

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ЛОГИСТИКА И УПРАВЛЕНИЕ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК



Том 21, Выпуск №1 (110)
2024



РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА РУТ (МИИТ)



ИНСТИТУТ
УПРАВЛЕНИЯ
И ЦИФРОВЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

Логистика и управление цепями поставок

2024 Том 21, выпуск 1 (110)

Ознакомиться с содержанием вышедших номеров можно на сайте научно-электронной библиотеки elibrary.ru или на сайте <http://www.lscm.ru/index.php/ru/>

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Розенберг И.Н. д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН (Россия)
Кузьмин Д.В. к.т.н., доцент (Россия)
Аврамович З.Ж. д.т.н., профессор (Сербия)
Апатцев В.И. д.т.н., профессор (Россия)
Багинова В.В. д.т.н., профессор (Россия)
Баранов Л.А. д.т.н., профессор (Россия)
Бекжанова С.Е. д.т.н., профессор (Казахстан)
Бородин А.Ф. д.т.н., профессор (Россия)
Вакуленко С.П. к.т.н., профессор (Россия)
Герامي В.Д. д.т.н., профессор (Россия)
Дыбская В.В. д.э.н., профессор (Россия)
Заречкин Е.Ю. к.филос.н. (Россия)
Илесалиев Д.И. д.т.н., профессор (Узбекистан)
Корнилов С.Н. д.т.н., профессор (Россия)
Мамаев Э. А. д.т.н., профессор (Россия)
Петров М.Б. д.т.н., профессор (Россия)
Рахмангулов А.Н. д.т.н., профессор (Россия)
Сергеев В.И. д.э.н., профессор (Россия)
Сидоренко В.Г. д.т.н., профессор (Россия)

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор:

Розенберг Игорь Наумович

Заместитель главного редактора:

Кузьмин Дмитрий Владимирович

Редакционный совет:

Апатцев Владимир Иванович
Багинова Вера Владимировна
Баранов Леонид Аврамович
Вакуленко Сергей Петрович
Заречкин Евгений Юрьевич

Компьютерная верстка:

Мусатов Дмитрий Вадимович

© ЛОГИСТИКА И УПРАВЛЕНИЕ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК

Учредитель - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта» (127994, г. Москва, ул. Образцова, д 9, стр. 9)

Адрес редакции: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д 9, стр. 9, ГУК-1, ауд. 1203

Тел: +7 (495) 684 - 29 - 07

URL: <http://www.lscm.ru/index.php/ru/>

E-mail: transportjournal@yandex.ru

Журнал выходит 4 раза в год. Номер подписан в печать 21.06.2024. Тираж 150 экземпляров. Отпечатано с оригинал-макета в типографии «Амирит», 410004, г. Саратов, ул. им Чернышевского Н.Г., д. 88, Литер У.

* Изображение на обложке сгенерировано нейронной сетью Kandinsky 2.1 по запросу «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов»

Logistics and Supply Chain Management

2024 Vol. 21, Iss. 1 (110)

The full texts in Russian and key information in English are also available at the Website of the Russian scientific electronic library at <https://www.elibrary.ru> (upon free registration).

Journal web-site - <http://www.lscm.ru/index.php/ru/>

EDITORIAL BOARD

Igor N. Rozenberg, D.Sc. (Eng), Professor, Corresponding member of the RAS (Russia)

Dmitry V. Kuzmin, PhD, Associate Professor (Russia)

Zoran J. Avramovich, D.Sc. (Eng), Professor (Serbia)

Vladimir I. Apattsev, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Vera V. Baginova, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Leonid A. Baranov, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Saule E. Bekzhanova, D.Sc. (Eng), Professor (Kazakhstan)

Andrey F. Borodin, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Sergey P. Vakulenko, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Victoria D. Gerami, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Valentina V. Dybskaya, D.Sc. (Econ), Professor (Russia)

Evgeny Y. Zarechkin, PhD, (Ph), (Russia)

Daurenbek I. Ilesaliev, D.Sc. (Eng), Professor (Uzbekistan)

Sergey N. Kornilov, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Enver A. Mamaev, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Mikhail B. Petrov, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Alexander N. Rakhmangulov, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

Victor I. Sergeev, D.Sc. (Econ), Professor (Russia)

Valentina G. Sidorenko, D.Sc. (Eng), Professor (Russia)

EDITORIAL OFFICE

Editor-in-Chief:

Rozenberg N. Igor

Deputy Editor-in-Chief:

Kuzmin V. Dmitry

Editorial Board:

Vladimir I. Apattsev

Vera V. Baginova

Leonid A. Baranov

Sergey P. Vakulenko

Evgeny Y. Zarechkin

Dmitry V. Kuzmin

Computer layout:

Dmitrii V. Musatov

© LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Founder - Federal state autonomous educational institution of higher education «Russian University of Transport» (127994, Moscow, Obraztsova STR., 9, building 9,)

Editorship address: 127994, Moscow, Obraztsova STR., 9, building 9, office 1203

Phone number: +7 (495) 684 - 29 - 07

URL: <http://www.lscm.ru/index.php/ru/>

E-mail: transportjournal@yandex.ru

The journal is published 4 times a year. The number was signed to the press on 21/06/2024. The circulation is 150 copies.

Printed from the original layout in the Amirit printing house, 410004, Saratov, st. named after Chernyshevsky N.G., 88, Liter U.

СОДЕРЖАНИЕ

Гришин К.А., Козельский И.Ю.

Сравнение применения метода анализа иерархий и метода изохрон при решении задачи размещения распределительного центра на примере компании ООО «Деловые линии»4

Гурьянов И.И.

Использование платформенных экосистем для организации грузовых перевозок18

Виданов К.Ю.

Применение современных цифровых систем в пассажирских перевозках и расчет коэффициента клиентоориентированности26

Лызлов С.С., Уваров С.С., Катина М.В., Орлова Д.И.

Математическая модель работы пассажирского лифта для определения показателей комфортности перевозок36

Лондарь В.А., Лахметкина Н.Ю.

Модели принятия решений с применением инструментов искусственного интеллекта при планировании интермодальных маршрутов52

Информация для авторов.....62

CONTENTS

Grishin K.A., Kozelskiy I.Y.

Comparison of the application of the hierarchy analysis method and the isochron method in solving the problem of locating a distribution center using the example of the company Delovye Linii LLC4

Guryanov I.I.

Using platform ecosystems for freight transportation18

Vidanov K.Y.

Application of modern digital systems in passenger transportation and calculation of the customer orientation coefficient26

Lyzlov S.S., Uvarov S.S., Katina M.V., Orlova D.I.

Mathematical model of passenger elevator operation to determine transportation comfort indicators36

Londar V.A., Lakhmetkina N.Y.

Decision-making models using artificial intelligence tools in planning intermodal routes52

Information for authors.....62

СРАВНЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ И МЕТОДА ИЗОХРОН ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИИ ООО «ДЕЛОВЫЕ ЛИНИИ».

Гришин К.А.¹, Козельский И.Ю.²

¹ АО «НПО Ангстрем»

² Российский университет транспорта

Аннотация: логистическая деятельность, как любая иная деятельность, влечет за собой издержки, включающие как постоянные издержки в виде оплаты аренды помещений, заработной платы, страховых отчислений, и т.д., так и переменные издержки, размер которых зависит от показателей эффективности работы предприятия. В свою очередь показатели эффективности непосредственно зависят от ряда аспектов, в том числе расположения распределительного центра относительно складов.

В статье рассматривается сравнение результатов выбора расположения распределительного центра с использованием многокритериального анализа, в частности, метода анализа иерархий, и с оценкой транспортной доступности распределительного центра с использованием изохрон.

Сравнение осуществлялось с использованием задачи коммивояжера в части поиска кратчайших расстояний по критериям охвата действующих складских помещений и совокупного пройденного расстояния в течение рабочего дня водителя автомобиля.

Ключевые слова: транспортная логистика, транспортная доступность, распределительный склад, метод анализа иерархий, метод изохрон.

© Гришин К.А., Козельский И.Ю.

Поступила 10.04.2024, одобрена после рецензирования 10.05.2024, принята к публикации 10.05.2024.

Для цитирования:

Гришин К.А., Козельский И.Ю. Сравнение применения метода анализа иерархий и метода изохрон при решении задачи размещения распределительного центра на примере компании ООО «Деловые линии». // Логистика и управление цепями поставок. - 2024. - Т. 21, №1 (110). - С. 4–17.

Гришин К.А. заместитель начальника планово-экономического отдела АО «НПО Ангстрем», kiril.2001@bk.ru.

Козельский И.Ю. аспирант, начальник отдела реализации перспективных проектов Российского университета транспорта (МИИТ), ivankozelskiy@gmail.com.

Методы исследования

В качестве методов исследования, использовался координатный метод решения задач размещения складов, метод анализа иерархий и метод изохрон при выборе оптимального участка для размещения распределительного центра, а также задача коммивояжера для сравнения потенциальных участков, отобранных с использованием вышеуказанных методов.

Любая организация, вне зависимости от её вида экономической деятельности, должна заниматься планированием, данная задача является базовой для развития любого предприятия. Вместе с тем, планирование может быть как оперативным, например закупка расходных материалов или ведение учета, так и стратегическим, направленным на долгосрочное развитие предприятия. К стратегическому планированию относятся как выработка внутренней и внешней политики компании, так и дорогостоящие мероприятия, например, развитие инфраструктуры.

В области логистики к долгосрочным мероприятиям можно отнести размещение складской инфраструктуры. Размещение склада является дорогостоящим мероприятием, требующим значительной подготовки как в части непосредственно возведения, так и в части подготовки территории, в том числе определения места расположения будущего склада.

Целью исследования является сравнение результатов размещения транспортно-логи-

стического терминала в Московской области для оптимизации логистических процессов и повышения эффективности работы на примере транспортной компании ООО «Деловые Линии», полученных методом анализа иерархий и методом изохрон.

Ожидается, что создание транспортно-логистического терминала в Московской области позволит существенно сократить время доставки грузов и снизить расходы на перевозку. Это, в свою очередь, позволит увеличить конкурентоспособность компании и привлечь новых клиентов. В целом, данный проект будет способствовать развитию экономики Москвы и Московской области, создавая новые рабочие места и улучшая условия транспортной доступности.

Основной задачей распределительного центра является перегрузка, хранение, приемка и отправка товаров между складами. В связи с этим, первым этапом при решении задачи размещения распределительного центра является оценка существующих мощностей на территории Москвы и Московской области. Всего, на рассматриваемой территории расположены 22 склада, 12 на территории Московской области и 10 на территории Москвы¹. Расположение существующих складов приведено на рисунке 1.

¹ Сайт компании ООО «Деловые линии» : официальный сайт. – Москва. – URL: <https://www.dellin.ru/contacts/> (дата обращения: 07.04.2024);

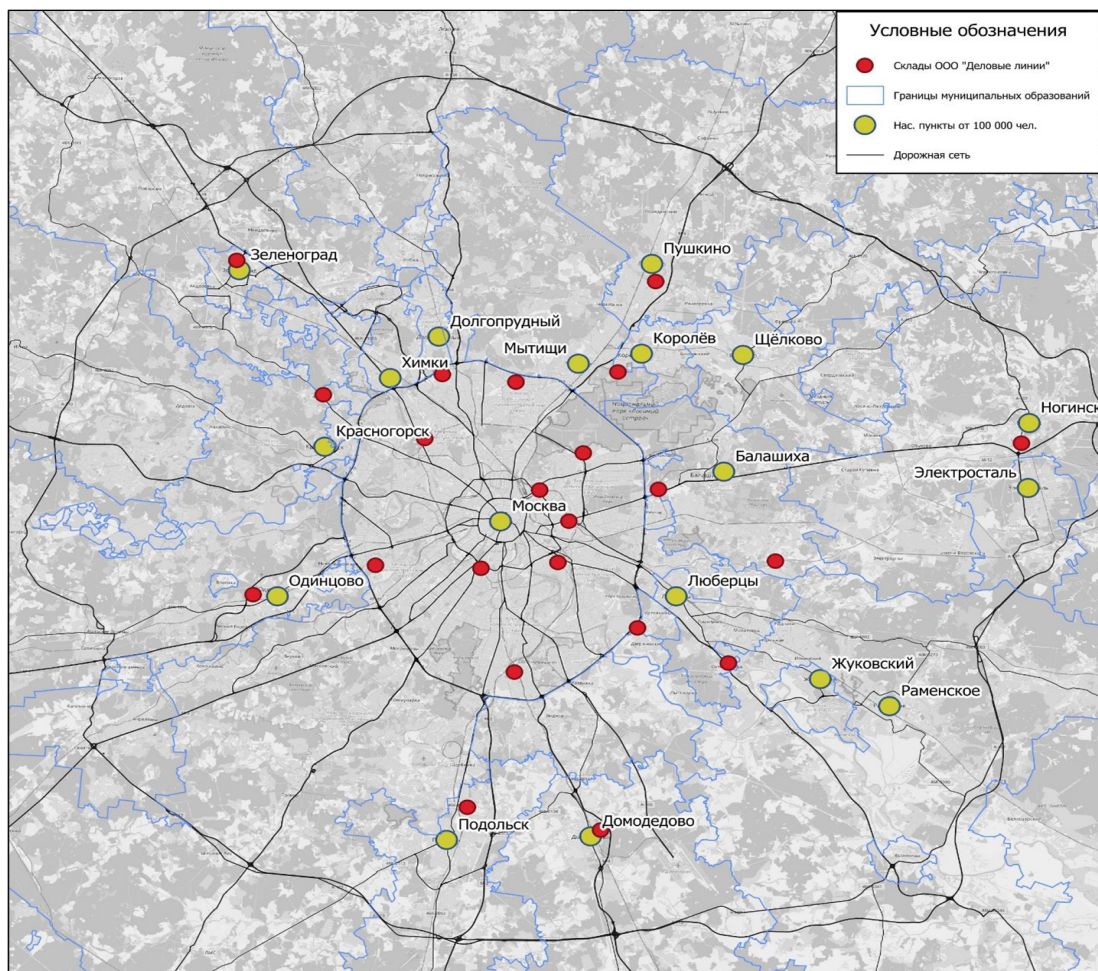


Рисунок 1. Общая схема расположения существующих складов ООО «Деловые линии»

Координатные методы решения задач размещения являются одним из наиболее часто используемых подходов в логистике и операционном исследовании. Данные методы основываются на использовании координат точек в пространстве для определения оптимального местоположения объекта, который требуется разместить. Благодаря своей простоте и эффективности, координатные методы являются важным инструментом в задачах оптимизации логистических систем, таких как планирование маршрутов доставки, размещение складов, определение мест расположения производственных объектов и других. Одним из

главных преимуществ координатных методов является возможность их применения на практике для решения реальных задач, что делает их важным инструментом для оптимизации логистических процессов в различных отраслях экономики [1].

На основании координатного метода были определены 4 перспективных площадки для расположения распределительных центров на территории Московской области. Характеристики участков приведены в таблице 1. Расположение участков на территории Московской области приведено на рисунке 2.

Таблица 1

Характеристика перспективных участков для размещения логистических центров

Наимен.	Расположение	Площ., Га	Цена 1 ара, руб	Транспортная доступность (Расположение до шоссе и до МКАД), км	Рельеф	Удаленность до поставщиков, км
Участок А	Калужское ш., в районе деревни Ватушки	5	110 000	МКАД - 15	Готов	235
Участок Б	Ярославское ш., вблизи г. Пушкин	4	175 000	МКАД - 18. Ярославское ш. - 4,5	Не готов	155
Участок В	Вблизи г. Люберцы и пос. Некрасовка	3,5	250 000	МКАД – 4 Рязанское ш. - 3	Готов	125
Участок Г	Д. Софьино	6	96 000	МКАД - 25 км.	Готов	275

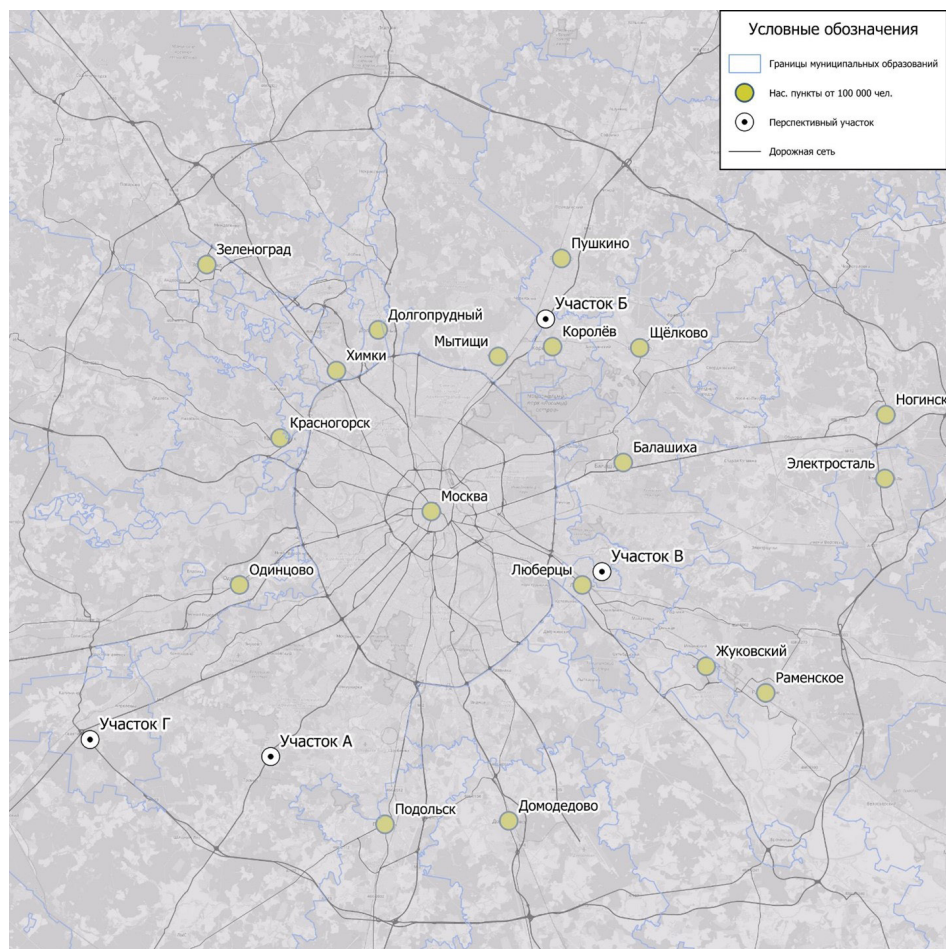


Рисунок 2. Расположение перспективных площадок

Существуют модели, которые учитывают только один критерий при принятии решения, и модели, которые учитывают несколько критериев. В настоящее время наиболее популярным является использование методов многокритериальной оптимизации, которые позволяют учитывать несколько критериев одновременно и находить наилучшие решения для каждого из них. Многокритериальный анализ решений в области логистики представляет собой методологию, которая позволяет рассматривать и учитывать множество критериев при принятии оптимальных решений в логистических задачах. Эта методология основывается на использовании различных математических и статистических методов, включая анализ иерархий, линейное программирование, теорию игр и другие.

Основная цель применения многокритериального анализа в логистике состоит в том, чтобы определить оптимальное решение, которое удовлетворяет набору заданных критериев наиболее эффективно. Критерии могут быть различными и зависят от конкретной логистической задачи, включая такие факторы, как стоимость, качество, сроки доставки, риски и другие аспекты, которые необходимы для принятия взвешенного решения. Многокритериальный анализ позволяет оценить влияние каждого критерия на конечное решение, а также помогает выбрать наиболее эффективные варианты из множества доступных решений [3].

