беляевский	8							
		Грамотей	5							
Итого				1066	63,43	620	446	9166,8	53,16	2328,87

На втором шаге определяем координаты грузового центра тяжести:

$$x_c = \frac{q_1x_1 + q_2x_2 + \dots + q_ix_i}{q_1 + q_2 + \dots + q_i} = \frac{6691,297937}{126} = 53,105 \text{ км}; \quad (6)$$

$$y_c = \frac{q_1y_1 + q_2y_2 + \dots + q_iy_i}{q_1 + q_2 + \dots + q_i} = \frac{5647.665079}{126} = 44,822 \text{ км}. \quad (7)$$

Таблица 2
Исходные данные
Источник: составлено автором.

Table 2
Initial data
Source: compiled by the author.

№ точки	х, км	у, км	№ точки	х, км	у, км
Пазл П1	53,195	45,019	Сальса П23	53,176	45,049
Кувольсан П2	53,196	45,058	Садко П24	52,478	44,215
Голдак П3	53,229	44,917	Подотчетность П25	53,131	45,020
Шарман П4	53,222	44,921	Бериллий П26	53,223	44,878
Кундудо П5	53,210	45,007	Тарханы П27	53,195	45,037
Лимпач П6	53,221	44,999	Клатч П28	53,223	44,890
Ризотто П7	52,861	45,472	Теперское П29	53,195	45,037
Голдак П8	53,229	44,917	Агизеппе П30	53,206	45,008
Брага П9	53,228	44,939	Сфера П31	53,248	45,245
Распоясывание П10	53,223	44,888	Коммунист П32	53,209	44,953
Тенор П11	53,163	44,985	Ахуны П33	53,223	44,915
Арбеково П12	53,198	45,015	Земельный П34	53,222	44,888
Деление П14	53,189	44,982	Златоцвет П35	53,229	44,916
Каража П15	53,186	44,963	Арахисовый П36	53,210	45,051
Рубра П16	53,224	44,921	Грамотей П37	53,377	45,063
Авокадо П17	53,180	44,999	Свисток П38	53,308	45,041
Бессоновка П18	53,309	45,041	Беляевский П39	53,220	45,252
Рисан П19	53,197	45,006	Пукетовый П40	53,223	44,8781
Кубист П20	53,215	45,055	Кундудо П41	53,210	45,007
Грейви П21	53,222	44,999	Плюшевый П22	53,210	44,971

На третьем шаге определяем расчетные узлы, которые наиболее близко расположены к грузовому центру тяжести, данными узлами будут являться – П27, П11, П16 (рисунок 1).