Метод анализа иерархий – это один из методов многокритериального анализа, применяемый в логистике для разбиения критериев на подгруппы и определения их значимости в контексте общей цели. Этот метод основывается на оценке экспертов и позволяет установить взаимосвязи между критериями на основе попарных сравнений. На основе полученных данных вычисляются весовые коэффициенты для каждого критерия, что позволяет выбрать оптимальное решение.

Еще одним из методов многокритериального анализа в логистике является теория игр, которая позволяет учитывать взаимодействие между участниками логистической системы и выбирать оптимальные решения с учетом это-

го взаимодействия. Кроме того, существуют и другие методы, такие как многокритериальные генетические алгоритмы, анализ сетей и принятие решений на основе интуиции экспертов. Все эти методы позволяют выбрать оптимальное решение в логистике, учитывая все критерии и ограничения, что способствует эффективному функционированию логистических систем.

Таким образом, использование многокритериального анализа решений в области логистики представляет собой значимый инструмент для обеспечения оптимальных решений в сложных логистических задачах. Данный подход учитывает большое количество критериев и ограничений, что позволяет выбирать наилучшее решение, которое соответствует всем требованиям логистической системы.

Композиционный метод позволяет снизить вычислительную сложность задачи и повысить точность решения. Такой подход к решению задач определения координат логистических объектов является актуальным и может быть применен в различных отраслях экономики для оптимизации логистических процессов

Гравитационный метод позволяет определить приблизительное местоположение логистического объекта без учета особенностей транспортной сети, грузовых потоков и тарифов.

Тем не менее, ранее описанные планарные модели могут обеспечить наибольшую точность при условии максимальной насыщенности транспортной инфраструктуры в исследуемом регионе и сравнительно небольшом расстоянии между точками. Однако, на практике расстояния между отправительскими и получательскими пунктами зависят от состояния дорожной сети (автомобильной и железнодорожной) и всегда превышают расстояние по прямой.

Для достижения наилучшего результата при выборе оптимального месторасположения логистического центра, рекомендуется использовать дискретные модели поиска координат, учитывающие этно-социальные характеристики. (стоимость земли, региональные

налоги, экологические и социальные факторы и т.д.).

Использование этого метода позволяет снизить риски неправильного принятия решений в ситуациях, когда объективные данные недоступны или не полностью информативны. Преимущество метода анализа иерархий заключается в возможности присвоения количественных значений субъективным вербальным оценкам экспертов, действующих в конкретной области, на основе математически обоснованных шкал. Это позволяет получать более реалистичные результаты, чем при использовании других методов, включая модели, основанные на принципах «черного ящика». Применение метода анализа иерархий позволяет разбивать сложные проблемы на простые, выделять противоречия и выявлять скрытые факторы, что обеспечивает более полное и глубокое понимание проблемы.

Метод анализа иерархий обладает преимуществом перед другими аналитическими инструментами в том, что он не требует упрощения структуры задачи и позволяет учитывать влияние всевозможных факторов на

выбор решения. Несмотря на то, что составление структуры модели принятия решения может быть трудоемким процессом, однако разработанная структура может использоваться многократно, требуя только корректировки и наполнения ее данными. Вместе с тем метод анализа иерархий имеет ряд недостатков, включая: высокую степень субъективности при оценке критериев, необходимость сбора большого объема информации, наличие вероятности несогласованности результатов при парных сравнениях.

В целом, данный метод является эффективным инструментом для поддержки принятия управленческих решений в условиях неопределенности и многокритериальности.

Расчет методом анализа иерархий включает расчет приоритетов альтернатив и результаты расчета важности альтернатив по всем критериям, на основании чего делается вывод об оптимальности размещения склада на рассматриваемом участке. Результаты расчета размещения склада методом анализа иерархий приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Расчет приоритетов альтернатив

Важность критериев	0,27551	0,422514	0,027287	0,072439	0,072439	0,130222
Участок	Цена 1 ара, руб	Площадь, га	Транспортная доступность, км	Удаленность до поставщиков	Удаленность до логистического центра	Рельеф местности
Участок А	0,3110	0,2959	0,5712	0,1905	0,1497	0,3214
Участок Б	0,1955	0,0765	0,1016	0,2887	0,1497	0,0357
Участок В	0,1369	0,0413	0,0718	0,3580	0,5758	0,3214
Участок Г	0,3565	0,5864	0,2554	0,1628	0,1248	0,3214

По результатам расчета приоритета альтернатив можно сделать вывод, что наиболее значимыми критериями являются доступ-

ная площадь (0,422514) и стоимость земли (0,27551).

Результаты расчета важности альтернатив по всем критериям

Участок	Цена 1 ара, руб	Площадь, га	Транспортная доступность, км	Удаленность до поставщиков	Удаленность до логистического центра	Рельеф местности	Итого
Участок А	0,0857	0,1250	0,0156	0,0138	0,0108	0,0419	0,2928
Участок Б	0,0539	0,0323	0,0028	0,0209	0,0108	0,0047	0,1254
Участок В	0,0377	0,0174	0,0020	0,0259	0,0417	0,0419	0,1666
Участок Г	0,0982	0,2478	0,0070	0,0118	0,0090	0,0419	0,4156

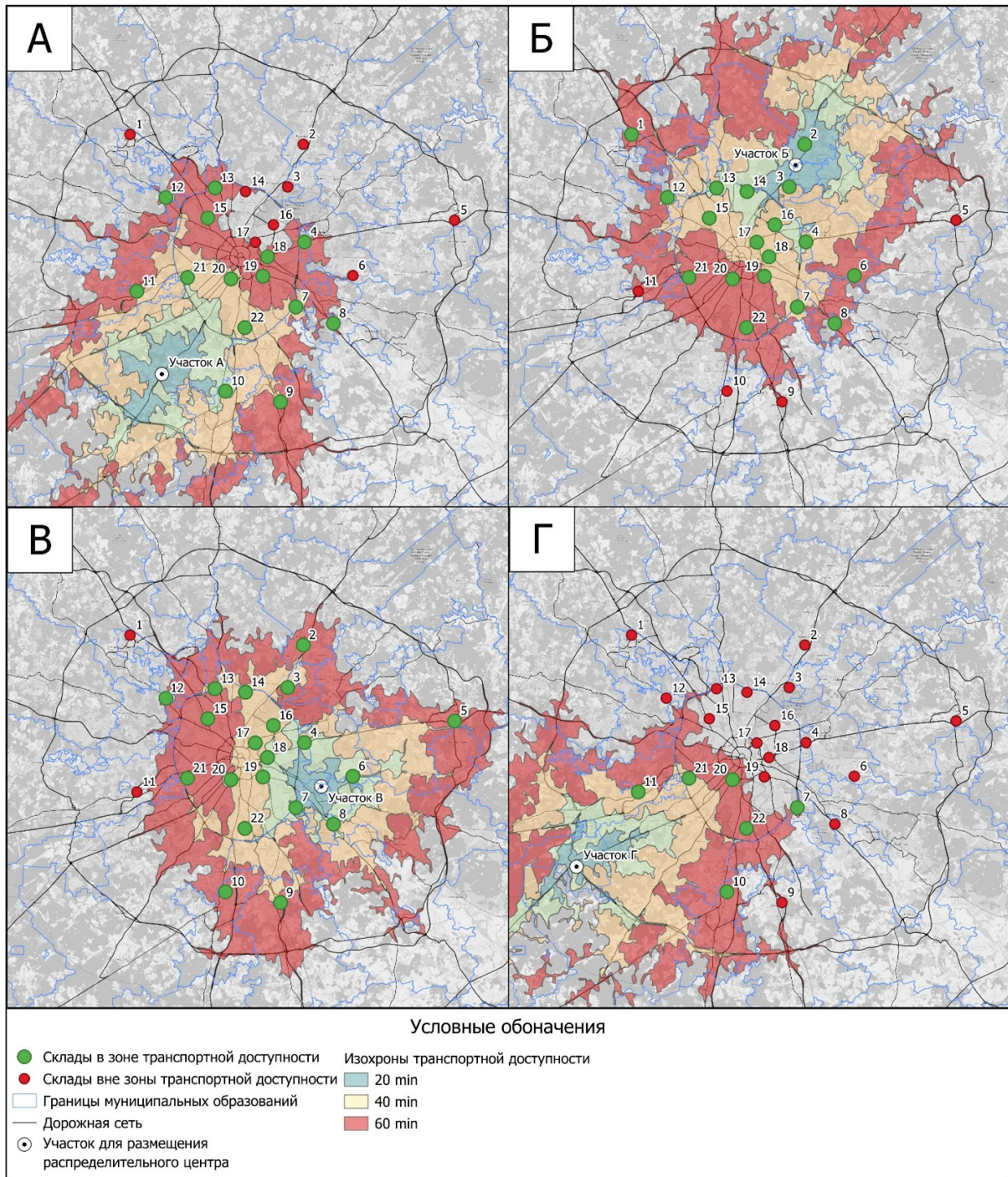
По результатам расчета методом анализа иерархий можно сделать вывод, что наиболее подходящим по заданным критериям является участок Г.

Вместе с тем, возможно дополнительно провести анализ с использованием изохрон для оценки транспортной доступности перспективных площадок для размещения распределительного центра.

Метод изохрон предполагает построение изолиний, линий, проходящих по точкам с одинаковыми значениями. Одной из вариаций изолиний являются изохроны. Изохроны – линии равных затрат времени на преодоление пространства относительно заданных точек,

в качестве которых в данном случае являются перспективные участки для размещения распределительного центра [3].

Метод изохрон предполагает оценку охвата территории в заданных исследователем временных границах. Применительно к данному исследованию метод применяется в целях оценки количества существующих складов, попадающих в зоны часовой транспортной доступности, а также суммарной емкости складов, которые могут быть достигнуты в заданные временные интервалы. Результаты использования изохрон приведены на рисунке 3 и в таблице 4.



а) доступность участка А, б) доступность участка Б,
в) доступность участка В, г) доступность участка Г
Рисунок 3. Транспортная доступность рассматриваемых участков

Транспортная доступность рассматриваемых участков

Интервал времени	Участок А		Участок Б		Участок В		Участок Г	
	Кол-во, шт	Емкость, тыс. кв. м	Кол-во, шт	Емкость, тыс. кв. м	Кол-во, шт	Емкость, тыс. кв. м	Кол-во, шт	Емкость, тыс. кв. м
5	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	1	2,8	0	0	0	0
15	0	0	1	2,8	0	0	0	0
20	0	0	1	2,8	2	8,3	0	0
25	0	0	2	5,3	4	37,3	0	0
30	1	9,6	3	16,1	5	38,3	0	0
35	3	35,8	5	43,4	7	76,8	0	0
40	5	44,2	9	58,1	9	99,2	1	3,0
45	5	44,2	11	67,4	13	115,0	2	10,9
50	7	48,3	12	101,7	15	125,5	2	10,9
55	11	118,6	18	139,9	19	155,1	5	40,2
60	14	132,7	18	139,9	20	157,2	6	47,2

На основании данных таблицы 4 можно сделать вывод, что оптимальным участком для расположения распределительного центра является участок В.

При расположении центра на участке В достигается наибольший охват складов, 20 единиц, а также охватывается наибольшая емкость помещений.

Сравнение результатов расчета методом анализа иерархий и методом изохрон осуществлялось путем сравнения результатов решения задачи коммивояжера в части поиска кратчайшего пути.

В целях решения задачи была построена матрица расстояний между существующими складами, а также между каждым из складов и перспективными площадками для размещения распределительных центров.

При решении задачи коммивояжера были заданы следующие ограничения:

- Рассматривались только перспективные площадки В и Г, выбранные по резуль-

татам расчетом методом анализа иерархий и методом изохрон;

- Каждый склад может быть посещен только 1 раз;

- Поездка начинается и заканчивается из места расположения перспективного распределительного центра;

- Суммарный пробег транспортного средства не должен превышать 495 км исходя из требований к нормам труда и отдыха водителей автомобилей, исходя из условия, что средняя скорость движения на всем маршруте составит 55 км/час².

Путем решения задачи коммивояжера составлена последовательность посещения складов, оценено расстояние между каждым складом с учетом начала и окончания поездки в распределительном центре, а также рассчитано пройденное расстояние с целью оценки соблюдения норм труда и отдыха водителей. Результаты расчетов приведены в таблице 5. Графическое отображение траекторий движения приведено на рисунке 4.

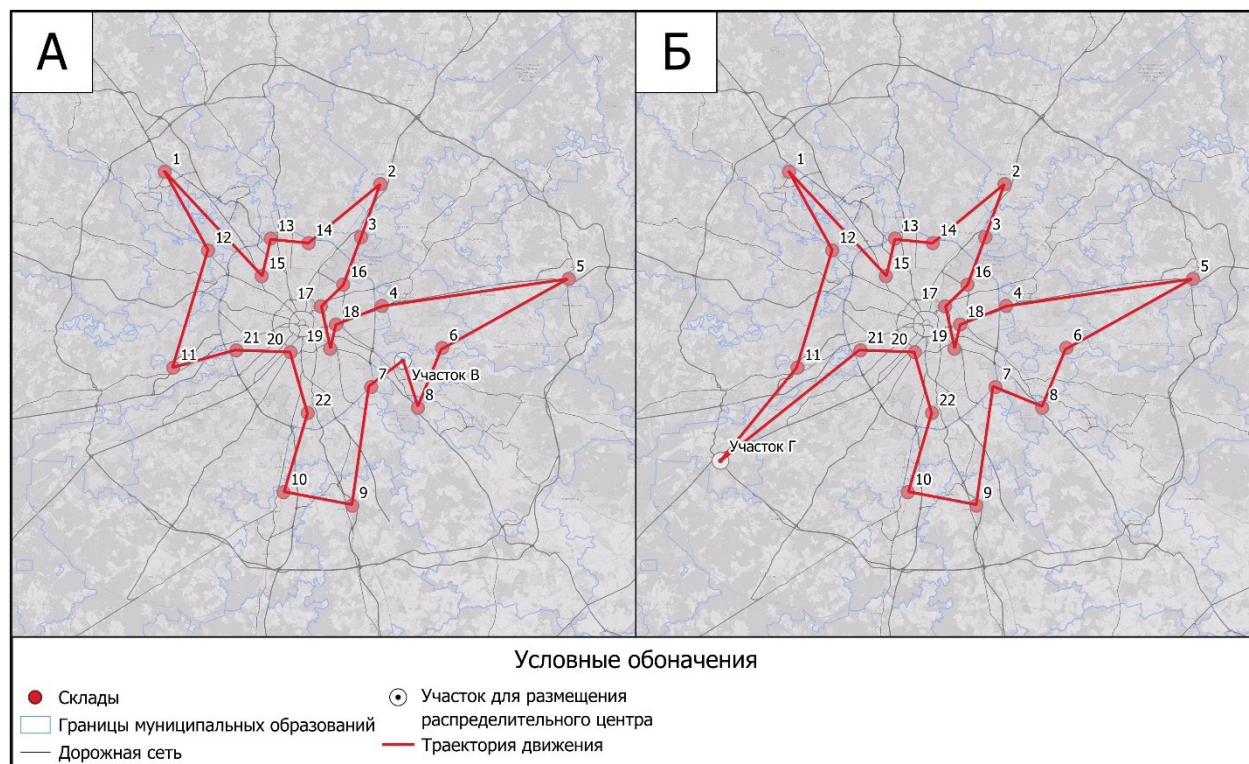
² Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 16.10.2020 № 424 «Об утверждении Особенности режима рабочего времени и отдыха, условий труда водителей».

Таблица 5

Результаты расчета задачи коммивояжера для рассматриваемых перспективных площадок

Пункт	Расстояние между пунктами, км	Расстояние между пунктами накопительным итогом, км
Участок В	0,0	0,0
Склад 8	13,2	13,2
Склад 6	18,7	31,9
Склад 5	36,1	68,0
Склад 4	37,9	105,8
Склад 18	10,4	116,3
Склад 19	9,2	125,5
Склад 17	13,1	138,6
Склад 16	7,9	146,4
Склад 3	19,8	166,2
Склад 2	12,7	178,9
Склад 14	22,9	201,8
Склад 13	9,2	211,0
Склад 15	9,8	220,8
Склад 1	53,7	274,6
Склад 12	20,9	295,4
Склад 11	30,6	326,0
Склад 21	15,6	341,7
Склад 20	14,3	356,0
Склад 22	14,0	370,0
Склад 10	19,6	389,7
Склад 9	24,0	413,7
Склад 7	29,5	443,2
Участок В	22,0	465,2

Пункт	Расстояние между пунктами, км	Расстояние между пунктами накопительным итогом, км
Участок Г	0,0	0,0
Склад 21	15,6	38,7
Склад 20	14,3	53,0
Склад 22	14,0	67,1
Склад 10	19,6	86,7
Склад 9	24,0	110,7
Склад 7	29,5	140,2
Склад 8	13,0	153,2
Склад 6	18,7	171,9
Склад 5	36,1	208,0
Склад 4	37,9	245,8
Склад 18	10,4	256,3
Склад 19	9,2	265,5
Склад 17	13,1	278,6
Склад 16	7,9	286,4
Склад 3	19,8	306,2
Склад 2	12,7	318,9
Склад 14	22,9	341,8
Склад 13	9,2	351,0
Склад 15	9,8	360,8
Склад 1	53,7	414,6
Склад 12	20,9	435,4
Склад 11	30,6	466,0
Участок Г	32,4	498,4



а) траектория движения при застройке участка В,

б) траектория движения при застройке участка Г

Рисунок 4. Траектории движения в соответствии с решением задачи коммивояжера

На основании результатов расчетов с использованием задачи коммивояжера можно сделать следующие выводы:

- Расположение распределительного центра на участке В является более выгодным;
- Охват действующих складских помещений для участков В и Г одинаковый, при любом расположении распределительный центр может обслуживать все 22 склада;
- Совокупный пробег при расположении распределительного центра на участке В более выгоден. Совокупный пробег для участка В ниже на 7%, что позволит сэкономить денежные средства при закупке горюче-смазочных материалов;
- Совокупный пробег при расположении распределительного центра на участке Г превышает нормативный пробег при средней

скорости в 55 км/час. Вместе с тем, действующими нормативными документами предусматривается возможность превышения нормативного времени работы с учетом необходимости окончания поездки на стоянке;

- При решении данной задачи в реальных условиях необходимо учитывать загрузку дорожной сети с целью соблюдения норм режима труда и отдыха водителей автомобилей.

Обобщая вышесказанное можно сделать вывод, что решение задачи размещения склада с использованием метода изохрон демонстрирует более корректные результаты по отношению к решению методом анализа иерархий при их сравнении путем решения задачи коммивояжера. Таким образом, решение задачи размещения с использованием изохрон может быть использовано в реальных условиях.

Список источников

1. Аминева Л. Д. Определение месторасположения склада на обслуживаемой территории //Мавлютовские чтения. – 2021. – С. 98-102;
2. Бардаль А. Б., Кубичек В. В., Сигитова М. А. Методика формирования логистической цепи //Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2020. – №. 3. – С. 61-68;
3. Глущенко Е.И., Харузин В.Э., Боровской А.Е. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОХРОН ТРАНС-ПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ СРЕДСТВАМИ GRASS GIS И QGIS // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: https://scienceforum.ru/2018/article/2018000834 (дата обращения: 20.03.2024).

COMPARISON OF THE APPLICATION OF THE HIERARCHY ANALYSIS METHOD AND THE ISOCHRON METHOD IN SOLVING THE PROBLEM OF LOCATING A DISTRIBUTION CENTER USING THE EXAMPLE OF THE COMPANY «DELOVYE LINII LLC».

Grishin K.A.¹, Kozelsky I.Y.²

¹ AO “NPO Angstrom”

² Russian University of Transport

Abstract: logistics activities, like any other activity, entail costs, including both fixed costs in the form of rent of premises, wages, insurance contributions, etc., and variable costs, the amount of which depends on the performance indicators of the enterprise. In turn, performance indicators directly depend on a number of aspects, including the location of the distribution center relative to warehouses.

The article considers a comparison of the results of choosing the location of a distribution center using a multi-criteria analysis, in particular, the hierarchy analysis method, and with an assessment of the transport accessibility of a distribution center using isochron.

The comparison was carried out using the traveling salesman’s task in terms of finding the shortest distances according to the criteria of coverage of existing warehouses and the total distance traveled during the working day of the car driver.

Keywords: transport logistics, transport accessibility, distribution warehouse, hierarchy analysis method, isochron method.

© Grishin K.A., Kozelsky I.Y.

Received 10.04.2024, approved 10.05.2024, accepted for publication 10.05.2024.

For citation:

Grishin K.A., Kozelsky I.Y. Comparison of the application of the hierarchy analysis method and the isochron method in solving the problem of placing a distribution center on the example of the company «Delovye Linii LLC». Logistics and Supply Chain Management. 2024. Vol 21, Iss 1 (110). pp. 4-17.

Grishin K.A., Deputy Head of the Planning and Economic Department of AO “NPO Angstrom”, kiril.2001@bk.ru.

Kozelsky I.Y. postgraduate student, Head of the Department for the Implementation of Promising Projects of the Russian University of Transport (MIIT), ivankozelskiy@gmail.com.

References

1. Amineva L. D. Determining the location of the warehouse in the serviced area // Mavlyutov readings. - 2021. – pp. 98-102;
2. Bardal A. B., Kubichek V. V., Sigitova M. A. Methods of forming a logistics chain // Bulletin of the Pacific State University. - 2020. – No. 3. – pp. 61-68;
3. Glushchenko E.I., Kharuzin V.E., Borovskoi A.E. BUILDING ISOCHRONOUS TRANSPORT ACCESSIBILITY BY MEANS OF GRASS GIS AND QGIS // Materials of the X International Student Scientific Conference «Student Scientific Forum» URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018000834> (date of request: 03/20/2024).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

Гурьянов И.И.¹

¹ Общество с ограниченной ответственностью «Орлан»

Аннотация: внешние факторы требуют от логистики поиска новых решений для оптимизации процесса перевозок и снижения себестоимости услуг. В эпоху цифровизации платформенные экосистемы могут помочь компаниям снизить себестоимость и оптимизировать основные бизнес-процессы в области транспортной логистике. В статье рассмотрены понятия платформы и экосистемы, типы экосистем. На примере транспортной отрасли логистики показаны функционирующие на рынке платформенные экосистемы. Сделан анализ эффективности использования экосистем для заказа транспортных услуг.

Ключевые слова: бизнес-экосистема, цифровая платформа, логистика, транспорт, грузоперевозки, стандарт.

© Гурьянов И.И.

Поступила 14.04.2024, одобрена после рецензирования 10.05.2024, принята к публикации 10.05.2024.

Для цитирования:

Гурьянов И.И. Использование платформенных экосистем для организации грузовых перевозок // Логистика и управление цепями поставок. - 2024. - Т. 21, №1 (110). - С. 18–25.

Гурьянов И.И., аспирант, операционный директор общества с ограниченной ответственностью «Орлан», Москва, e-mail: Ivan.i.guryanov@gmail.com

Введение

В мир экономики и бизнеса понятие экосистем пришло из биологии. Этот термин в 1930-х годах ввел британский ученый Артур Тэнсли, назвав экосистемой сообщества организмов, которые взаимодействуют между собой и окружающей средой для общего процветания. Позднее в 1993 году Джеймс Мур провел аналогию между миром биологии и миром бизнеса и ввел в понятие бизнес-экосистемы, в рамках которых компании действуют совместно и сосредотачивают усилия на инновационных продуктах, их развитии и удовлетворении нужд клиентов. В дальнейших научных работах, посвященных экосистемам, авторы используют основные постулаты, заложенные Муром.

С развитием информационных технологий процессы обмена товарам и услугами в значительной мере эволюционировали, а развитие платформ перешло на цифровой уровень с дальнейшим преобразованием в цифровые экосистемы.

Выделяют экосистемы открытого и закрытого типа. Для открытых экосистем характерен низкий порог входа или его отсутствие. Они доступны всем участникам, кто принимает и следует правилам платформы, приносит ценность для продукта или услуги. Экосистемы закрытого типа имеют ограниченное и строго регулируемое количество участников.

На практике экосистемы можно разделить на 2 вида: экосистемы решений и экосистемы транзакций [6]:

- В экосистеме решений основную роль играет центральная компания, которая управляет предложениями поставщиков для разработки конечного продукта для клиента. Поставщики могут быть активными участниками экосистемы, так как они выступают независимыми организациями, а их инновационная деятельность должна быть согласована со всеми участниками. После окончания формирования инновационного продукта их роль в экосистеме как правило сильно ограничивается. Клиенты в экосистеме не являются активными участниками, но оказывают большое влияние

на формирование продукта. Примерами экосистем решений являются системы кредитных карт, связывающие продавцов, потребителей и банки, 3D-печать, интегрирующая поставщиков принтеров, материалов, программного обеспечения и услуг.

- В центре экосистем транзакций находится платформа (в большинстве случаев она является цифровой). Платформа является связующим звеном между независимыми поставщиками товаров и услуг и клиентами. Примерами экосистемы транзакций являются сервисы такси (Яндекс, Uber), маркетплейсы (OZON, Wildberries), сервисы по скачиванию приложений (App Store, Google Play).

В российской практике понятия цифровых платформ и экосистем приведено в концепции государственного регулирования цифровых платформ и экосистем, опубликованной Министерством экономического развития Российской Федерации. Так под цифровой платформой понимается бизнес-модель, позволяющая потребителям и поставщикам связываться онлайн для обмена продуктами, услугами и информацией, включая предоставление продуктов / услуг / информации собственного производства. А под цифровой экосистемой - клиентоцентричная бизнес-модель, объединяющая две и более группы продуктов, услуг, информации для удовлетворения конечных потребностей клиентов [4]. Само наличие концепции говорит о признании успеха и важности развития платформенных экосистем в Российской Федерации. Государство в свою очередь ставит перед собой задачи по созданию правовых основ для защиты от иностранных платформ и экосистем и обеспечения преференциального положения национальных платформ и экосистем на российском рынке, что позволит российским компаниям развивать свои сервисы в условиях конкуренции с международными игроками.

Для понимания принципа работы и преимуществ экосистемы рассмотрим в общем виде логику трансформации компании в экосистему.

Логика трансформации компании в экосистему

№	Этапы перехода	Полученные преимущества
1	Компания работает с ограниченным количеством поставщиков. Для получения преимущества по цене компания принимает на себя обязательства и риски по объему закупок.	-
2	Перевод закупок в единое информационное пространство по принципу оферты.	Риски по объему закупок переложены на поставщика.
3	Создание открытой платформы для взаимодействия с поставщиками. Привлечение новых поставщиков.	Снижение стоимости товаров и услуг за счёт открытой конкуренции поставщиков на платформе.
4	Привлечение на платформу конкурентов компании благодаря её эффективности. Вместе с конкурентами (заказчиками) на платформу приходят их поставщики.	Повышение эффективности работы платформы за счёт новых поставщиков.
5	Отделение платформы от центральной компании.	Платформа может развиваться независимо от центральной компании.
6	Добавление и развитие новых сервисов на платформе.	Зачастую новые сервисы сконцентрированы вокруг основного и помогают клиентам полностью закрыть потребность в услуге на одной площадке.
7	Преобразование платформы в экосистему.	Получение конкурентных преимуществ за счёт использования общих ресурсов платформы на развитие разных сервисов.

Транспортная отрасль не стала исключением в области развития экосистем. Сложности с логистикой и повышение ожиданий клиентов с точки зрения уровня сервиса подталкивают отрасль к новым передовым решениям, одним из которых стало создание платформенных экосистем для оказания услуг по перевозке грузов. В настоящий момент на рынке РФ представлено немалое количество платформ, которые позиционируют себя как экосистемы в области логистики или являются ими по своей сути. Среди них логистическая экосистема VEZUBR, цифровая система гру-

зоперевозок TRAFFIC, сервис железнодорожных перевозок «Грузовые перевозки» от РЖД, биржа грузоперевозок ATI.SU, цифровая логистическая система Atlas Delivery, логистическая экосистема Vezzer.no для насыпных и наливных грузов и др. Большинство решений относится к автомобильным грузоперевозкам и курьерской доставке. Однако экосистемы продолжают развиваться. Так сервис «Грузовые перевозки» от РЖД объединил более 140 поставщиков и 9000 клиентов в рамках одной платформы для заказа и организации перевозок по железной дороге, что дало доступ для

грузоотправителей к сотрудничеству с крупными перевозчиками в отрасли. А экосистема Vezzer.no сделала специально для сельхозпроизводителей, который учитывает все особенности работы в этой отрасли.

В Таблице 1 указаны преимущества для компании при её трансформации в экосисте-

Стандартизация

Выбор поставщиков транспортных услуг, как и привлечение новых клиентов для транспортных и экспедиторских компаний процесс трудозатратный. Он требует привлечения заказчика, которым, как правило, выступает отдел логистики, для формируют требования к услуге, юристов, оценивающих условия заключаемого договора, службы безопасности для оценки потенциального партнера и возможных рисков работы с ним. Общие транзакционные издержки на заключение отдельно взятого договора могут быть весьма высоки, а время согласования достигать нескольких месяцев. В текущих условиях быстро меняющейся среды гибкость жизненно важна для успеха компаний. Кто быстрее сможет адаптироваться к новым условиям и предложить актуальный продукт, тот и получит конкурентное преимущество на рынке.

Следующим этапом после заключения договора является выбор поставщика под конкретную услугу. Оценка осуществляется с помощью сравнения цен на услуги поставщиков с учетом выполнения требований заказчика. Но для возможности сравнения необходимо поддерживать актуальные ставки всех поставщиков в системе. Кроме того, при появлении

му. Рассмотрим какие преимущества получают клиенты при работе с экосистемами в логистике, в чем их эффективность и за счёт чего они набирают популярность.

нестандартных запросов (новые маршруты и типы транспортных средств, работа в выходные, срочные загрузки и пр.) цены необходимо запрашивать у поставщиков и полноценная оценка возможна только после получения обратной связи от потенциальных исполнителей. И даже при наличии всей необходимой информации для выбора поставщика услуги до подтверждения с его стороны нет гарантий, что заявка будет согласована к исполнению.

После выбора поставщика необходимо сформировать и направить заявку на оказание услуги. На практике форму заявки чаще утверждает перевозчик или экспедитор, а не заказчик. При работе с несколькими поставщиками заказчику приходится заполнять разные формы заявки, что делает автоматизацию заполнения заявок затруднительной и, как следствие, заявки заполняются вручную.

Но даже после успешного завершения всех этапов выше нет гарантии, что услуга будет выполнена в точном соответствии с требованиями заказчика из-за того, что предмет сделки не всегда достаточно формализован – функциональные требования заказчика неверно и/или неточно конвертируются в производственные параметры поставщика.

Таблица 2

Определение сути сделки

Параметр предмета сделки	Функциональные требования заказчика	Производственные параметры поставщика
Тип груза	- наименование груза - стоимость груза - специальные условия перевозки (класс опасности, температурный режим, способ погрузки/выгрузки)	- наименование груза - ограничения по стоимости груза - тип перевозимого груза: сухой, наливной, насыпной - специальные условия перевозки (класс опасности, температурный режим, способ погрузки/выгрузки)

Параметры груза	- вес брутто - количество мест - размеры мест	- тип погрузки (боковой, задний, верхний) - объем транспортного средства - тип кузова
География	- адрес точки погрузки - адрес точки разгрузки	Тип перевозки (внутригородская, междугородная)
Сроки	- дата погрузки - крайняя дата выгрузки	- дата погрузки - время работы точки погрузки - время работы точки выгрузки
Цена	- стоимость доставки	- минимальный тариф - стоимость перевозки за город за км - стоимость переработки за час

При работе с экосистемой скорость взаимодействия с поставщиками значительно увеличивается за счёт стандарта. На платформах представлены типовые формы договоров, все заявки формируются по единому шаблону. При этом большинство платформ предоставляет возможность интеграции с ERP системой пользователя посредством API, что значительно

но уменьшает время на подготовку заявок. Стандарт позволяет однозначно переходить от функциональных требований заказчика к производственным параметрам поставщика тем самым минимизирует отклонения, возникающие при взаимодействии сторон.

Снижение себестоимости перевозки

Стандартизация не только упрощает процессы взаимодействия заказчика и исполнителя, но и снижает себестоимость продукта для обеих сторон. По оценкам цифровой системы TRAFFIC снижение трудозатрат на организацию перевозки достигает 30% причем это работает как для заказчика, так и для исполнителя. Для обеих сторон это возможность снизить нагрузку на персонал и использовать высвободившиеся ресурсы в других направлениях.

Прямая открытая конкуренция ещё один фактор снижения себестоимости перевозки.

Сервис одного окна

Логистические экосистемы позволяют не только стандартизировать работу с поставщиками благодаря единой платформе, но и предоставляют дополнительные сервисы, которые требуются в процессе грузоперевозок. Так на платформах доступны сервисы по отслежива-

Заказчики могут размещать заявки в свободный доступ, и потенциальные исполнители будут конкурировать между собой за получение заказа. За счёт простоты поиска новых клиентов для перевозчика и снижения затрат на маркетинг, а также за счёт стандартизации процессов и высвобождении ресурсов у перевозчиков и экспедиторов будет возможность снижения по стоимости перевозки для получения заказа.

нию грузов в режиме онлайн, страхованию, факторингу, электронному документообороту, что облегчает процесс перевозки для заказчика, повышает уровень сервиса и дает дополнительную прибыль поставщикам.

Заключение

Платформенные экосистемы становятся всё более популярны как среди пользователей, так и среди предпринимателей. В настоящий момент лидерами по развитию цифровых платформ являются Китай и США. В России несмотря на рост популярности цифровые рынки находятся скорее на ранней стадии своего развития, но с учетом высокой потребности и поддержки государства у страны есть высокий потенциал стать третьим по величине государством с масштабными национальными экосистемами.

Несмотря на то, что на рынке транспортной логистики уже сейчас представлено много игроков, позиционирующих себя как платформенные экосистемы, потенциал роста всё ещё

велик. Текущие решения сконцентрированы в большей степени на автомобильных перевозках и курьерской доставке. Но с учетом размеров страны потребность гораздо шире и в первую очередь это касается международных и мультимодальных перевозок, где готовые решения по цифровизации и автоматизации практически отсутствуют. С учетом своей эффективности платформенной экосистемы представляют собой не временный тренд, а реальное решение для снижения себестоимости товаров и услуг и оптимизации бизнес-процессов. В ближайшие годы их рост и популярность только возрастут и компаниям безусловно стоит подумать над использованием модели платформенной экосистемы.

Список источников

1. Moore J. (1993). Predators and Prey: a New Ecology of Competition. Harvard Business Review, Vol. 3, № 71, pp. 75-86.
2. Василенко Е.В. Бизнес-экосистема: определения и подходы. В сборнике: Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий. Материалы VI Международной научно-практической конференции. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. 2020. С. 166-172.
3. Горелова Т.П., Серебровская Т.Б. Цифровая трансформация логистического бизнеса // Современная конкуренция. 2022. Т. 16. №2. С. 101–112. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-16-2-101-112
4. Концепция государственного регулирования цифровых платформ и экосистем [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития Российской Федерации. URL: https://www.economy.gov.ru/material/departments/d31/koncepciya_gos_regulirovaniya_cifrovyyh_platform_i_ekosistem/ (дата обращения: 28.03.2024).
5. Жданов Д.А. Цифровая трансформация: платформенные экосистемы как инструмент управления высокотехнологичным бизнесом. Управленческие науки. 2021;11(4):25-39. DOI: 10.26794/2404-022X 2021-11- 3-25-39
6. Pidun U., Reeves M., Schüssler M. Do you need a business ecosystem? BCG Henderson Institute. Sept. 27, 2019. URL: <https://www.bcg.com/ru-ru/publications/2019/do-you-need-business-ecosystem> (дата обращения: 30.03.2024).

USAGE OF PLATFORM ECOSYSTEMS FOR ORGANISATION OF FREIGHT TRANSPORTATION

Guryanov I.I.¹

¹ Limited Liability Company «Orlan»

Abstract: external factors require logistics to search for new solutions to optimize the transportation process and reduce the cost of services. In the era of digitalization, platform ecosystems can help companies reduce costs and optimize core business processes in the field of transport logistics. The article discusses the concepts of platform and ecosystem, types of ecosystems. Using the example of the transport and logistics industry, platform ecosystems operating in the market are shown. An analysis has been made of the effectiveness of using ecosystems for ordering transport services.

Keywords: business ecosystem, digital platform, logistics, transport, cargo transportation, standard.

© Guryanov I.I.

Received 14.04.2024, approved 10.05.2024, accepted for publication 10.05.2024.

For citation:

Guryanov I.I. The use of platform ecosystems for the organization of freight transportation. Logistics and Supply Chain Management. 2024. Vol 21, Iss 1 (110). pp. 18-25.

Guryanov I.I., postgraduate student, Chief Operating Officer, Limited Liability Company «Orlan», Moscow, e-mail: Ivan.i.guryanov@gmail.com

References

1. Moore J. (1993). Predators and Prey: a New Ecology of Competition. Harvard Business Review, Vol. 3, no. 71, pp. 75-86.
2. Vasilenko E.V. Business ecosystem: definitions and approaches. In the collection: Strategies for the development of social communities, institutions and territories. Materials of the VI International Scientific and Practical Conference. Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation; Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin. 2020. pp. 166-172.
3. Gorelova T., Serebrovskaya T. Digital Transformation of Logistics Business. Sovremennaya konkurenciya=Journal of Modern Competition, 2022, vol.16, no.2, pp.101-112 (in Russian). DOI: 10.37791/ 2687-0649-2022-16-2-101-112
4. The concept of state regulation of digital platforms and ecosystems [Electronic resource] // Ministry of Economic Development of the Russian Federation. URL: https://www.economy.gov.ru/material/departments/d31/koncepciya_gos_regulirovaniya_cifrovyyh_platform_i_ekosistem/ (date of application: 28/03/2024).
5. Zhdanov D.A. Digital transformation: Platform ecosystems as a tool for high-tech business management. Management Sciences. 2021;11(4):25-39. (In Russ.). DOI: 10.26794/2404-022X 2021-11-3-25-39
6. Pidun U., Reeves M., Schüssler M. Do you need a business ecosystem? BCG Henderson Institute. Sept. 27, 2019. URL: <https://www.bcg.com/ru-ru/publications/2019/do-you-need-business-ecosystem> (date of application: 30/03/2024).

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ В ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗКАХ И РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННОСТИ

Виданов К.Ю.¹

¹ Российский университет транспорта

Аннотация: в представленной статье осуществлён разбор особенностей функционирования современных железнодорожных вокзалов и акцент сделан на анализе инновационных подходов для повышения уровня ориентированности на клиента и совершенствования процесса обслуживания в сфере пассажироперевозок. Автор предлагает интеграцию цифровых технологий и проведение аналитической работы с коэффициентами, отражающими клиентоориентированность, для её измерения и сопоставления.

Ключевые слова: коэффициент клиентоориентированности, вокзальный комплекс, цифровые системы, пассажирские перевозки.

© Виданов К.Ю.

Поступила 18.04.2024, одобрена после рецензирования 10.05.2024, принята к публикации 10.05.2024.