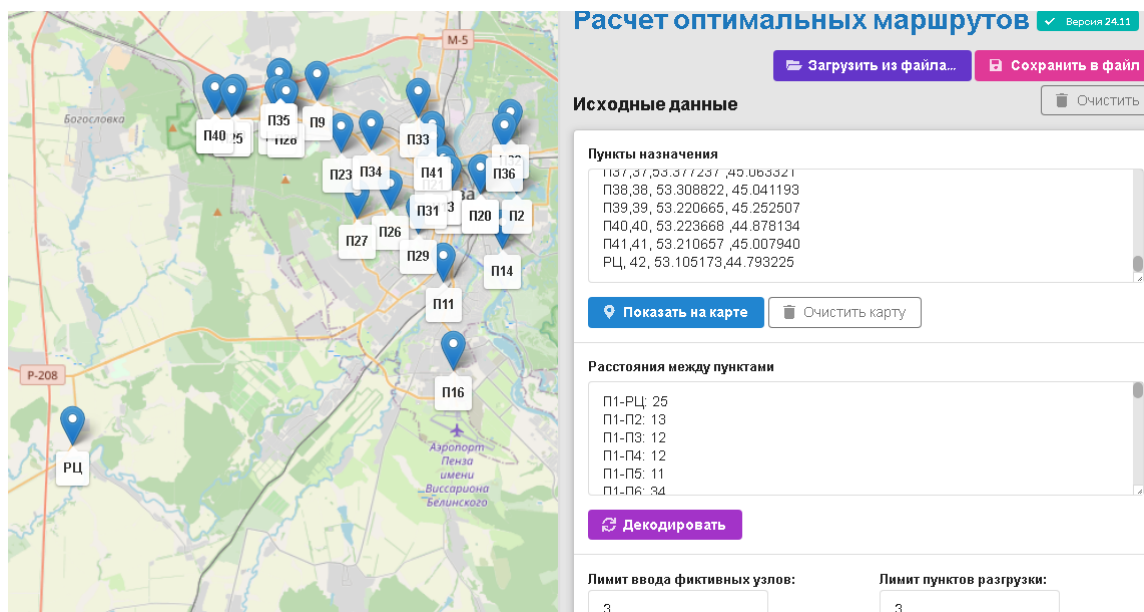


Рисунок 1 – Определение расчетных узлов, наиболее близко расположенных к грузовому центру тяжести с помощью программы *Distribution Center*
Источник: составлено автором.

Figure 1 – Determination of the calculation nodes closest to the cargo center of gravity using the program *"Distribution Center"*
Source: compiled by the author.

Таблица 3
Показатели работы автотранспортных средств в расчетных узлах
Источник: составлено автором.

Table 3
Performance indicators of motor vehicles in the calculated nodes
Source: compiled by the author.

Начало отсчета	Длина маршрутов, км	Транспортная работа, т.км
P27	1027	8831,4
P11	1038	8926,02
P17	1018	8754,03

На четвертом шаге формируем кольцевые маршруты с каждого расчетного узла на основе использования метода фиктивных узлов и ветвей (ФУВ)² [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16], (рисунки 2, 3, 4). Проводим аппроксимацию ветвей полученных маршрутов и определяем

транспортную работу, результаты расчета сведены в таблицу 3.

На пятом шаге рассчитываем координаты расположения центров транспортной работы, результаты расчета сведены в таблицу 4.

² Лещёва М.М. Алгоритм Литтла – в решении задачи коммивояжера // Научному прогрессу – творчество молодых. 2018. № 3. С. 200–203.

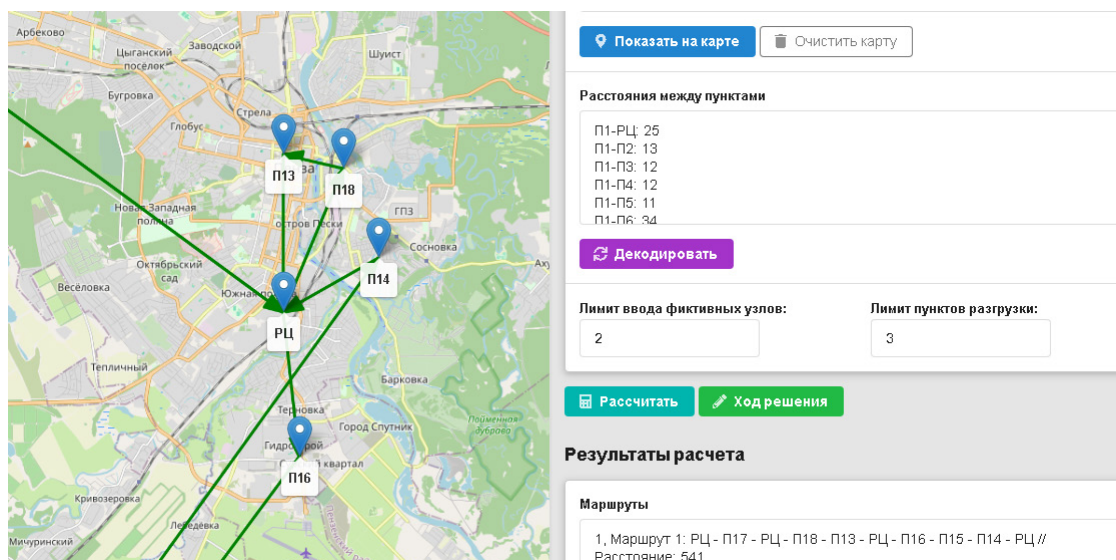


Рисунок 2 – Расчет маршрутов с учетом ограничений с расчетного узла P 27 с помощью программы *Distribution Center*
Источник: составлено автором.