Для цитирования:

Виданов К.Ю. Применение современных цифровых систем в пассажирских перевозках и расчет коэффициента клиентоориентированности // Логистика и управление цепями поставок. - 2024. - Т. 21, №1 (110). - С. 26–35.

Виданов К.Ю., аспирант кафедры «Управление транспортным бизнесом и интеллектуальные системы» e-mail: a17788558@yandex.ru.

Введение

Путём внедрения масштабных многоуровневых цифровых систем, предоставляющих новые подходы к взаимодействию с клиентами, предлагается усовершенствовать сервис пассажирских перевозок на железной дороге и качество обслуживания на вокзалах, акцентируя внимание на повышении клиентоориентированности.

В условиях глобального подъема пассажирских перевозок на железной дороге актуальность приобретает задача по созданию и совершенствованию текущих и вновь проектируемых вокзальных комплексов. Развитие электронных систем управления, основанных на алгоритмах математического моделирования, способствует устранению сбоев в деятельности комплексов и повышению уровня

комфорта во время путешествий на поездах, позволяя точно вычислить или предвидеть различные аспекты обслуживания пассажиров. Такие системы управления, обладая способностью координировать действия сотрудников в разных направлениях, играют значительную роль в обеспечении непрерывной и стабильной работы железнодорожного транспорта круглосуточно. [1]

Кроме основной транспортной функции, важным аспектом в развитии перевозок является упор на расширение сфер комфорта пассажиров путем обеспечения вокзальных комплексов ресторанными зонами, зонами для проведения деловых встреч, площадками для осуществления торговли.

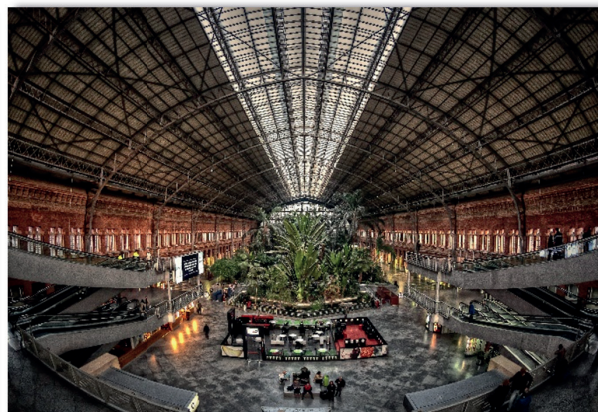


Рисунок 1. Вокзал Аточа в городе Мадрид

Таким образом, сфера железнодорожных перевозок выделилась в самостоятельную, обладающую многообразием функций структуру, играющую заметную роль в инфраструктуре государства.

Нынешнее направление прогресса вокзальных сооружений задаёт необходимые каноны для проектных работ, при этом важной задачей для них выступает одновременный разбор заказчиком требуемых транспортных услуг и рассмотрение возможностей улучшения станционной инфраструктуры. К тому же следует уделять внимание как анализу потребностей в транспортных услугах, так и перспективам развития вокзальной инфраструктуры.

Изучение вокзальных комплексов, возведенных в XIX и XX столетиях, позволило

выявить серии специфических недостатков, присущих их архитектурному способу организации пространств. В период с 1800 по 1900 годы комплексы таких типов возведены были с ориентацией на одноплановость в расположении территории перед вокзалом и местом для посадки пассажиров. К сожалению, высокая плотность застроек в городах создает серьезные препятствия для реконструкции данных объектов и облегчения интенсивного пассажирского движения.

Современные железнодорожные вокзалы зачастую строятся по вертикальной, многоуровневой системе, что способствует увеличению количества полезного пространства для размещения помещений разного назначения. Такая организация пространства исключает

необходимость пересечения пассажирских потоков, обеспечивая тем самым снижение времени, необходимого для пересадок не только между поездами, но и другими видами транспорта. [2]

Данная система развития вокзальных комплексов повышает качество обслуживания

пассажиров. Действия, направленные на выявление и удовлетворение потребностей пассажира, определяются как клиентоориентированность.



Рисунок 2. Вокзал Берлина на станции Берлин - Главный

Повышение уровня ориентированности на запросы клиентов приводит к росту финансовых показателей, исходящих от перевозочной деятельности – это связано с возрастанием привлекательности и легкости доступа к услугам в рамках железнодорожной отрасли. Следует выделить следующие услуги:

Обеспечение выполнения нужных манипуляций на станциях и в комплексах вокзалов становится возможным, при этом осуществляется уменьшение затрачиваемых как временных, так и финансовых ресурсов.

Сокращение числа некачественно предоставляемых услуг становится возможным благодаря оперативной и высокопрофессиональной деятельности персонала, характери-

зующейся высшими показателями квалификации и эффективности. [3]

Компания активизировала процесс внедрения инновационных технологических разработок для совершенствования своей операционной деятельности.

Основная задача любого предприятия заключается в сосредоточении внимания на потребителе с целью его привлечения и последующей фиксации интереса. Для достижения этого применяются важнейшие элементы, определяющие ориентированность на клиента. Таким образом, ключевые аспекты клиентоориентированности играют решающую роль в работе компаний.



Рисунок 3. Ключевые факторы клиентоориентированности

Как важный инструмент, который задействуется в процессе надстройки взаимосвязей с клиентами и для процветания базы потребителей, выступает концепция CRM, расшифровывающаяся как управление отношениями с потребителями.

CRM включает в себя два типа:

- операционный подход, целящийся в автоматизацию процессов ведения бизнеса, вобравший в себя элементы автоматизации в сферах продаж, маркетинга и сервисного обслуживания клиентуры;
- аналитический, включающий поиск, накопление и анализ полученных данных.

Созданные для облегчения общения меж клиентами, сотрудниками и самой компанией, данные элементы обеспечивает взаимодействие с применением инфраструктуры и сервисов совместного пользования.

Данная система имеет цель повышения рыночной оценки предприятия, реализующейся через применение специализированных стратегий, ориентированных непосредственно на потребителя. Потребители, в свою очередь, анализирующие и сопоставляющие предложения конкурентов, всегда предпочтут вариант, удовлетворяющий их требованиям наилучшим образом при наиболее привлекательной цене. Следовательно, особого внима-

ния требует соответствие продукции системе «цена-качество», обеспечивающее высокий уровень качества при умеренном ценнике.

CRM характеризуется как стратегия бизнеса, при которой упор делается на развитие максимально близких взаимосвязей с клиентами, чтобы глубже понять каждого покупателя и ему предложить наиболее соответствующие товары или услуги. Это направление, основанное на принципах клиентоориентированности и предусматривающее специализированные действия с целью удовлетворения индивидуальных потребностей потребителей, применяется на всех уровнях организации. Таким образом, CRM включает в себя создание персонализированных предложений для отдельных клиентов, целясь в улучшение взаимодействия и укрепление долгосрочных отношений.

В текущем быстро меняющемся мире усиление клиентской ориентированности в сфере услуг требует не просто предложение стандартного спектра опций, но и включение дополнительных сервисов. Они направлены на то, чтобы привлечь бОльший интерес и всесторонне удовлетворить потребности клиентов, повышения их комфорта в процессе перевозок. [4]

Технологические решения, включающие в себя ERP-системы, SCM-программы, EAI-ин-

теграцию, базы данных, SFA-автоматизацию и другие подобные разработки, способствуют адаптации товаров и услуг компаний под требования различных клиентов. Используются для обслуживания индивидуальных потребностей заказчиков, эти инструменты позволяют поставку персонализированных продуктов и услуг. Из-за развития данных технологий и стратегий клиентских взаимоотношений, бизнес трансформируется к управлению на индивидуальном уровне, давая возможность компании не только запоминать специфические потребности каждого клиента, но и прогнозировать доходность от сотрудничества с каждым из них.

Развитие железнодорожного транспорта привело к созданию специфических вагонов для пассажиров, сопровождающихся животными. Такое нововведение принесло пользу каждой из затронутых сторон: пассажиры обрели возможность перевозки своих питомцев без необходимости выкупать полное купе, тем самым экономя средства; транспортные компании, применив более гибкий подход к нуждам этой категории клиентов, существенно повысили свою привлекательность, что, в свою очередь, отразилось на прибыльности; обывденный пассажир сохраняет выбор—разместиться в стандартном вагоне, избегающем контакта с животными, что актуально для лиц с аллергией, либо выбрать вагон для путешествия с питомцами, если такое соседство его не беспокоит.

Кроме того, стоит отметить создание специальных вагонов, адаптированных для пассажиров с ограниченными возможностями передвижения. Оборудование таких вагонов включает отличительные посадочные устройства, облегчающие для владельцев кресел-колясок как посадку, так и высадку. Расширенные же масштабы дверных проемов, коридоров и проходов обеспечивают удобство передвижения на коляске внутри вагона.

Компании вынуждены приспосабливаться к изменяющимся вкусам и требованиям клиентуры, диктуемым ускоренным жизненным темпом. Так, в свете стремления к экономии времени, скорость передвижения по железной дороге возрастает, в то время как вагоны обо-

рудуют специальными купе для переговоров. Эти вагоны предоставляют возможность ведения деловых встреч и организации презентаций благодаря установленному мультимедийному оснащению.

Не только высококачественное предоставление услуг способствует формированию благополучного имиджа компании, но и включение в их спектр развлекательных услуг имеет значение. К примеру, анонсирование в 2023 году планов о введении в туристические поезда вагонов оснащенных СПА-салонами, тренажерным залом, караоке, кукольным театром и киносалонами свидетельствует о данном подходе.

С расширением горизонтов современных технологий и повышением критериев обслуживания качества заметно усиливается потребность в внедрении обновленного стандарта требований в области транспортировки пассажиров. Кроме того, для обеспечения данных стандартов под постоянный мониторинг и своевременное обновление попадают все звенья процесса – начиная от разработки планов вокзальных комплексов и заканчивая на этапе предоставления самих транспортных услуг. [5]

В нынешней экономической обстановке представляется необходимым не ограничиваться стандартным спектром услуг для усиления клиентоцентрического подхода, а разрабатывать и включать в предложение дополнительные услуги. Такой шаг позволит углубить интерес пассажиров и удовлетворить их потребности посредством повышения комфортности перевозок.

Обратите внимание: когда речь заходит об оценке клиентоориентированности компании, к рассмотрению приглашаются особые показатели. Именно эти критерии клиентоориентированного управления предоставляют возможность углубиться в понимание ряда аспектов функционирования предприятия.

Показатели эффективности деятельности компании тесно соединены с ориентацией на нужды клиента. Прямым образом успех бизнеса обусловлен уровнем удовлетворенности потребителя и его преданностью бренду.

Используя специфические индикаторы, возможно оценить степень ориентированно-

сти компании на клиента, при этом получая информацию о том, насколько стратегия, направленная на удовлетворение потребностей клиентов, является результативной.

Используя аналитические показатели, компании имеют возможность оценить результативность предпринятых стратегий. При этом, в процессе анализа, обнаруживаются зоны, где они сталкиваются с трудностями. Внося изменения в эти проблематичные сегменты, достигается улучшение качества услуг, что, естественно, ведет к более высокому уровню удовлетворенности клиентов;

Эффективная разработка, вместе с регулярным мониторингом различных показателей, обеспечивает компаниям преимущество в конкурентной борьбе. Постоянно совершенствуя ориентацию на клиента и активно работая с метриками, фирмы значительно повышают вероятности сохранения уже имеющейся клиентуры в своём портфолио, а также успешного привлечения новых заказчиков.

Предложенный набор индикаторов, направленных на клиентоориентированность, играет ключевую роль для улучшения качества сервиса для пассажиров и позволяет добиться превосходства над конкурентами в аспекте коммерческой деятельности, связанной с перевозками пассажиров. Создание подобной системы управления становится залогом этого преимущества, выбиваясь на передовые позиции в индустрии. [6]

Итак, давайте рассмотрим различные методы, используемые для анализа уровня управления с фокусом на клиентоориентированность в рамках предприятий:

Компания активно занимается разработкой и применением инструментов для получения откликов от потребителей, а именно – различных анкет и опросников. Имеется в виду сбор информации об уровне клиентоориентированности процессов и степени вовлеченности персонала организации.

Изучение мнений, которые выразили клиенты путем оставления отзывов, а также рейтингов, жалоб и предложений, способствует выявлению степени их удовлетворенности услугами или товарами.

Проведение анализа на предмет сравнения с другими участниками сферы даёт возможность идентификации уникальных сильных сторон, а также выделения аспектов, требующих развития и усовершенствования.

KPI, являющийся специфическим ключевым показателем эффективности, облегчает процесс оценки деятельности компании в расчёте на нестандартные метрики, такие как доля повторных покупок среди клиентов.

Использование каждого метода возможно как в индивидуальном порядке, так и совместно. Задачей их является выявление достоинств и недостатков на основе собранной объективной информации. Накопленные сведения из анализа предложенных подходов способствуют формированию стратегий, целью которых является улучшение взаимодействия с потребителями и, как следствие, повышение степени их удовлетворенности.

Для выявления величины коэффициента, отражающего степень клиентоориентированности, а также для осуществления сопоставления его значений, рекомендуется выполнение расчетов, которые базируются на предложенной формуле.

Как правило, оценку текущего уровня ориентации на клиента в сфере перевозки пассажиров (обозначаемого как К_{общ}) предложено вычислять, применяя соответствующую формулу.

$$K_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^7 P_i \div 7$$

где P_i – значение i -ого показателя расчета клиентоориентированности.

Оценка коэффициента клиентоориентированности включает, в частности, учет только начальных факторов: «Доля времени создания стоимости» и «Доля затрат, влияющих на финансовые затраты перевозочных процессов». Эти показатели отображают, как использование цифровых технологий и инновационных подходов повышает удовлетворенность потребителей.

$$K_{\text{част}} = \frac{(P_1 + P_2)}{2}$$

Применение специализированного критерия способствует оценке и учету результативности работы цифровых систем в транспортной сфере, что ведет к значительному упрощению и структурированию процесса перевозок.

Значимость роли предлагаемой методики подсчета показателя клиентоориентированности в области пассажирских транспортных услуг следует подчеркивать, учитывая её важность в секторе:

Перевозчикам это может оказаться помощью в выявлении сильных и слабых моментов их клиентоориентированных усилий, давая представление о степени осведомленности относительно потребностей пользователей их услуг.

Таким образом, сбор и анализ данных, основанные на обратной связи от пассажиров, будет способствовать повышению качества предоставляемых услуг. Этот процесс позволит выявлять узкие места и различные тонкости в деятельности, что, в свою очередь, откроет возможности для дальнейшего совершенствования работы и более полного соответствия ожиданиям и требованиям пассажиров. [7]

Стремясь к обретению конкурентных преимуществ, перевозчики прилагают активные усилия для улучшения уровня ориентации на клиента. Путём применения разнообразных способов для вычисления эффективной оценки деятельности они способны значительно

увеличить количество перевозимых пассажиров.

Применение данных, вытекающих из применённого метода оценки, может способствовать тому, что перевозчик, руководствуясь обоснованной стратегией, будет выбирать направления для развития и проведения мероприятий. Такие мероприятия будут нацелены на улучшение клиентоориентированности и на достижение превосходных показателей работы.

Способствует формированию конкретных норм и критериев, применяемых для оценки показателей, в числе которых находится и индекс фокусировки на клиентах, а также используется для прочих вычислительных процедур.

Следовательно, акцент на анализ и усиление индекса ориентации на клиентов оказывает непосредственное воздействие на продвижение в деле транспортных грузоперевозок, способствуя также совершенствованию и настройке процедуры перевозок. Прогресс в этой области обусловлен стремлением к повышению клиентско-ориентированных услуг и тщательному анализу операционной эффективности. Реализация цифровых технологий в коммуникациях, а также внимание к метрикам способствуют налаживанию и прогрессированию в системе взаимодействий предприятия с заказчиками.

Список источников

1. Пазойский, Ю.О. Пассажирские перевозки на железнодорожном транспорте (примеры, задачи, модели, методы, решения): учебное пособие / Ю. О. Пазойский, В. Г. Шубко, С. П. Вакуленко. — Москва: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. — 364 с.
2. Потехина, А.М. Оценка влияния внутренней среды железнодорожных организаций на реализацию стратегии клиентоориентированности: дис. канд. экон. наук: 08.00.05., 2015. — 186 с.
3. Бычкова, А. А. Методы повышения уровня сервисного обслуживания на железнодорожных вокзалах: автореф. диссер. канд. тех. наук: 05.22.08 / А. А. Бычкова. — М, 2013. — 24 с.
4. Мачерет, Д.А. Организация предпринимательской деятельности : учебное пособие / Д. А. Мачерет, А. А. Мачерет, А. Ю. Ледней, И. А. Чернигина. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2023. —

256 с.

5. Синицына, А.С. Цифровая трансформация и логистический инжиниринг на транспорте : учебное пособие / А. С. Синицына, С. В. Некрасова. — Москва : ФГБУ ДПО «Учебно методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2021. — 224 с.

6. Боровикова, М.С. Управление перевозочным процессом на железнодорожном транспорте : учебник / М. С. Боровикова. — Москва : ФГБУ ДПО «Учебно методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2021. — 552 с.

7. Зоркова, Е.М. Организация пассажирских перевозок и обслуживание пассажиров (по видам транспорта) : учебник / Е. М. Зоркова. — Москва : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. — 188 с.

APPLICATION OF DIGITAL SYSTEMS IN PASSENGER TRANSPORTATION AND CALCULATION OF THE CUSTOMER ORIENTATION COEFFICIENT

Vidanov K. Y.¹

¹ Russian University of Transport.

Abstract: the presented article analyzes the features of the functioning of modern railway stations and focuses on the analysis of innovative approaches to increase the level of customer orientation and improve the service process in the field of passenger transportation. The author proposes the integration of digital technologies and analytical work with coefficients reflecting customer orientation to measure and compare it.

Keywords: customer orientation coefficient, railway station complex, digital systems, passenger transportation.

© Vidanov K. Y.

Received 18.04.2024, approved 10.05.2024, accepted for publication 10.05.2024.

For citation:

Vidanov K. Y. Application of digital systems in passenger transportation and calculation of the customer orientation coefficient. Logistics and Supply Chain Management. 2024. Vol 21, Iss 1 (110). pp. 26-35.

Vidanov K. Y., Postgraduate student of the Department of Transport Business Management and Intelligent Systems e-mail: a17788558@yandex.ru.

References

1. Pazoysky, Yu.O. Passenger transportation by rail (examples, tasks, models, methods, solutions): textbook / Yu. O. Pazoysky, V. G. Shubko, S. P. Vakulenko. — Moscow: FGBOU «Educational and methodological Center for education in railway transport», 2016. — 364 p.
2. Potekhina, A.M. Assessment of the impact of the internal environment of railway organizations on the implementation of a customer-oriented strategy: PhD in Economics: 08.00.05., 2015. — 186 p.
3. Bychkova, A. A. Methods of increasing the level of service at railway stations: abstract. disser. Candidate of Technical Sciences: 05.22.08 / A. A. Bychkova. — M, 2013. — 24 p.
4. Macheret, D.A. Organization of entrepreneurial activity : a textbook / D. A. Macheret, A. A. Macheret, A. Yu. Ledney, I. A. Chernihiv. — Moscow : UMTS ZhDT, 2023. — 256 p.
5. Sinitsyna, A.S. Digital transformation and logistics engineering in transport : a textbook / A. S. Sinitsyna, S. V. Nekrasova. — Moscow : FGBI DPO «Educational and methodological Center for education in railway transport», 2021. — 224 p.
6. Borovikova, M.S. Management of the transportation process in railway transport : textbook / M. S. Borovikova. — Moscow : FGBI DPO «Educational and methodological Center for education in railway transport», 2021. — 552 p.
7. Zorkova, E.M. Organization of passenger transportation and passenger service (by type of transport) : textbook / E. M. Zorkova. — Moscow : FGBI DPO «Educational and Methodological Center for education in railway transport», 2018. — 188 p.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМФОРТНОСТИ ПЕРЕВОЗОК

Лызлов С.С.¹, Уваров С.С.¹, Катина М.В.¹, Орлова Д.И.²

¹ Российский университет транспорта

² Акционерное общество «Компас»

Аннотация: в статье проведена формализация процесса движения кабины лифта для частного случая в здании с одним лифтом, которая может быть использована при создании алгоритмов управления группой лифтов для высотных зданий. Разработана математическая модель, приведены результаты расчетов и имитационного моделирования времени ожидания кабины лифта. Получены вероятностные характеристики, позволяющие оценить степень комфортности обслуживания пассажиров.

Ключевые слова: системы вертикального транспорта, математическая модель движения кабины лифта, результаты имитационного моделирования, вероятностные характеристики.

© Лызлов С.С., Уваров С.С., Катина М.В., Орлова Д.И.

Поступила 21.04.2024, одобрена после рецензирования 15.05.2024, принята к публикации 15.05.2024.

Для цитирования:

Лызлов С.С., Уваров С.С., Катина М.В., Орлова Д.И. Математическая модель работы пассажирского лифта для определения показателей комфортности перевозок // Логистика и управление цепями поставок. - 2024. - Т. 21, №1 (110). - С. 36–51.

Лызлов С.С., к.т.н., доцент кафедры «Управление и защита информации» РУТ (МИИТ), postmain@mail.ru.

Уваров С.С., к.т.н., доцент кафедры «Управление и защита информации» РУТ (МИИТ), uvarovss@yandex.ru.

Катина М.В., старший преподаватель кафедры «Управление и защита информации» РУТ (МИИТ), fetida01@gmail.com.

Орлова Д.И., программист, акционерное общество «Компас», orlova.daria@mail.ru.

Введение

По данным¹, ежедневно в Москве системы вертикального транспорта перевозят около 15 миллионов человек. Кроме этого интенсивно идет программа реновации, при которой происходит снос малоэтажного жилого фонда и строительство домов высокой этажности с современными системами вертикального транспорта. Поэтому вопросы, связанные с совершенствованием систем вертикального транспорта являются актуальными.

Первой работой, посвященной аналитическому расчету времени ожидания городского транспорта, является многотомный труд А.Х. Зильберталя [1]. Дальнейшее развитие идей А.Х. Зильберталя отражены в ряде работ [2, 3, 4].

Данная статья посвящена вопросу создания математической модели движения кабины лифта, проведению расчетов и имитационному моделированию для определения времени ожидания кабины лифта. При решении поставленной задачи необходимо учитывать специфику работы вертикального транспорта, которая заключается в том, что городской пассажирский транспорт движется по расписанию, а лифты по вызовам.

Современные системы управления вертикальным транспортом являются двухуровневыми микропроцессорными системами. Центральный процессор находится в машинном отделении, а процессоры второго уровня управления расположены в кабинах лифтов. Для обмена информацией между этими процессорами организованы каналы связи. Такая структура системы управления позволяет реа-

лизовать сложные алгоритмы управления системой вертикального транспорта, обеспечивающие комфортность перевозок пассажиров.

Алгоритмы зависят от схем организации управления вертикальным транспортом. Для высотных зданий существуют следующие схемы:

- объединение лифтов в группы, каждая из которых обслуживает определенные этажи, при этом все лифты останавливаются на общем основном посадочном этаже.

- объединение лифтов в группы, каждая из которых обслуживает определенные этажи и имеет свой собственный посадочный (пересадочный) этаж, который соединяется с основным посадочным этажом посредством специальных скоростных лифтов.

Существует большое количество алгоритмов управления движением лифта или группы лифтов, каждый из которых обладает положительными и слабыми сторонами которые проявляются в разных условиях в зависимости от типа здания и пассажиропотока.

Прежде чем рассчитывать и моделировать работу группы лифтов с различными схемами организации вертикального транспорта рассмотрим работу одного лифта.

Формализация процесса движения кабины лифта.

Проведем формализацию процесса управления кабиной лифта, для 3-х этажного здания с одним лифтом. В этом случае схема организации вертикального транспорта можно представить ориентированным графом (рисунок 1).

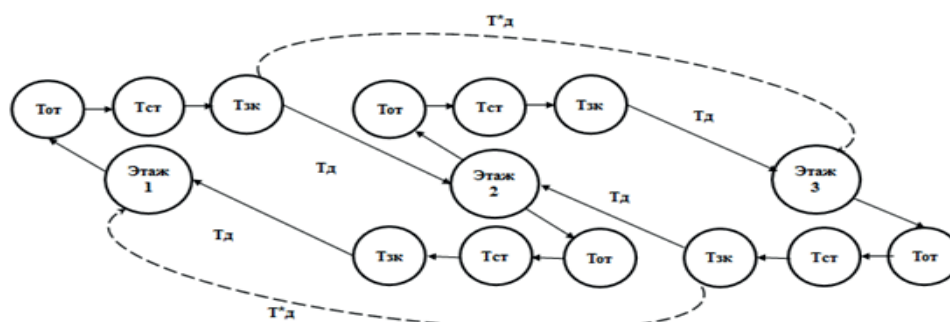


Рисунок 1. Схема организации вертикального транспорта трехэтажного здания

¹ Российская газета: [сайт] «Цифровизация сделает лифты более безопасными и комфортными» Спецвыпуск: События года №293(8347) – URL: <https://rg.ru/> . Текст: электронный.

Остановившись на первом этаже, кабина лифта выполняет следующие команды системы управления:

- открытие двери, время на выполнение этой команды - $T_{от}$;
- нормативное время стоянки на этаже с открытой дверью - $T_{ст}$;
- закрытие двери с временем выполнения этой команды – $T_{зк}$.

Далее кабина лифта начинает движение вверх до следующих этажей, до второго или до третьего или до второго и третьего. Ребра графа соответствуют времени движения между этажами T_d .

Кабина лифта может двигаться на третий этаж без остановки на втором, что отмечено пунктирной линией на рисунке 1, в этом случае $T^*_{д} > T_d$.

Время открытия $T_{от}$ и закрытия $T_{зк}$ двери кабины лифта рассматриваются как параметры, имеющие постоянные значения, определяемые настройками системы управления движением кабины лифта, в частном случае эти временные интервалы могут быть не равны между собой. Время движения кабины между соседними этажами T_d является параметром, имеющим постоянное значение, определяемое скоростью движения лифта и расстоянием между соседними этажами.

В модели рассмотрен односторонний собирательный алгоритм управления, при кото-

ром, двигаясь вверх, кабина лифта не останавливается на тех этажах, на которых нажата кнопка вызова. При движении вниз, кабина лифта останавливается на этажах с нажатой кнопкой вызова. При таком алгоритме на этажах одна кнопка вызова лифта, не несущая информации о желаемом направлении движения, вверх или вниз.

Вместимость кабины лифта и её грузоподъёмность в модели не учитываются.

В нормативных документах^{2,3}, используемых при проектировании систем вертикального транспорта, используются такие определения как:

Круговой рейс – путь, проходимый кабиной лифта, от основной посадочной площадки до возвращения на этот же этаж. Как правило, основной посадочной площадкой является первый этаж;

Время кругового рейса - время, затрачиваемое кабиной на совершение кругового рейса с учетом затрат времени, связанных с движением и остановками лифта, открыванием и закрыванием дверей, входом и выходом пассажиров;

Для разработки математической модели необходимо рассмотреть траекторию движения кабины лифта в зависимости от команд системы управления.



Рисунок 2. Зависимость скорости движения кабины лифта от команд системы управления

¹ ГОСТ 34758-2021. Лифты. Определение числа, параметров и размеров лифтов для зданий различного назначения: межгосударственный стандарт: издание официальное: утвержден Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 августа 2021 г. № 798-ст : введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 3031г. - Москва : Российский институт стандартизации 2021, - Текст : непосредственный.

² Пособие по проектированию общественных зданий и сооружений (с СНиП 2.08.02-85) / ЦНИИЭП учебных зданий. – М. Стройиздат, 1988. – 56 с.

Таким образом, система управления формирует следующие основные команды управления:

- 1) Открытие дверей –Тот.
- 2) Стоянка на этаже с открытой дверью – Тст.
- 3) Закрытие двери - Тзк.
- 4) В начале движения разгон с ускорением - Тд1.
- 5) Движение с постоянной скоростью – Тд2.
- 6) Торможение с прицельной остановкой на этаже – Тд3.

Если в кабине лифта есть две кнопки- задержки закрытия двери кабины лифта и ускоренного закрытия, то пассажиры могут влиять на время стоянки кабины лифта на этаже.

Общее время движения кабины лифта между соседними этажами с остановками

определяется как $T_d = T_{d1} + T_{d2} + T_{d3}$ однако, если остановок нет, то $T_d^* = T_{d1} + nT_{d2} + T_{d3}$, где n – количество этажей движения кабины без остановок 2,3,4...N, а N – общее количество этажей в здании.

Каждый круговой рейс состоит из различных маршрутов, каждый из которых формируется из приказов пассажиров, путем нажатия соответствующих кнопок в кабине лифта и вызовов, формируемых на лифтовых площадках. Каждый пассажир или группа пассажиров, формируют свой маршрут путем нажатия одной из нескольких кнопок в кабине лифта или кнопки на лифтовой площадке для спуска на первый этаж. В таблице 1 приведены возможные варианты маршрутов движения кабины лифта.

Таблица 1

Примеры вариантов маршрутов, которые могут быть в круговом рейсе движения кабины лифта

		Кнопки приказов в кабине лифта		Кнопки вызова на этажах		Кнопки приказов в кабине лифта		Кнопки вызова на этажах		Кнопки приказов в кабине лифта		Кнопки вызова на этажах	
		Вариант 1				Вариант 2				Вариант 3			
Номера этажей	N			N		N		N		N		N	
	N-1			N-1		N-1		N-1		N-1		N-1	
													
	3			3		3		3		3		3	
	2			2		2		2		2		2	
	1			1		1		1		1		1	

В первом варианте пассажирам с первого этаж необходимо подняться на N-1 и N этажи, пассажирам на N-1 и 3 этажах необходимо спуститься на первый этаж. При выполнении этого маршрута, при движении кабины лифта вверх, остановки на третьем этаже нет. Совершив остановку на N-1 этаже, пассажиры выходят из кабины, и кабина лифта поднимается на N этаж. Далее, двигаясь вниз, кабина лифта останавливается на N-1 этаже, затем останавливается на 3 этаже и продолжает движение вниз до первого этажа.

Во втором варианте пассажирам необходимо подняться на 3 и N-1 этажи, а пассажиру

на N этаже необходимо спуститься на первый этаж. Высадив пассажиров на N-1 этаже, пустая кабина лифта движется вверх к N этажу, пассажир на N этаже нажимает кнопку в лифте первого этажа и без остановок следует к первому этажу.

В третьем варианте пассажирам необходимо подняться на 3 и N-1 этажи, а пассажирам с N-1 и 2 этажей необходимо спуститься на первый этаж.

Рассмотрим сколько маршрутов, может входить в круговой рейс для трехэтажного здания. В этом случае в распоряжении пассажиров существует 4 кнопки. Две кнопки у пас-

сажиров в кабине лифта, желающих подняться на второй и (или) третьей этажи и две кнопки у пассажиров, вызывающих лифт с лифтовой площадки для того что бы спуститься на первый этаж. Следовательно, может быть сформирован четырехразрядный двоичный код, в котором два разряда отвечают за подъем пассажиров, а другие два разряда соответствуют спуску пассажиров на первый этаж. Из этого следует, что число возможных маршрутов в круговом рейсе будет равно $2^4 - 1 = 15$.

В таблице 2 приведены все возможные маршруты в круговом рейсе. В колонках X2 и X3 соответствуют кнопкам в кабине лифта для

того что бы подняться на второй и (или) третий этажи, а в колонках Y3 и Y2 соответствуют кнопкам на лифтовых площадках, что бы вызвать кабину лифта и спуститься с третьего и (или) второго этажей на первый этаж.

Пятнадцать маршрутов объединены в пять групп. В первой группе осуществляется только подъем пассажиров, а спуска пассажиров нет. Во второй группе осуществляется подъем пустой кабины лифта на соответствующий этаж, а затем спуск кабины с пассажирами на первый этаж. В других группах осуществляется как подъем пассажиров, так и их спуск.

Таблица 2

Маршруты, входящие в круговой рейс движения кабины лифта

Номер группы маршрутов	Номер маршрута	X2	X3	Y3	Y2
1	1	1	0	0	0
	2	0	1	0	0
	3	1	1	0	0
2	4	0	0	1	0
	5	0	0	0	1
	6	0	0	1	1
3	7	1	0	1	0
	8	1	0	0	1
	9	1	0	1	1
4	10	0	1	1	0
	11	0	1	0	1
	12	0	1	1	1
5	13	1	1	1	0
	14	1	1	0	1
	15	1	1	1	1

На рисунке 3 представлены временные диаграммы движения кабины лифта для всех возможных маршрутов, входящих в круговой рейс.

Маршрут 1 – подъем только на второй этаж. В этом случае количество команд управления равно 9. Три команды на каждую стоянку кабины лифта (открытие двери, стоянка с открытой дверью, закрытие двери). Три команды на процесс движения кабина лифта вверх (ускорение, движение с постоянной скоростью, торможение).

Маршрут 2 – подъем только на третий этаж. В этом случае количество команд управления равно 10, поскольку при подъеме нет остановки на втором этаже, а есть движение кабины лифта с постоянной скоростью между вторым и третьим этажами.

Необходимо отметить, что при имитационном моделировании маршруты 1, 2, и 3 не рассматриваются, поскольку они не обеспечивают завершение кругового рейса.

Маршруты 4, 5 и 6 соответствуют подъему пустой кабины лифта, и только спуск на

первый этаж. Поскольку лифт стоит на первом этаже с закрытой дверью, то команд отходящих к стоянке на первом этаже нет,

кабина лифта начинает движение вверх сразу после нажатия кнопки вызова на лифтовой площадке.

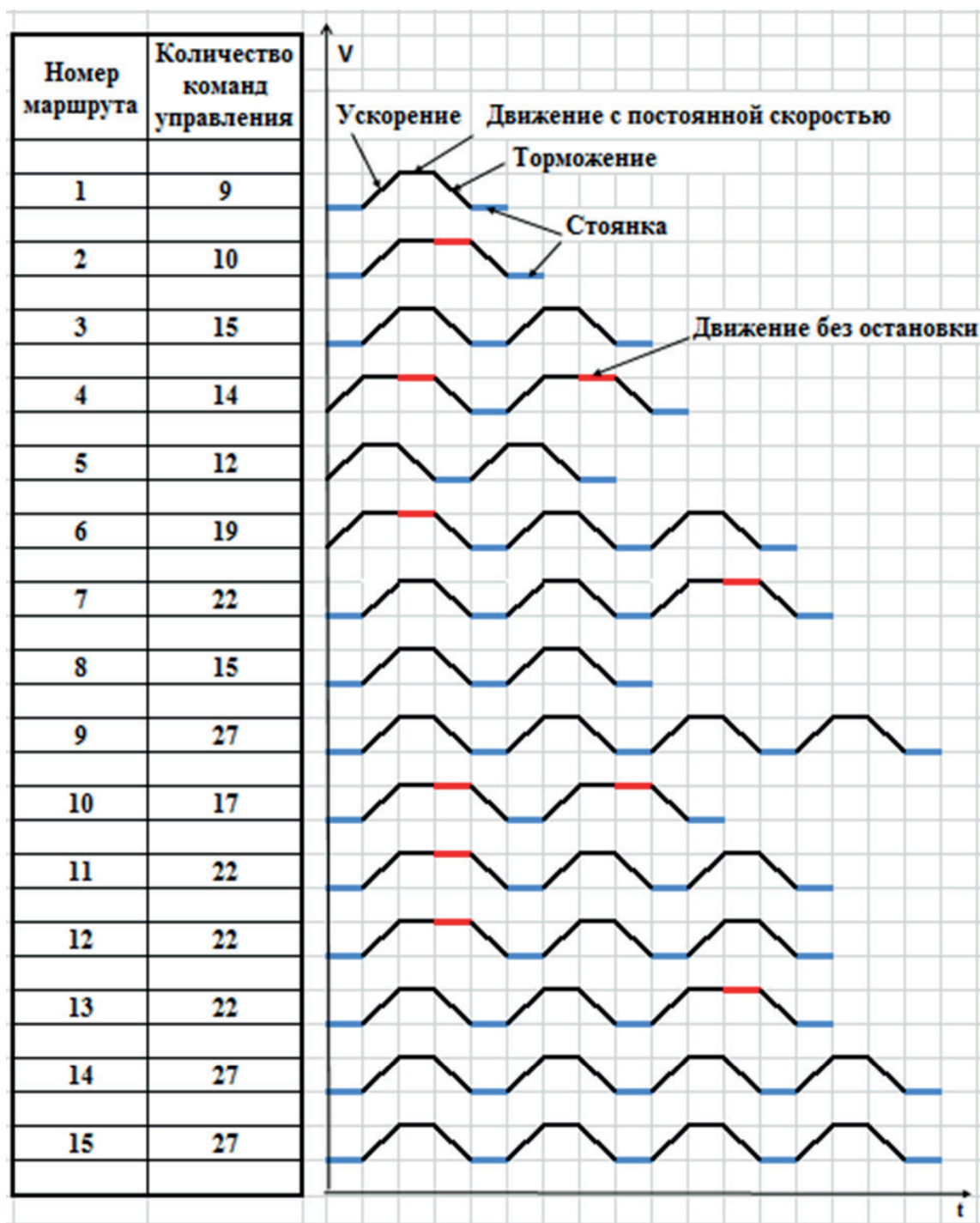


Рисунок 3. Временные диаграммы движения кабины лифта всех возможных маршрутов, входящих в круговой рейс

В таблице 3 приведены маршруты в соответствии с комбинациями приказных кнопок в кабине лифта и кнопок вызова на лифтовой площадке.

Маршруты 9, 14 и 15 содержат одинаковое наибольшее количество команд системы

управления, но они отличаются друг от друга по последовательности выполнения команд управления.

В маршруте 9 кабина лифта доставит пассажиров с первого этажа на второй, затем поднимется на третий этаж, заберет пассажиров

с третьего этажа, далее спустится на второй этаж, заберет пассажиров со второго этажа и спустит их на первый этаж.

На маршруте 14 кабина лифта доставит пассажиров с первого этажа на второй и тре-

тий этажи, затем пустая кабина спустится на второй этаж, заберет пассажиров со второго этажа и спустит их на первый этаж.

Таблица 3

Этажи подъема и спуска кабины лифта для соответствующих маршрутов

Номер маршрута	Этаж подъёма	Этаж спуска	Количество команд управления
1	2	нет	9
2	3	нет	10
3	2, 3	нет	15
4	нет	3	14
5	нет	2	12
6	нет	3, 2	19
7	2	3	22
8	2	2	15
9	2	3, 2	27
10	3	3	17
11	3	2	22
12	3	3,2	22
13	2, 3	3	22
14	2, 3	2	27
15	2, 3	3,2	27

Таблица 4

Группировка маршрутов по количеству команд управления в маршруте движения кабины лифта

Номер маршрута движения кабины лифта	Расчетная формула	Количество команд управления	Вероятность маршрута	Время маршрута сек.
1	2	3	4	5
5	$2T_{ост} + 2T_{д}$	12	0,083333333	40
4	$2T_{ост} + 2T_{д} + 2T_{д2}$	14	0,083333333	46
8	$3T_{ост} + 2T_{д}$	15	0,083333333	48
10	$3T_{ост} + 2T_{д} + 2T_{д2}$	17	0,083333333	60
6	$3T_{ост} + 3T_{д} + T_{д2}$	19	0,083333333	63
7, 11, 12, 13	$4T_{ост} + 3T_{д} + T_{д2}$	22	0,333333333	77
9, 14, 15	$5T_{ост} + 4T_{д}$	27	0,25	94

Во второй колонке таблицы 3 приведены формулы для расчета количества команд управления в маршруте, где $T_{ост} = T_{от} + T_{ст} + T_{зк}$ (рисунок 2) содержит три команды – открыть дверь, стоять с открытой дверью, закрыть дверь, $T_d = T_{d1} + T_{d2} + T_{d3}$ содержит три команды – движение с ускорением, движение с постоянной скоростью, торможение для остановки на этаже, T_{d2} – движение между этажами без остановок.