Figure 2 – Calculation of routes taking into account restrictions from the P 27 calculation node with the help of the program *"Distribution Center"*
Source: compiled by the author.

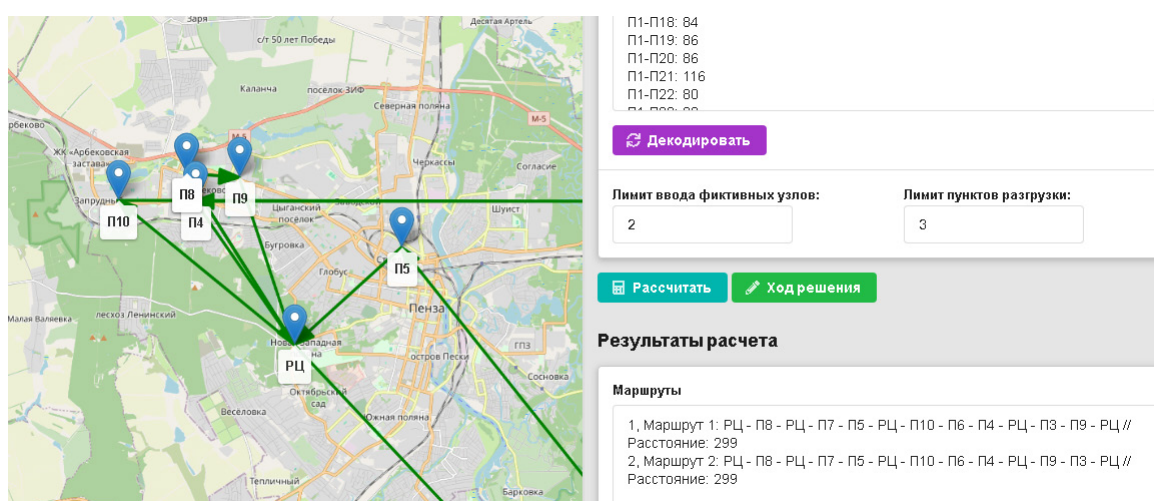


Рисунок 3 – Расчет маршрутов с учетом ограничений с расчетного узла P11 с помощью программы *Distribution Center*
Источник: составлено автором.

Figure 3 – Calculation of routes taking into account restrictions from the P 11 calculation node with the help of the program *"Distribution Center"*
Source: compiled by the author.

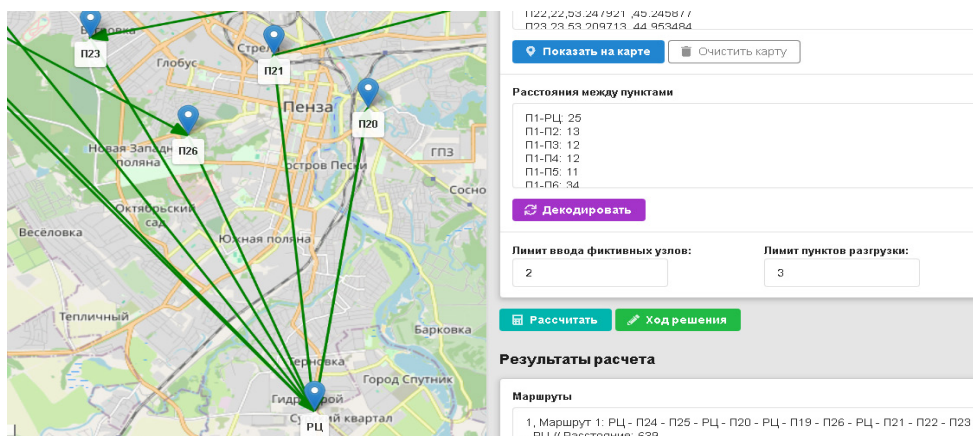


Рисунок 4 – Расчет маршрутов с учетом ограничений с расчетного узла P16 с помощью программы Distribution Center
 Источник: составлено автором.