Для случая равновероятных комбинаций нажатых кнопок в кабине лифта и на площадках для вызова лифта, в колонке 4 таблицы 4 приведены вероятности маршрутов движения кабины лифта.

В колонке 5 таблицы 4 приведены результаты расчета времени выполнения каждого маршрута, на основании полученных данных в результате хронометража времени выполнения команд управления кабиной лифта, $T_{ост} = 14$ с., $T_{d1} = 1$ с., $T_{d2} = 3$ с., $T_{d3} = 2$ с.

Модель учитывает что, если в кабине лифта есть две кнопки, которые позволяют

пассажирам удлинять или укорачивать время стоянки за счет задержки закрытия дверей или преждевременного их закрытия.

Для проверки адекватности математической модели было проведено имитационное моделирование количества команд в маршрутах движения кабины лифта.

В начале цикла моделирования, случайным образом по равномерному закону формируется четырехразрядный двоичный код в соответствии с таблицей 2, далее вычисляется количество команд в маршруте по формулам колонки 2 таблицы 4. Объем выборки моделирования составил более двухсот тысяч циклов. Большее количество циклов не потребовалось, поскольку после первой сотни тысяч циклов адекватность математической модели была очевидна.

На рисунке 4 приведены результаты имитационного моделирования и результаты расчетов в соответствии с данными колонки 3 таблицы 4.

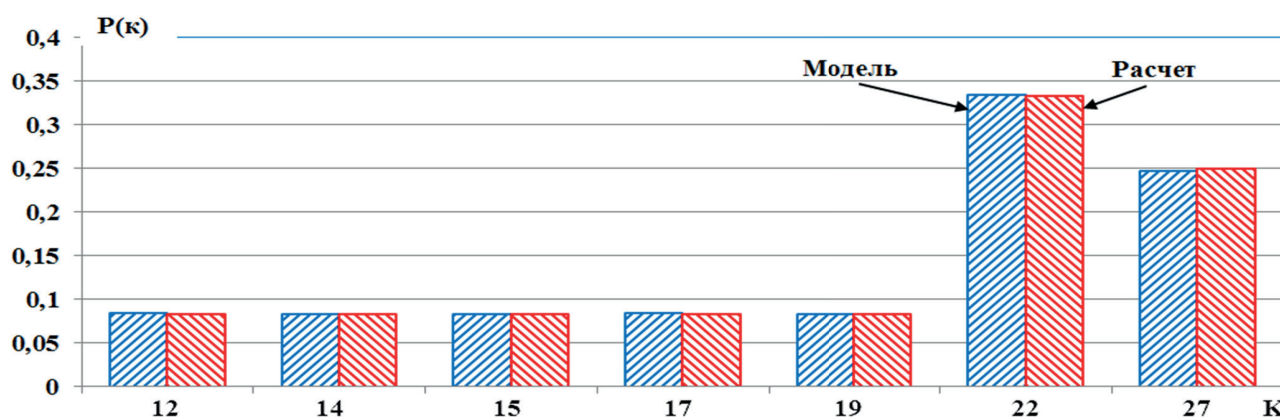


Рисунок 4 Результаты имитационного моделирования и расчетов количества команд управления движением кабины лифта в маршрутах, входящих в круговой рейс

Рисунок 4 соответствует многоугольникам распределения случайной дискретной величины K – количества команд управления движением кабиной лифта, полученных в результате расчетов и имитационного моделирования.

Одним из важных показателей комфортности перевозок пассажиров является время ожидания кабины лифта. Начальным условием для каждого цикла моделирования является то, что лифт стоит на первом этаже с закрытой дверью. В этом случае время ожидания

определяется как временной отрезок между моментом нажатия кнопки вызова лифта на первом этаже и моментом открытия двери кабины лифта.

Поскольку время выполнения предыдущего кругового рейса является случайной величиной и момент нажатия кнопки вызова лифта тоже случайная величина, распределенная по равномерному закону, то и время ожидания является случайной величиной. Эти случайные величины являются независимыми.

На рисунке 5 представлена диаграмма отрезков времени маршрутов, входящих в круговой рейс. Таких временных интервалов семь (таблица 4). Маршруты 9, 14 и 15 сгруппи-

рованы по количеству команд управления и вероятность появления любого маршрута из этой группы равна 0,333...

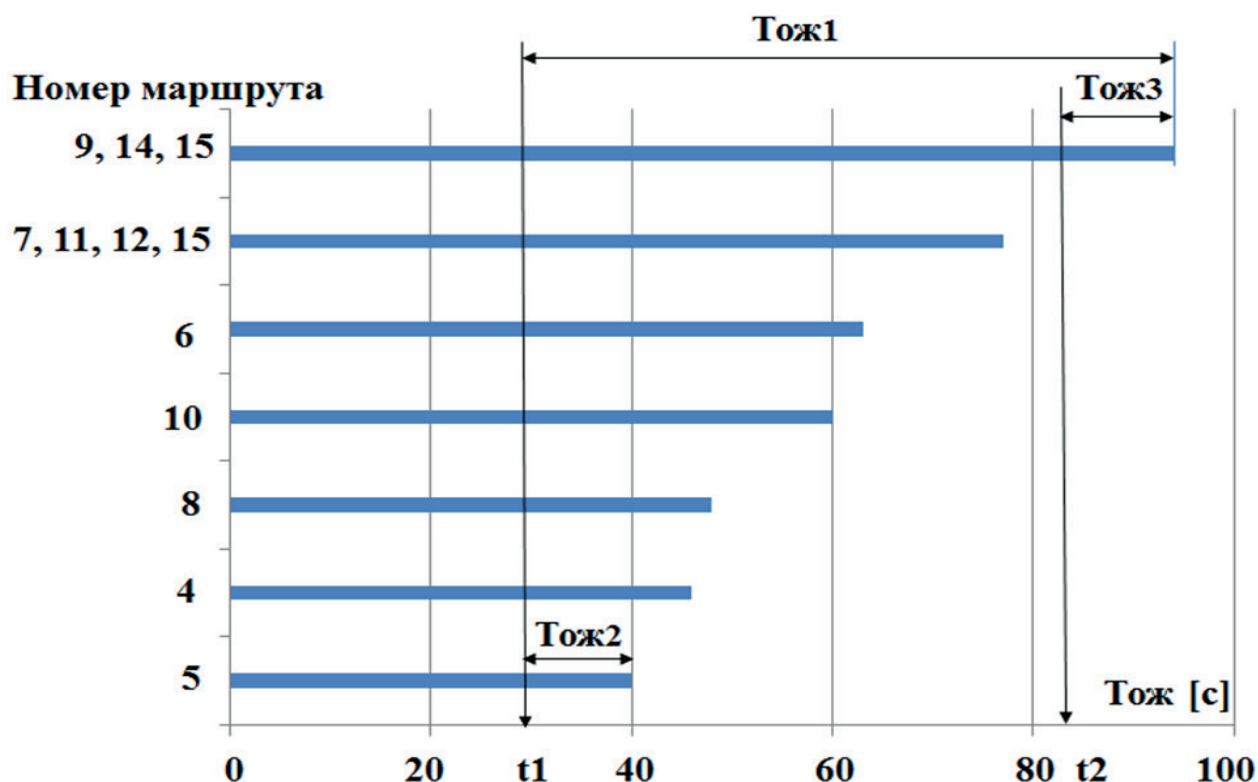


Рисунок 5. Временные интервалы для каждого маршрута движения кабины лифта

Аналогично, маршруты 7, 11, 12, 15 сгруппированы по количеству команд управления и вероятность появления любого маршрута из этой группы равна 0,25.

Вероятности появления в круговом рейсе остальных маршрутов передвижения кабины лифта равны между собой и в соответствии с таблицей 4 равны 0,0833...

Если пассажир появился на лестничной площадке первого этажа и в момент времени t_1 нажал кнопку вызова кабины лифта и выполняется один из трех маршрутов (9, 14 или 15),

то время ожидания будет равно $T_{ож1}$, а если выполняется маршрут номер 5, время ожидания будет равно $T_{ож2}$ причём $T_{ож1} > T_{ож2}$. Если пассажир нажал кнопку вызова кабины лифта в момент времени t_2 , время ожидания будет равно $T_{ож3}$. В общем случае могут быть справедливы любые соотношения между $T_{ож2}$ и $T_{ож3}$: $T_{ож2} = T_{ож3}$ или $T_{ож2} < T_{ож3}$ или $T_{ож2} > T_{ож3}$.

На рисунке 6 представлена упрощенная блок-схема алгоритма моделирования времени ожидания $T_{ож}$ кабины лифта.



Рисунок 6. Упрощенная блок-схема алгоритма имитационного моделирования

В блоке 2 осуществляется ввод исходных данных:

$N_{ц}$ – количество циклов моделирования;

$T_{от}$ – время открытия двери кабины лифта [с];

$T_{ст}$ – время стоянки кабины лифта с открытой дверью [с];

$T_{зк}$ – время закрытия двери кабины лифта [с];

$T_{д1}$ – время движения кабины лифта при разгоне [с];

$T_{д2}$ – время движения кабины лифта между этажами без остановки [с];

$T_{д3}$ – время движения кабины лифта при торможении и остановке на этаже [с];

В блоке 3 осуществляется подсчет количества циклов моделирования $N_{ц}$.

В блоке 4 формируется случайный маршрут следования кабины лифта, соответствующий нажатым приказным кнопкам в кабине лифта и кнопкам вызова на этажных лифтовых площадках.

В блоке 5 вычисляется время кругового рейса по формулам, приведенным в колонке 2 таблицы 4.

В блоке 6 формируется случайный момент времени вызова кабины лифта на первый этаж, распределенный равномерно на интервале, вычисленного в блоке 5 времени кругового рейса.

В блоке 7 вычисляется время ожидания кабины лифта $T_{ож}$ в соответствии с рисунком 5.

Далее, в блоке 8 осуществляется запись, полученного значений $T_{ож}$ в цикле моделирования, в массив данных.

Если не выполняется условие блок 9, число циклов моделирования меньше заданного, то осуществляется следующий цикл моделирования.

При выполнении условия блока 9 в блоке 10 проводится статистическая обработка результатов моделирования, в блоке 11 осуществляется вывод результатов.

Результаты моделирования для здания с 3 этажами приведены на рисунке 7.

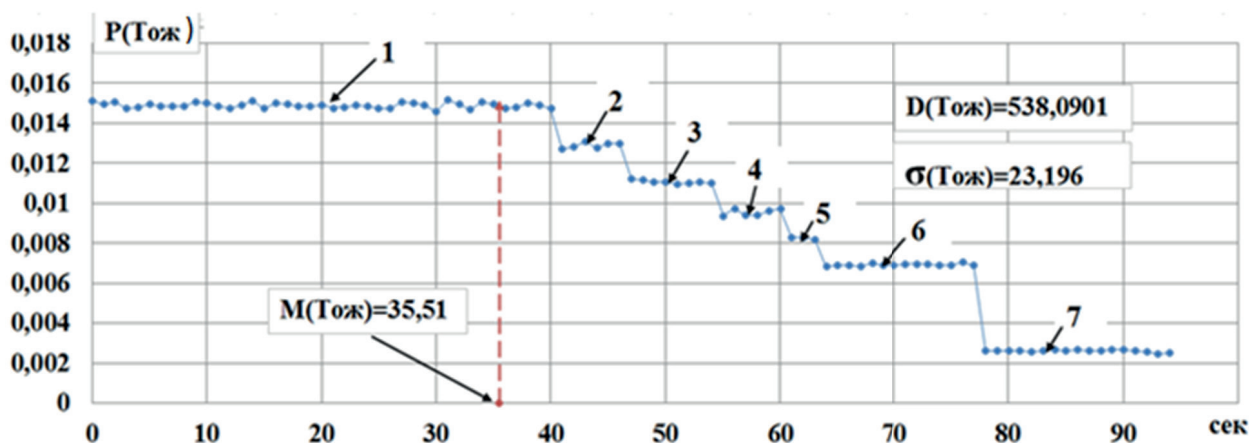


Рисунок 7. Многоугольник распределения вероятностей времени Тожд ожидания кабины лифта для здания с 3 этажом

Количество циклов имитационного моделирования составило $N_{\text{ц}}=1000000$. Математическое ожидание времени ожидания кабины лифта $M(\text{Тожд}) = 35,15 \dots \text{с.}$, дисперсия $D(\text{Тожд}) = 538,0901 \dots \text{с}^2$, среднее квадратическое отклонение $\sigma(\text{Тожд}) = 23,196 \dots \text{с.}$

Ступенчатый характер многоугольника распределения случайной величины и равномерность распределения на отдельных временных интервалах Тожд (рисунок 7) можно проиллюстрировать на примере, приведенном на рисунке 8.

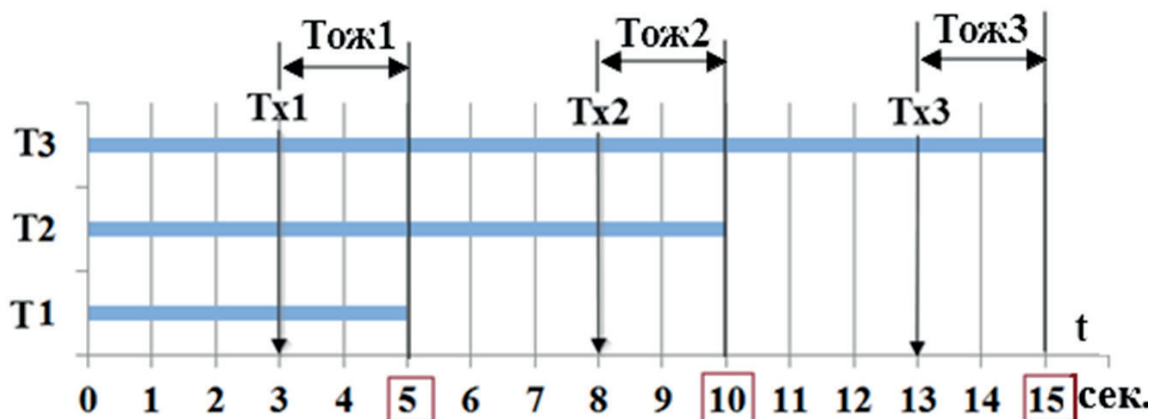


Рисунок 8. Диаграмма временных интервалов T1, T2, T3

Имеем три временных интервала: $T1=5 \text{ с.}$, $T2 = 10 \text{ с.}$, $T3 = 15 \text{ с.}$, появление которых распределено по равномерному закону с вероятностью равной $1/3$.

При появлении временного интервала $T1=5 \text{ с.}$ и случайной дискретной величины $Tx1$ (момент нажатия кнопки вызова на первом этаже), распределенной по равномерному закону в диапазоне от 0 с до 5 с (с дискретностью 1 с), если $Tx1=3 \text{ с.}$ то разность временных интервалов $\text{Тожд1}=T1-Tx1 = 5-3=2 \text{ с.}$, при $Tx1=5 \text{ с.}$ $\text{Тожд1}=0 \text{ с.}$, а при $Tx1=0 \text{ с.}$, $\text{Тожд}=5 \text{ с.}$

При сочетании временных интервалов $T2 = 10 \text{ с.}$ и $Tx2=8 \text{ с.}$ имеем $\text{Тожд2}=2 \text{ с.}$, если $Tx2=10 \text{ с.}$ то $\text{Тожд2}=0 \text{ с.}$, а при $Tx2=0 \text{ с.}$ $\text{Тожд2}=10 \text{ с.}$

Аналогично можно записать для случая появления временного интервала $T3=15 \text{ с.}$ при $Tx3=13 \text{ с.}$ $\text{Тожд3}=2 \text{ с.}$, если $Tx3=15 \text{ с.}$ то $\text{Тожд3}=0 \text{ с.}$, а при $Tx3=0 \text{ с.}$ $\text{Тожд3}=15 \text{ с.}$

Вычислим вероятности появления событий, при которых Тожд лежит в диапазоне значений от 0 с до 5 с, в диапазоне от 6 с до 10 с, и в диапазоне от 11 с до 15 с.

При появлении любого из трех временных интервалов имеем:

Тож = Тож1 или Тож2 или Тож3, где Тож1 – обусловлено появлению временного интервала Т1, Тож2 – временного интервала Т2, Тож3 – временного интервала Т3.

В приведенном примере вероятность появления Тож1 в диапазоне от 0 с до 5 с $P1(\text{Тож1})=1/6$. Аналогично можно записать $P2(\text{Тож2}) = 1/11$, $P3(\text{Тож3}) = 1/16$. Так как вероятность появления любого из трех временных интервалов равна $1/3$, вероятность того, что Тож будет лежать в диапазоне от 0 с до 5 с будет равна $P0,5(\text{Тож}) = (1/6+1/11+1/16)/3 = 0,106691919...$

Аналогично можно рассчитать вероятность Тож, в диапазоне значений от 6 с до 10 с $P6,10(\text{Тож}) = (1/11+1/16)/3 = 0,05113636363...$

Для Тож, в диапазоне от 11 с до 15 с имеем $P11,15(\text{Тож}) = (1/16)/3 = 0,02083333...$

Математическое ожиданий $M(\text{Тож})=5$ с, дисперсия $D(\text{Тож})=15,55... \text{ с}^2$, среднее квадратическое отклонение $\sigma(\text{Тож})=3,944... \text{ с}$.

На рисунке 9 приведены многоугольник распределения и функция распределения вероятностей случайной дискретной величины Тож.

Полученные результаты согласуются с теорий вероятностей – сумма разностей двух независимых дискретных случайных величин, распределенных по равномерному закону, распределена по равномерному закону.

Количество ступенек равно количеству временных интервалов, а их ширина и высота зависят от соотношений между временными интервалами.

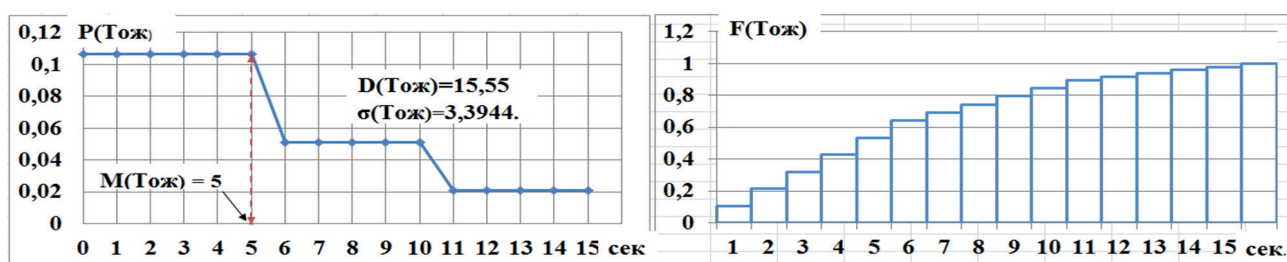


Рисунок 9. Многоугольник распределения вероятностей случайной дискретной величины Тож и её функция распределения

В приведенном выше примере имеем три ступеньки, верхняя ступенька имеет ширину 5 с, поскольку она включает значение Тож=0, а ширина других ступенек равна 4 с.

Аналогично были проведены расчеты и имитационное моделирование для зданий с 4, 5... этажами, однако надо учитывать, что с появлением еще одного очередного этажа здания размерность задачи увеличивается в геометрической прогрессии. Общая формула для расчета возможных сочетаний двоичного кода

(таблица 2), сформированного в результате нажатия кнопок приказа в кабине лифта и кнопок вызова на этажах, выглядит следующим образом: $C=4(n-1)$, где n – этажность здания. Для здания с 3 этажами $C3= 16$, для здания с 4 этажами $C4= 64$, для здания с 5 этажами $C5= 256$.

На рисунках 10 и 11 приведены результаты моделирования для здания с 4 и 5 этажами.

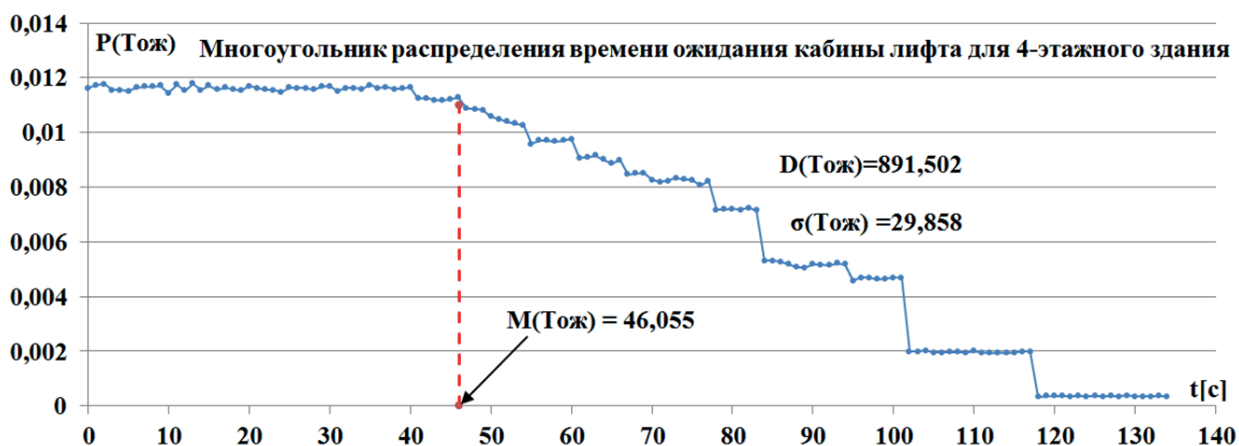


Рисунок 10. Многоугольник распределения Тожд кабины лифта для здания с 4 этажами.

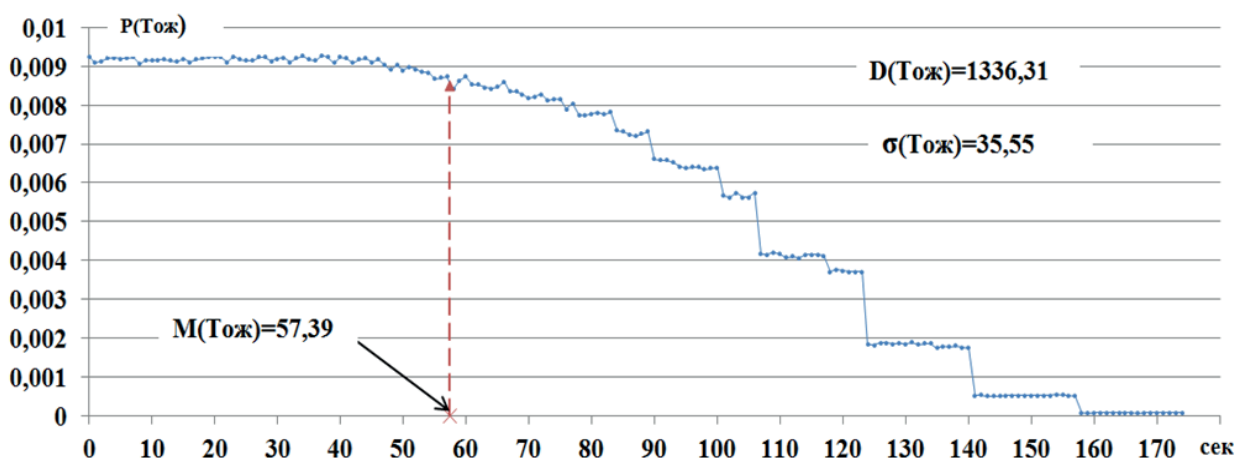


Рисунок 11. Многоугольник распределения Тожд кабины лифта для здания с 5 этажами

Заключение

Математическая модель работы лифта адекватно описывает процесс управления кабиной лифта. Адекватность математической модели проверена сопоставлением результатов расчета и имитационного моделирования.

Для многоэтажных жилых зданий с интенсивным пассажиропотоком управление движением кабины лифта осуществляется интеллектуальными микропроцессорными системами управления, число и параметры лифтов определяются методами математического моделирования.

Приведённая математическая модель может входить в состав математической модели комплексной системы управления группой лифтов высотных зданий.

С увеличением этажности здания математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение времени ожидания кабины лифта увеличиваются линейно.

Размерности задачи от количества этажей в здании возрастает по закону геометрической прогрессии.

Многоугольник распределения вероятностей времени ожидания $P(T_{ож})$ носит ступенчатый характер и содержит временные интервалы, на которых распределение вероятностей $T(ож)$ подчиненны равномерному закону, что согласуется с теорией вероятностей.

Список источников

1. Зильберталь, А.Х. Трамвайное хозяйство (руководство для работников трамвая и учащихся). Ч.1.- М. – Л.: Гострансиздат, 1932. - с. 304 – Текст: непосредственный.
2. Блинкин М.Я. Модифицированная схема Зильберталя: анализ обобщение применение / М.Я. Блинкин, Г.А. Гуревич // Совершенствование перевозок пассажиров автомобильным транспортом: сб. тр. НИИАТ. – 1981. - №.5. – С. 16-32.
3. Оценка времени ожидания при различных способах организации движения транспортных средств на маршруте/ П.Ф. Горбачев, О.В. Макаричев, В.М. Чижик – Текст : непосредственный // Автомобильный транспорт, - 2013. вып. 33 – С. 82-86.
4. «Актуальные направления научных исследований XXI века: Теория и практика»: Сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции 2014 г. № 4 часть 1 (9-1) / Чижик В. М. Расчет времени ожидания пассажиров при неравномерной динамике движения городского транспорта.

MATHEMATICAL MODEL OF PASSENGER ELEVATOR OPERATION TO DETERMINE TRANSPORTATION COMFORT INDICATORS

Lyzlov S.S.¹, Uvarov S.S.¹, Katina M.V.¹, Orlova D.I.²

¹ Russian University of Transport.

² Joint Stock Company «Compass»

Abstract: the article formalizes the process of movement of an elevator car for a particular case in a building with one elevator, which can be used to create algorithms for controlling a group of elevators for high-rise buildings. A mathematical model has been developed, and the results of calculations and simulation modeling of elevator car waiting time are presented. Probabilistic characteristics have been obtained to assess the degree of comfort of passenger service.

Keywords: vertical transport systems, mathematical model of elevator car movement, simulation results, probabilistic characteristics.

© Lyzlov S.S., Uvarov S.S., Katina M.V., Orlova D.I.

Received 21.04.2024, approved 15.05.2024, accepted for publication 15.05.2024.

For citation:

Lyzlov S.S., Uvarov S.S., Katina M.V., Orlova D.I. Mathematical model of passenger elevator operation to determine transportation comfort indicators. Logistics and Supply Chain Management. 2024. Vol 21, Iss 1 (110). pp. 36-51.

Lyzlov S.S., Ph.D., Associate Professor of the Department of Management and Information Security, RUT (MIIT), postmain@mail.ru.

Uvarov S.S., Ph.D., Associate Professor of the Department of Information Management and Security, RUT (MIIT), uvarovss@yandex.ru.

Katina M.V., senior lecturer at the Department of Information Management and Security, RUT (MIIT), fetida01@gmail.com.

Orlova D.I., programmer, joint-stock company “Compass”, orlova.daria@mail.ru.

References

1. Zilbertal, A.Kh. Tram management (a guide for tram workers and students). Part 1. - M. - L.: Gotransizdat, 1932. - p. 304 – Text: direct.
2. Blinkin M.Ya. Modified Silbertal scheme: analysis, generalization, application / M.Ya. Blinkin, G.A. Gurevich // Improving the transportation of passengers by road: collection of articles. tr. NIIAT. – 1981. - No.5. – P. 16-32.
3. Estimation of waiting time for various methods of organizing the movement of vehicles on the route / P.F. Gorbachev, O.V. Makarichev, V.M. Chizhik – Text: direct // Automobile transport, - 2013. issue. 33 – pp. 82-86.
4. “Current directions of scientific research of the XXI century: Theory and practice”: Collection of scientific papers based on the materials of the international correspondence scientific and practical conference 2014 No. 4 part 1 (9-1) / Chizhik V. M. Calculation of the waiting time of passengers with uneven dynamics of urban transport.

МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ИНТЕРМОДАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ

Лондарь В.А., Лахметкина Н.Ю.¹

¹ Российский университет транспорта

Аннотация: в настоящее время индустрия контейнерных перевозок активно развивается благодаря внедрению новых технологий и современных информационных систем. Они позволяют оптимизировать процессы управления цепочками поставок и автоматизировать транспортно-логистические процессы, что в свою очередь повышает эффективность управления. При этом, одной из важных задач при планировании интермодальной перевозки является выбор оптимального маршрута, что напрямую влияет на стоимость и скорость доставки груза. Для ее решения необходимо разработать инструмент, с помощью которого будет возможно оперативно анализировать все сценарии перевозки, выбирать оптимальный маршрут и предлагать его клиенту. В статье рассматриваются существующие методы машинного обучения, применяемые для оптимизации маршрута транспортных средств. Основная цель данной статьи заключается в исследовании разработанных решений для их дальнейшего применения в транспортно-логистических процессах. Внедрение изученных инструментов поможет участникам транспортно-логистического рынка эффективно сопоставлять инфраструктурные возможности с возникающим спросом на перевозки.

Ключевые слова: интермодальные перевозки, модели принятия решений, машинное обучение, искусственный интеллект, логистика.

© Лондарь В.А., Лахметкина Н.Ю.

Поступила 25.05.2024, одобрена после рецензирования 18.06.2024, принята к публикации 18.06.2024.

Для цитирования:

Лондарь В.А., Лахметкина Н.Ю. Модели принятия решений с применением инструментов искусственного интеллекта при планировании интермодальных маршрутов // Логистика и управление цепями поставок. - 2024. - Т. 21, №1 (110). - С. 52–61.

Лондарь В.А., аспирант, 751men@gmail.com, Российский университет транспорта (МИИТ), Москва, Россия;

Лахметкина Н.Ю., к.т.н., доцент, naturla@mail.ru, Российский университет транспорта (МИИТ), Москва, Россия, AuthorID: 528739.

Введение

Последние достижения в области информационных технологий и логистических систем привели к значительному увеличению числа транспортно-логистических компаний. Поскольку рынок становится более конкурентным из-за глобализации, быстрого технологического прогресса, короткого жизненного цикла продукции и высоких ожиданий клиентов, компаниям необходимо своевременно предоставлять высококачественную инновационную продукцию по доступным ценам. По мере усложнения сетей поставок увеличивается количество производимых и подлежащих транспортировке грузов, а также количество маршрутов доставки и способов транспортировки. Учитывая такую сложность логистических операций и текущий уровень развития информационных технологий, необходима разработка современных моделей принятия решений, основанных на технологии искусственного интеллекта, в том числе машинного обучения, которые помогут компаниям разумно использовать ресурсы, чтобы оперативно реагировать на спрос клиентов.

В связи с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»¹, особое значение приобретает

повышение эффективности транспортной логистики, что требует применения передовых технологий и инновационных подходов. В этом контексте, анализ возможностей использования искусственного интеллекта для оптимизации маршрутов представляется актуальной задачей.

Для успешного внедрения машинного обучения в сферу интермодальных перевозок требуется активное участие всех заинтересованных сторон, включая грузоотправителей, перевозчиков, операторов терминалов и государственных органов. Необходимо создать единую базу знаний, которая будет содержать информацию о текущих маршрутах, условиях перевозок, требованиях к грузам и других параметрах. Это позволит алгоритмам программы более точно прогнозировать спрос на перевозки, оптимизировать маршруты и принимать решения в режиме реального времени. Таким образом, совместная работа всех участников транспортного процесса является ключевым фактором для успешного внедрения технологий машинного обучения в сферу интермодальных перевозок.

В следующем разделе будут изучены существующие подходы к анализу данных, основанные на применении методов машинного обучения.

Обзор существующих методов анализа данных с использованием машинного обучения

В современном мире данные играют ключевую роль во всех сферах деятельности человека. Объемы информации растут с каждым днем, и для эффективной работы с ними используются различные методы анализа данных. Одним из наиболее перспективных направлений является машинное обучение.

Машинное обучение – это область искусственного интеллекта, которая занимается созданием алгоритмов, способных обучаться на основе данных и делать прогнозы. Такие алгоритмы могут автоматически выявлять закономерности в больших объемах данных, что

позволяет использовать их для решения широкого спектра задач.

Существует множество методов машинного обучения, каждый из которых имеет свои особенности и применяется в зависимости от конкретной задачи². Некоторые из них основаны на статистике, другие используют нейронные сети или комбинации различных подходов.

В данном разделе рассмотрены 5 основных методов машинного обучения, их преимущества и недостатки, а также примеры ис-

¹ Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»

² Сорокин Денис Методы машинного обучения: [Электронный ресурс] // itglobal URL: <https://itglobal.com/ru-ru/company/blog/metody-mashinnogo-obucheniya/>. (Дата обращения: 10.05.2024).

пользования каждого метода в транспортной логистике.

1. Классификация — это метод машинного обучения, который используется для определения категории объекта на основе его характеристик. В транспортной логистике этот метод может использоваться для определения типа груза или вида транспорта.

Рассмотрим использование классификации. Компания занимается доставкой грузов и хочет оптимизировать процесс выбора транспорта для каждой партии товара. Для этого она собирает данные о предыдущих перевозках (например, вес груза, объем, расстояние до пункта назначения), а затем использует метод классификации для определения наиболее подходящего вида транспорта для каждой партии товара. В этом случае, классификатор будет обучаться на основе данных о выполненных перевозках и выявлять закономерности между характеристиками груза и выбранным видом транспорта. После обучения классификатор сможет автоматически определять наиболее подходящий вид транспорта для новых партий товара, что позволит компании значительно сократить время на принятие решений и повысить эффективность работы.

2. Регрессия — это метод машинного обучения, который используется для предсказания непрерывных значений на основе входных данных. В транспортной логистике регрессия может использоваться для прогнозирования условий перевозки на основе данных о характеристиках подвижного состава, пути следования и количестве груза.

Примером использования регрессии может служить прогнозирование времени доставки груза. Для этого можно использовать такие входные данные, как расстояние перевозки, тип груза, условия транспортировки, тип подвижного состава, количество перегрузок в пути следования и другие. Еще одним примером использования метода регрессии может быть прогнозирование стоимости перевозки. Здесь также можно использовать различные входные данные, такие как расстояние до пункта назначения, тип груза, объем груза, вид транспорта, стоимость тарифа за перевоз-

ку, стоимость погрузо-разгрузочных операций и другие.

Важно отметить, что точность прогнозов зависит от качества входных данных и правильности выбора модели регрессии. Поэтому перед использованием метода важно провести тщательный анализ.

3. Кластеризация — это метод машинного обучения, который используется для группировки объектов в наборы, называемые кластерами, на основе их сходства или близости. В транспортной логистике кластеризация может использоваться для группировки клиентов или грузов по регионам или типам.

Предположим, у нас есть список клиентов, которым нужно доставить товары. Каждый клиент имеет свои координаты (географическое положение). Используя метод кластеризации, мы можем разделить всех клиентов на группы (кластеры), основываясь на их географическом положении. Затем мы можем определить оптимальный маршрут для каждого кластера, чтобы минимизировать затраты на транспортировку.

Для этого мы можем использовать различные алгоритмы кластеризации, такие как K-средних, DBSCAN или HDBSCAN. Эти алгоритмы позволяют нам определить количество кластеров (K) и критерии принадлежности объекта к определенному кластеру.

4. Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning, RL) — это метод машинного обучения, который используется для обучения агентов, основанный на принципах поведения живых организмов. В этом методе агент взаимодействует со средой, получает награду или штраф за свои действия и пытается максимизировать общую сумму награды. В транспортной логистике RL может быть использован для решения различных задач, таких как оптимизация маршрутов доставки, управление парком транспортных средств и планирование ресурсов.

Например, транспортная компания хочет оптимизировать маршруты доставки грузов. Она использует обучение с подкреплением для создания агента, который может учиться на основе предыдущего опыта. Агент принимает решения о том, какой маршрут выбрать,

основываясь на таких факторах, как время, стоимость и безопасность. Это позволит компании снизить затраты и повысить качество предоставляемых услуг.

5. Глубокое обучение (Deep Learning) — это метод машинного обучения, который использует нейронные сети для обработки больших объемов данных и обучения сложных моделей. В отличие от традиционных методов машинного обучения, где используются линейные модели, глубокое обучение использует многослойные нейронные сети, способные обрабатывать большие объемы данных и обнаруживать сложные закономерности.

В транспортной логистике глубокое обучение может быть использовано для решения различных задач, таких как прогнозирование спроса на товары, оптимизация маршрутов

доставки, распознавание образов (например, распознавание номерных знаков автомобилей на парковках), анализ данных с датчиков (например, мониторинг состояния транспортных средств) и многое другое.

Предположим, есть большой объем данных о прошлых заказах и их статусах. Необходимо предсказать вероятность успешной доставки товара в определенном регионе. Для этого можно использовать модель глубокого обучения, которая будет анализировать данные и предсказывать вероятность успеха доставки на основе различных факторов, таких как погода, дорожные условия, время года и т.д. Эта информация может быть использована для оптимизации маршрутов доставки и повышения эффективности работы логистических компаний.

Таблица 1

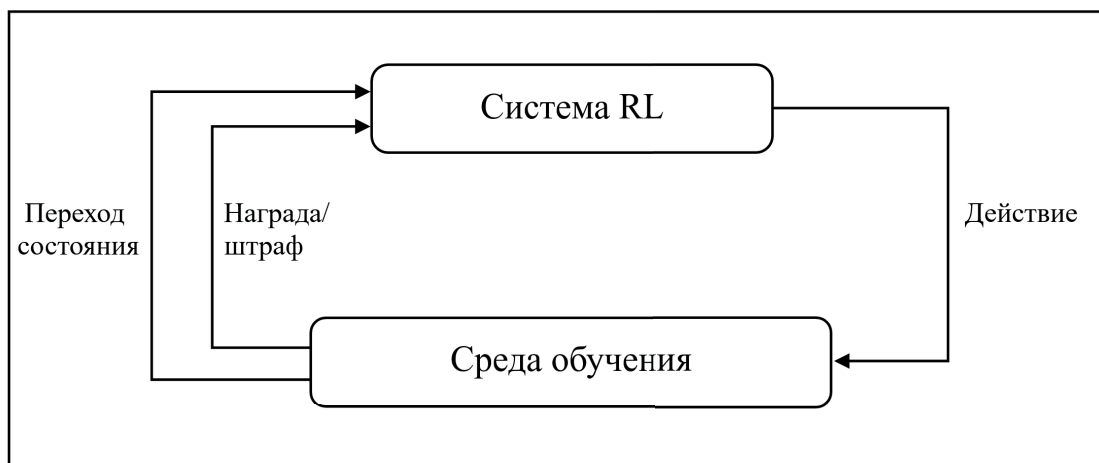
Методы анализа данных

Метод	Пример использования
Классификация	Автоматическое определение оптимального вида транспорта для новых партий товара.
Регрессия	Прогнозирование времени доставки груза и стоимости перевозки.
Кластеризация	Определение оптимального маршрута доставки груза путем объединения клиентов в кластеры (группы).
Обучение с подкреплением	Определение оптимального маршрута доставки груза путем обучения искусственного агента, который принимает решения на основе собственного опыта. Агент прогнозирует маршрут учитывая такие факторы как: безопасность, время доставки, стоимость перевозки.
Глубокое обучение	Определение оптимального маршрута доставки груза на основе данных о текущем состоянии транспортной системы. Сортировка грузов на складе.