Figure 4 – Calculation of routes taking into account restrictions from the P 16 calculation node with the help of the program "Distribution Center"
 Source: compiled by the author.

На шестом шаге вычисляем среднее значение координат расположения центров транспортной работы и в полученной точке располагаем распределительный центр.

Таблица 4
Результаты расчета
 Источник: составлено автором.

Table 4
Calculation results for the optimal location of the material flow distribution centre
 Source: compiled by the author.

Начало отсчета	х, км	у, км
П27	53,178	44,727
П11	53,199	44,885
П17	53,150	44,896
РЦ	53,176	44,836

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для вычисления эффективности разработанной методики были определены показатели работы автотранспортных средств от расчет-

ного распределительного центра, маршруты формировались точным методом фиктивных узлов и ветвей (ФУВ) с учетом ограничений – вместимость подвижного состава 19 п/м и количество пунктов на маршруте 3.

Таблица 5
Показатели работы автотранспортных средств с расчётного
распределительного центра за смену
Источник: составлено автором.

Table 5
Performance indicators of vehicles from the calculated distribution center per shift
Source: compiled by the author.

№ авто-моби-ля	№ марш-рута	Пункт торговой точки	Кол-во пал-лет	Длина маршру-та, км	Вре-мя на маршру-те, ч	Длина гру-жёной ездки на маршру-те, км	Длина холосто-го про-бега на маршру-те, км	Транс-портная работа, т.км	Выра-ботка транс-порт-ного сред-ства, т/ч	Выра-ботка транс-порт-ного средства т.км/ч
1	1	Пазл	13,5	69	4,13	44	25	894	3,68	216,46
		Кувольсан	4							
		Голдак	1,5							
2	2	Шарман	5,5	62	3,8	22	40	595,4	4	156,68
		Кундудо	4,5							
		Лимпач	8							
3	3	Ризотто	5	59	4	31	28	592,8	3,8	148,2
		Голдак	5							
		Брага	9							
4	4	Распоясывание	9	57	3,17	31	26	645,2	4,79	205,5
		Тенор	6,5							
		Арбеково	3,5							
5	5	Аптека Арбеково	0,5	66	4,77	37	29	489,6	3,19	102,6
		Сальса	10							
		Садко	8,5							
6	6	Подотчетность	6	60	4,47	34	26	550,4	3,4	123,1
		Бериллий	6							
		Тарханы	7							
7	7	Клатч	4,5	71	4,68	50	21	592	3,25	126,5
		Теперское	7							
		Агизеппе	7,5							
8	8	Сфера	3,5	68	4,05	42	26	564,4	3,75	139,4
		Арбеково	5,5							
		Коммунист	10							
9	9	Ахуны	1,5	66	4,43	41	25	583,2	3,43	136,6
		Земельный	6							
		Стоматоскоп	9,5							
10	10	Деление	6	62	4,02	33	29	534,4	3,78	132,9
		Каража	9,5							
		Рубра	3,5							
11	11	Авокадо	4	77	4,03	56	21	1042,4	3,77	258,7
		Бессоновка	15							
12	12	Рисан	7,5	71	4,13	42	29	699,6	3,68	169,39
		Кубист	6							
		Грейви	1							
		Плюшевый	4,5							
13	13	Златоцвет	6	55	3,8	31	24	493,6	4	129,9
		Арахисовый	8							
		Грамотей	5							
14	14	Свисток	6,5	63	3,98	37	26	596,4	3,82	149,8
		Беляевский	8							
		Пукетовый	2,5							
		Кундудо	2							
Итого				906	57,46	531	375	8873,4	52,34	2195,73