Метод обучения с подкреплением (RL) является более предпочтительным, так как он позволяет агенту обучаться в процессе взаимодействия со средой, что особенно полезно в ситуации, при которой условия и требования к перевозкам динамически изменяются. Он позволяет агенту самостоятельно принимать решения и корректировать свое поведение на

основе полученных результатов, что делает его очень эффективным инструментом.

В процессе обучения агент самостоятельно определяет наиболее эффективные действия для достижения максимального вознаграждения. Для этого он запоминает ранее изученные действия, чтобы использовать их в будущем. Общая схема обучения с подкреплением представлена на рисунке 1.

Рисунок 1. Схема обучения с подкреплением³

Основная цель метода обучения с подкреплением заключается в решении марковского процесса принятия решений, где вознаграждение изначально неизвестно. Марковский процесс принятия решений (Markov decision process, MDP) — это математическая модель дискретно-временной динамической системы, которая используется для моделирования принятия решений в контексте частично вывода, а также частично вывода, контролируемого лицом, принимающим решение. Компонентами MDP являются: состояние системы в мо-

мент времени t (S_t), действие, предпринятое в момент времени t (A_t), и вознаграждение в момент времени t (R_t).

Далее в статье рассматриваются методы обучения с подкреплением (RL) и различные их комбинации с глубоким обучением (DL). Данные методы уже успешно применяются для решения задачи оптимизации маршрута транспортного средства [3], из чего следует, что можно рассмотреть их интеграцию в транспортную логистику для создания собственной модели принятия решений.

Обзор методов решения задачи оптимизации маршрута транспортного средства с помощью машинного обучения

Задача оптимизации маршрута транспортного средства (Vehicle Routing Problem, VRP) десятилетиями изучается в прикладной математике и информатике. Она представляет собой сложный вычислительный процесс, и для ее решения были предложены различные точные и эвристические алгоритмы. Однако достижение быстрых и надежных решений остается актуальной проблемой. В базовой форме VRP одно транспортное средство осуществляет доставку товаров в несколько пунктов назначения, при исчерпании товаров транспортное средство возвращается на склад. Основная цель заключается в оптимизации маршрутов, которые начинаются и заканчиваются в определенном узле, известном как депо, с целью максимизации потенциального вознаграждения, которое обычно представляет собой от-

рицательную величину, отражающую общий пробег транспортного средства или среднее время обслуживания.

Перспектива открытия новых алгоритмов без необходимости проведения специфических рассуждений делает нейронные сети и обучение с подкреплением привлекательными методами, которые могут стать значимым шагом на пути к решению данных задач.

На основе уже проведенных исследований Налеп Дж. [5] представил обзор подходов к решению VRP основанных на данных систем умной доставки. Все методы он разделил на три группы:

- использование машинного обучения для решения VRP путем настройки гиперпараметров существующих алгоритмов;

³ Сименс Эдуард Обобщенная схема обучения с подкреплением: [Электронный ресурс] // ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/figure/Generalized-Reinforcement-Learning-scheme-15_fig3_329510901. (Дата обращения: 11.05.2024).

- гибридные алгоритмы, использующие машинное обучение для решения VRP;
- использование алгоритмических методов машинного обучения на основе данных для решения VRP.

Кроме того, в своей работе Налеп Дж. дает краткий обзор применений этих алгоритмов.

В работе Мохаммадреза Назари и его коллег [4] предложена сквозная структура, которая включает обучение единой эвристической модели для решения широкого спектра задач идентичного размера. Авторы внесли дополнительный уровень управления в механизм кодирования/декодирования, что способствовало оптимизации логики с использованием RL. Предложенная модель, основанная на RL, не требует вычисления матрицы расстояний и не нуждается в повторном обучении для новых событий, если задачи генерируются на основе обучающего распределения. Это повышает её практическую ценность и масштабируемость при увеличении объема задачи, сохраняя при этом высокую производительность и конкурентоспособность.

Кул, Ван Хуф и Веллинг [6] предложили использовать мощную модель, основанную на внимании и обучить ее с помощью подкрепления (RL) на основе простой, но эффективной базовой программы «жадного» внедрения. Цель метода заключается в использовании гибкого подхода к решению множества не масштабных задач маршрутизации с помощью одного набора гиперпараметров.

Хао совместно с соавторами [7] предложили подход «учись улучшать», который совершенствует решения путем обучения с помощью оператора улучшения, выбранного контроллером на базе RL. Оператор улучшения выбирается из пула мощных операторов, специфичных для RL. Они использовали те же настройки, что и Кул в [6] и сравнили полученные результаты, с целью минимизировать стоимость плана маршрутизации, не нарушая при этом ограничений по пропускной способности транспортного средства.

Ю Дж. Дж. в своей работе [8] преобразовал VRP в задачу создания автомобильных туров и предложил сеть указателей (pointer

network, PN) со встроенным структурированным графом с помощью инструмента Structure2Vec для разработки распределительной системы решения автономных VRP в режиме онлайн, называемой зеленой логистической системой. В тестовом исследовании были использованы данные о транспортной сети и дорожном движении в Кельне, Германия. Картографические данные для города были взяты из OpenStreetMap, а скорость движения на каждой дороге в сети. В качестве примера были использованы характеристики запаса хода электромобилей Tesla Model S, X и Nissan Leaf. При автономном обучении затрачивалось минимальное время на вычисления, что делало стратегию исследования перспективной для онлайн решения VRP. Однако из-за сложности создания контролируемого обучающего набора данных для нейронных сетей был разработан альтернативный метод в виде использования глубокого обучения с подкреплением (Deep reinforcement learning, DRL) для точной настройки параметров модели нейронной сети. Данный подход продемонстрировал выдающиеся возможности предложенной стратегии по сравнению с традиционными методами, основанными на математическом программировании.

В работе [9] Чжао Дж. и его коллеги представили модель глубокого обучения с подкреплением (DRL), которая основана на концепции «актера», использующего механизм внимания для создания стратегий маршрутизации и адаптивной критики, отвечающий за изменение структуры сети и работу с симулятором маршрутизации. Эта модель DRL была объединена с локальным поиском для улучшения качества предлагаемых решений. Эффективность этой модели была проверена на трех различных наборах данных, содержащих 20, 50 и 100 клиентских местоположений соответственно. Применение комбинированного подхода, включающего модель глубокого обучения с алгоритмами локального поиска, обеспечило получение высококачественных решений при сокращении времени генерации. Полученные результаты подтвердили высокую эффективность DRL подхода по сравне-

нию с традиционными алгоритмами построения и другими методами DRL.

В представленном обзоре были рассмотрены особенности разных подходов к решению

задачи оптимизации маршрута транспортного средства. В таблице 2 представлены основные из описанных методов оптимизации.

Таблица 2

Основные методы оптимизации маршрута транспортного средства

Способ обучения	Нововведение	Авторы
Обучение с подкреплением (RL)	Дополнительный уровень управления. Предложенная модель не нуждается в переобучении для новых событий, если задачи генерируются на основе обучающего распределения.	М.Назари, Ороджлой А., Снайдер Л., Такач М.
Обучение с подкреплением (RL)	Модель, основанная на уровнях внимания, вместо сети указателей, обученная с помощью простой базовой линии и программы «жадного» внедрения.	Кул В., Ван Х., Уэллинг М.
Обучение с подкреплением (RL)	Обучение модели с помощью оператора улучшения.	Лу Х., Чжан Х., Ян С.
Глубокое обучение с подкреплением (RL)	Для настройки параметров модели нейронной сети применили обучение с подкреплением.	Ю Дж. Дж., Ю В., Гу Дж.
Глубокое обучение с подкреплением (RL)	DRL модель основанная на концепции «актера». Применили комбинированный подход, включающий объединение модели DRL с алгоритмами локального поиска.	Чжао Дж., Мао М., Чжао Х., Цзоу Дж.

Эвристические методы показывают многообещающие результаты позволяющие снизить затраты на логистику, но для реализации этих идей в реальном мире понадобятся более совершенные модели и подходы к обучению. Кроме того, процесс обучения регулируется разработанными вручную правилами, что ограничивает его эффективность. Что касается глубокого обучения с подкреплением, его

процесс очень трудоемкий, при расчетах объем решения увеличивается экспоненциально с увеличением объема вводимых данных, таким образом, поиск оптимального решения требует больших вычислительных мощностей. Так же некоторые модели требуют переобучения, как только процесс выходит за рамки обучающего распределения, что приводит к неосуществимому подходу к решению задачи.

Заключение

В данной статье представлен анализ подходов, основанных на обучении с подкреплением (RL), которые были предложены для решения задачи оптимизации маршрута транспортных средств (VRP) и ее вариаций.

Исследования показали, что глубокое обучение с подкреплением (DRL) позволяет достичь высокой эффективности и качества

решений, превосходящих традиционные методы, основанные на математическом программировании. Таким образом, данный метод может быть рассмотрен для разработки современных моделей принятия решений в сфере логистики.

Для её разработки необходимы следующие компоненты:

1. База данных о перевозках на полигоне отладки. Это ключевой компонент любой системы машинного обучения. Чем больше данных будет изучено, тем точнее модель сможет делать прогнозы;

2. Алгоритмы глубокого обучения, написанные для полигона отладки;

3. Оптимизационные алгоритмы, для определения наилучшего маршрута, учитывающие ограничения по времени, стоимости и другим факторам на полигоне отладки;

4. Инфраструктура обработки данных, так как глубокое обучение с подкреплением требует больших вычислительных мощностей;

5. Тестовый набор данных, который не использовался при обучении, для оценки эффективности модели. Это позволит определить, насколько хорошо она обобщает полученные знания и посчитать эффективность от использования разработанного алгоритма.

Кроме того, модель, разработанная для полигона отладки и дающая там оптимальный результат может некорректно обрабатывать при ее тиражировании на другие участки. Поэтому масштабируемость остается важной проблемой, которую необходимо решить в будущих исследованиях.

Список источников

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 года № 1734-р.
2. Бубнова Г.В. Цифровая логистика – инновационный механизм развития и эффективного функционирования транспортно-логистических систем и комплексов / Г.В. Бубнова, Б.А. Лёвин // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – №3. – С.72–78. EDN XYBPGP.
3. Joe, W., Lau, H.C.: Deep reinforcement learning approach to solve dynamic vehicle routing problem with stochastic customers. In: Proceedings of the International Conference on Automated Planning and Scheduling, vol. 30, pp. 394–402 (2020)
4. Nazari, M. R., Oroojlooy, A., Snyder, L., Takac, M.: Reinforcement learning for solving the vehicle routing problem. In: Advances in Neural Information Processing Systems, pp. 9860–9870 (2018)
5. Nalepa, J.: Where machine learning meets smart delivery systems. In: Smart Delivery Systems. pp. 203–226. Elsevier (2020)
6. Kool, W., Van, H., Welling, M.: Attention, learn to solve routing problems! arXiv:1803.08475 [cs, stat] (2019)
7. Lu, H., Zhang, X., Yang, S.: A learning-based iterative method for solving vehicle routing problems. In: Presented at the International Conference on Learning Representations Sept 25 (2019)
8. Yu, J.J., Yu, W., Gu, J.: Online vehicle routing with neural combinatorial optimization and deep reinforcement learning. In: Presented at the IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 20, 3806–3817 (2019)
9. Zhao, J., Mao, M., Zhao, X., Zou, J.: A hybrid of deep reinforcement learning and local search for the vehicle routing problems. IEEE Trans. Intell. Transport. Syst. 1–11 (2020)
10. Kalakanti, A.K., Verma, S., Paul, T., Yoshida, T.: RL SolVeR Pro: reinforcement learning for solving vehicle routing problem. In: 2019 1st International Conference on Artificial Intelligence and Data Sciences (AiDAS), pp. 94–99. IEEE, Ipoh, Perak, Malaysia (2019)
11. Lin, B., Ghaddar, B., Nathwani, J.: Deep reinforcement learning for electric vehicle routing problem with time windows arXiv:2010.02068 [cs, math, stat] (2021)
12. Tomljenovic, V., Merzifonluoglu, Y. & Spigler, G. Optimizing inland container shipping through reinforcement learning. Annals of Operations Research (2024) <https://doi.org/10.1007/s10479-024-05927-4>.

DECISION-MAKING MODELS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS IN PLANNING INTERMODAL ROUTES

Londar V.A., Lakhmetkina N.Y.¹

¹ Russian University of Transport

Abstract: currently, the container transportation industry is undergoing active development due to the implementation of new technologies and modern information systems. These innovations allow for the optimization of supply chain management processes and the automation of transportation and logistics operations, which in turn enhances management efficiency. One of the crucial aspects in planning intermodal transportation is selecting the optimal route, as it directly impacts the cost and speed of cargo delivery. To address this challenge, it is essential to develop a tool that allows for a swift analysis of all transportation options, selection of the best route, and presentation of it to clients. The article discusses the existing machine learning methods used to optimize the route of vehicles. The main purpose of this article is to study the developed solutions for their further application in transport and logistics processes. The introduction of the studied tools will help participants in the transport and logistics market to effectively compare infrastructure opportunities with the emerging demand for transportation.

Keywords: intermodal transportation, decision-making models, machine learning, artificial intelligence, logistics.

© Londar V.A., Lakhmetkina N.Y.

Received 25.05.2024, approved 18.06.2024, accepted for publication 18.06.2024.

For citation:

Londar V.A., Lakhmetkina N.Y. Decision-making models using artificial intelligence tools in planning intermodal routes. Logistics and Supply Chain Management. 2024. Vol 21, Iss 1 (110). pp. 52-61.

Londar V.A., postgraduate student, 751men@gmail.com, Russian University of Transport (MIIT), Moscow, Russia.

Lakhmetkina N.Y., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, naturla@mail.ru, Russian University of Transport (MIIT), Moscow, Russia, AuthorID: 528739.

References

1. The Transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2030 approved by the Decree of the Government of the Russian Federation dated November 22, 2008 No. 1734-R.
2. Bubnova G.V. Digital logistics – an innovative mechanism for the effective development and functioning of transport and logistics systems and complexes / G.V. Bubnova, B.A. Levin // International Journal of Open Information Technologies. - 2017. – No.3. – pp.72-78. EDN XYBPGP.
3. Joe, W., Lau, H.C.: Deep reinforcement learning approach to solve dynamic vehicle routing problem with stochastic customers. In: Proceedings of the International Conference on Automated Planning and Scheduling, vol. 30, pp. 394–402 (2020)
4. Nazari, M. R., Oroojlooy, A., Snyder, L., Takac, M.: Reinforcement learning for solving the vehicle routing problem. In: Advances in Neural Information Processing Systems, pp. 9860–9870 (2018)
5. Nalepa, J.: Wheremachine learning meets smart delivery systems. In: Smart Delivery Systems. pp. 203–226. Elsevier (2020)
6. Kool, W., Van, H., Welling, M.: Attention, learn to solve routing problems! arXiv:1803.08475 [cs, stat] (2019)
7. Lu, H., Zhang, X., Yang, S.: A learning-based iterative method for solving vehicle routing problems. In: Presented at the International Conference on Learning Representations Sept 25 (2019)
8. Yu, J.J., Yu, W., Gu, J.: Online vehicle routing with neural combinatorial optimization and deep reinforcement learning. In: Presented at the IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 20, 3806–3817 (2019)
9. Zhao, J., Mao, M., Zhao, X., Zou, J.: A hybrid of deep reinforcement learning and local search for the vehicle routing problems. IEEE Trans. Intell. Transport. Syst. 1–11 (2020)
10. Kalakanti, A.K., Verma, S., Paul, T., Yoshida, T.: RL SolVeR Pro: reinforcement learning for solving vehicle routing problem. In: 2019 1st International Conference on Artificial Intelligence and Data Sciences (AiDAS), pp. 94–99. IEEE, Ipoh, Perak, Malaysia (2019)
11. Lin, B., Ghaddar, B., Nathwani, J.: Deep reinforcement learning for electric vehicle routing problem with time windows arXiv:2010.02068 [cs, math, stat] (2021)
12. Tomljenovic, V., Merzifonluoglu, Y. & Spigler, G. Optimizing inland container shipping through reinforcement learning. Annals of Operations Research (2024) <https://doi.org/10.1007/s10479-024-05927-4>.

Приглашаем ученых, работников системы высшего образования и специалистов в области транспорта и логистики к сотрудничеству в качестве авторов журнала «Логистика и управление цепями поставок».

Тематика журнала определяется следующим перечнем научных специальностей:

- 2.9.1. Транспортные и транспортно – технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте (технические науки)
- 2.9.4. Управление процессами перевозок (технические науки)
- 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы (технические науки)
- 2.9.9. Логистические транспортные системы (технические науки)

Структура и содержание документа при подаче статьи:

1. УДК
2. Название статьи
3. Информация о авторах (полное ФИО, ученая степень, звание, должность, место работы, РИНЦ AuthorID). Для корреспондирующего автора необходимо указать телефон и e-mail.
4. Аннотация (120 – 200 слов. Аннотация должна кратко раскрывать содержание проведенного исследования)
5. Ключевые слова (5 – 8 слов или словосочетаний)
6. Текст статьи (15 – 20 тысяч символов). Текст статьи должен быть логичным, последовательным и исчерпывающе раскрывающим проведенное исследование. Статья обязательно содержит вводную, основную и заключительную часть. Содержание статьи должно соответствовать тематике журнала.
7. Перечень источников. Не менее 15 актуальных позиций, оформленных в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Название статьи, информация о авторах, аннотация, ключевые слова и перечень источников представляются на русском и английском языках.

Требования и условия публикации

- Публикации в журнале бесплатны и проходят слепое рецензирование.
- Публикация возможна при наличии положительного заключения рецензента. Нуждающаяся в доработке статья направляется автору вместе с замечаниями рецензента. После устранения замечаний статья направляется автором для повторного рецензирования. При отрицательном заключении рецензента статья возвращается автору.
- Редакция оставляет за собой право отклонять без рассмотрения по существу статьи, не соответствующие профилю журнала, имеющие некорректные заимствования или оформленные с нарушением требований.
- Представленные на рассмотрение редакции тексты проходят проверку на наличие некорректных заимствований.
- Опубликованные статьи, а также информация об авторах на русском и английском языках размещается в свободном доступе в Интернете на платформе Научной Электронной Библиотеки – eLIBRARY.RU.

Контактная информация редакции:

Дмитрий Владимирович Кузьмин

Телефон: +7 (495) 684 - 29 - 07

Почта: transportjournal@yandex.ru

Ссылка на страницу журнала на платформе Научной Электронной Библиотеки – eLIBRARY.RU – https://www.elibrary.ru/title_profile.asp?id=26698

ISSN 2587-6775