Сравнивая показатели работы подвижного состава в таблице 1 и 5, можно сделать вывод, что применение разработанной методики позволило сократить время на 10% и пробег автотранспортных средств на 16%.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье были рассмотрены основные положения и принципиальные отличия известных моделей определения расположения распределительных центров. Их детальное рассмотрение выявило соответствующие недостатки и преимущества, что позволило разработать более практичную методику определения расположения распределительного центра товарных потоков при комбинированной схеме доставки товара. Предложенная методика позволяет определять расположение распределительного центра по критерию наименьшей полной транспортной работы, учитывать кривизну маршрутов, сформировать оптимальные маршруты доставки товара на основе использования точного метода ФУВ. Применение разработанной методики на примере компании ПАО «Магнит» позволило существенно снизить затраты на организацию и доставку товара в торговые точки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дыбская В.В., Сверчков П.А. Подход к проектированию рациональной сети распределения компании сетевой розничной торговли // *Логистика и управление цепями поставок*. 2015. № 1. С. 44–59.
2. Вольхин Е.Т. Модели размещения распределительных центров // *Управленец*. 2018. Т.9, № 2. С. 54–60.
3. Новиков А.Н., Жесткова С.А. Методика проектирования кольцевых маршрутов с обратным грузом. 2024. № 1-3(84). С.19–27.
4. Николин В.И., Витвицкий Е.Е., Мочалин С.М. Грузовые автомобильные перевозки: монография. Омск: Изд-во «Вариант-Сибирь», 2004. 482 с.
5. Убоженко Е.В., Соловьева Ю.Ю., Вдовин С.А. Определение координат месторасположения распределительного центра в логистике с учетом случайной составляющей // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2024. № 3-3. С. 499–503.
6. Пугачёв И.Н., Бурков С.М. Практическое применение модели кластерных сетевых структур в решении задач повышения эффективности функционирования транспортно-распределительных систем городов // *Вестник Тихоокеанского государственного университета*. 2010. № 2 (17). С. 121–130.
7. Володина Е.В., Студентова Е.А. Практическое применение алгоритма решения задачи коммивояжера // *Инженерный вестник Дона*. 2015. № 2, ч. 2. С. 96–97.

8. Мартынов А.В., Курейчик В.М. Гибридный алгоритм решения задачи коммивояжера // *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2015. № 4 (165). С. 36–44.
9. Бродецкий Г.Л. Применение метода аналитической иерархии для оптимизации места расположения регионального распределительного центра // *Логистика и управление цепями поставок*. 2005. № 6. С. 26–34.
10. Гусев С.А. Проблемы определения местоположения склада // *Логистика*. 2011. №. 2. С. 53–55.
11. Ельдештейн Ю.М., Шапорова З.Е. Управление цепями поставок в лесном комплексе // *Крымский научный вестник*. 2016. №1 (7). С. 323–342.
12. Константинов Р.В. Проектирование оптимальной складской сети // *Инженерный вестник Дона*. 2011. № 4. С. 1–8.
13. Sho S., Haruna M., Yoshifumi N. Ant colony optimization using genetic information for TSP // *Proceedings of the International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications OLT.A.2011. Japan: Kobe*. P. 48–51.
14. Sedighpour M., Yousefikhoshbakht M., Narges M.D. An effective genetic algorithm for solving the multiple traveling salesman problem. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*. 2012; Vol. Volume 4, no. 8: 73–79.
15. Harrath Y. [et al.] A novel hybrid approach for solving the multiple traveling salesmen problem. *Arab Journal of Basic and Applied Sciences*. 2019. Jan. Vol. 26. P. 103–112.
16. Littl J.D.C., Murty K.G., Sweeney D., Karel C. An algorithm for the traveling salesman problem. *Operations Research*. 1963. Vol. 11. P. 972–989.

REFERENCES

1. Dybskaya V.V., Sverchkov P.A. An approach to designing a rational distribution network of a retail chain company. *Logistics and Supply Chain Management*. 2015; 1: 44–59. (in Russ.)
2. Volkhin E.T. Location models for distribution centres. *Upravlenets (The Manager)*. 2018; T.9, 2: 54–60. (in Russ.)
3. Novikov A.N., Gestkova S.A. Methodology for designing ring routes with return cargo. *World of transport and technological machines*. 2024; 1-3(84): 19–27. (in Russ.)
4. Nikoline V.I., Vitvitskyi E.E., Mochalin S.M. Road freight transport: Monograph. Omsk: Edition of «Option-Siberia», 2004: 482. (in Russ.)
5. Ubozhenko E.V., Solovyova Yu.Y., Vdovin S.A. Determining the coordinates of the location of the distribution center in logistics taking into account the random component. *Vestnik Altajskoj akademii je-konomiki i prava*. 2024; 3-3: 499–503. (in Russ.)
6. Pugachev I.N., Burkov S.M. Practical application of the model of cluster network structures in solving problems of increasing the efficiency of urban transport and distribution systems. *Bulletin of PNU*. 2010; 2 (17): 121–130. (in Russ.)
7. Volodina, E.V., Studentova E.A. Practical application of the algorithm for solving the traveling

salesman problem. *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2015; 2, part 2: 96–97. (in Russ.)

8. Martynov A.V., Kureichik V.M. Hybrid algorithm for solving the traveling salesman problem. *Izvestiya SFU. Technical sciences*. 2015; 4 (165): 36–44. (in Russ.)

9. Brodetsky G. L. Application of the analytical hierarchy method to optimize the location of a regional distribution center. *Logistics and Supply Chain Management*. 2005; 6: 26–34. (in Russ.)

10. Gusev S. A. Problems of determining the location of a warehouse. *Logistika*. 2011; 2: 53–55. (in Russ.)

11. Eldestein Yu.M., Shapороva Z.E. Supply chain management in the forest complex. *The Crimean Scientific Bulletin*. 2016; 1 (7): 323–342. (in Russ.)

12. Konstantinov R.V. Designing an optimal warehouse network. *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2011; 4: 1–8. (in Russ.)

13. Sho S., Haruna M., Yoshifumi N. Ant colony optimization using genetic information for TSP. Proceedings of the International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications OLTA.2011. Japan: Kobe. P. 48 – 51.

14. Sedighpour M., Yousefikhoshbakht M., Narges M.D. An effective genetic algorithm for solving the multiple traveling salesman problem. *Journal of Opti-*

mization in Industrial Engineering. 2012; Vol. Volume 4, no.8: 73–79.

15. Harrath Y. [et al.] A novel hybrid approach for solving the multiple traveling salesmen problem. *Arab Journal of Basic and Applied Sciences*. 2019; Jan. Vol. 26: 103–112.

16. Littl J.D.C., Murty K.G., Sweeney D., Karel C. An algorithm for the traveling salesman problem. *Operations Research*. 1963; Vol. 11: 972–989.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Жесткова Светлана Анатольевна – канд. техн. наук, доц. Пензенского государственного университета архитектуры и строительства (440028, г. Пенза, ул. Г. Титова, 28).

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2638-2093>,

SPIN-код: 2680-6016,

e-mail: s.zhestkova@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Zhestkova Svetlana A. – Cand. of Sci. (Engineering), Associate Professor, Penza State University of Architecture and Construction (28, Titov Street, Penza, 440028).

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2638-2093>,

SPIN-code: 2680-6016,

e-mail: s.zhestkova@yandex.ru