

ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТНОЙ СЕТИ РЕГИОНА

П. В. Иванова¹, М. В. Суханова²

¹Управление по транспорту Департамента дорожной инфраструктуры и транспорта Администрации города Тюмени, Тюмень, Россия

²Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

LOGISTIC APPROACH TO THE REGIONAL ROUTE NETWORK OPTIMIZATION

Polina V. Ivanova¹, Marina V. Sukhanova²

¹ Transport Department of the Department of Road Infrastructure and Transport of the Administration of Tyumen, Tyumen, Russia

² Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В статье представлен авторский подход к предпроектному анализу схем обслуживания пассажиров на автомобильном транспорте в пригородном, междугородном и международном сообщении. Исследования по направлениям и объему движения были выполнены в нескольких городах на Урале. Разработана модель движения автобусов от федеральных и региональных дорог по улично-дорожной сети города до автовокзала. Представлен алгоритм проведения исследования порядка движения автобусов с автовокзала по улично-дорожной сети крупного города. Сформулированы основные положения логистического подхода к оптимизации маршрутной сети региона.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, перевозка пассажиров, междугородные перевозки, пригородные перевозки, маршрут движения, моделирование движения, улично-дорожная сеть

Abstract. The article presents the author's approach to the pre-project analysis of the passenger service schemes on suburban, intercity and international road transport. Studies on the directions and volume of traffic were carried out in several Urals cities. A bus traffic model from federal and regional roads to the bus station down the city's road network has been developed. The article presents the algorithm for conducting a study of the bus traffic order from the bus station down the big city's network of roads. The fundamental principles of the logistics approach to optimizing the region route network were established.

Key words: road transport, passenger transportation, intercity transportation, suburban transportation, traffic route, traffic simulation, road network

Введение

Транспортные коммуникации в крупном городе играют серьезную роль в обслуживании населения. Вместе с тем в связи с быстрым развитием региональных центров маршрутная сеть не удовлетворяет потребности пассажиров и постоянно подвергается критике, отчасти из-за транспортных заторов и автомобильных пробок в часы пик.

В мегаполисах, как правило, функционирует несколько автовокзалов, которые расположены в центральной части города, что усугубляет проблему загруженности улично-дорожной сети. Выбором оптимального месторасположения автовокзала/автостанции на территории крупных городов занимаются ученые-исследователи в области транспорта и градостроительства. Архитекторы работают над объемно-планировочными решениями, функциональным наполнением и архитектурным обликом зданий автовокзалов, а также над вопросами их размещения в среде города [1]. Они предлагают проводить оценку вариантов расположения автовокзалов и автостанций на территории крупных городов экспертным методом, основываясь на большом количестве критериев [2] либо используя только один – сравнивая время проезда пассажиров на автобусах пригородного и междугородного сообщения со временем проезда по идентичному участку дороги в черте города на городском общественном транспорте [3]. Специалисты по генплану используют термин *транспортно-пересадочные узлы*, подчеркивая тем самым необходимость формирования единой пространственно и функционально связанной среды, в которой развитая транспортная инфраструктура представляет собой единое целое или систему подцентров различного уровня, образуя несколько городских ядер [4].

Специалисты по перевозкам общественным транспортом указывают на необходимость межрегионального подхода при планировании пассажирского сообщения, особенно – при обслуживании удаленных от областного центра территорий, граничащих с другой областью [5–8, 11]. Функционирование общественного

пассажирского транспорта направлено в первую очередь на удовлетворение потребности в передвижениях населения и организацию социально значимых перевозок. Рациональное планирование и корректировка существующей схемы организации пассажирского сообщения с учетом перевода на рельсовый транспорт для снижения нагрузки на улично-дорожную сеть крупных городов является актуальной задачей.

Объекты и методы исследования

Авторы статьи в предыдущих работах [9–11] провели исследования по порядку движения автобусов пригородного, междугородного и международного сообщения в Тюмени, Кургане, Челябинске, Екатеринбурге. Такая последовательность в исследовании областных центров обусловлена усложнением схем и видов наземного пассажирского транспорта общего пользования. В Тюмени организовано только автобусное сообщение, в Кургане – автобусное и троллейбусное, в Челябинске ходят автобусы, троллейбусы и трамваи, в Екатеринбурге дополнительно функционирует метро.

Для принятия решения о выборе места для расположения автовокзала на территории крупного города необходимо знать, насколько большой поток автобусов пригородного, междугородного, международного сообщения движется по улично-дорожной сети города с территории действующего автовокзала. Также важно определить схемы движения по городу автобусов, выезжающих с автовокзала. Поэтому на следующем этапе необходимо было разработать алгоритм проведения исследования порядка движения автобусов с автовокзала по улично-дорожной сети крупного города, который представлен на рис. 1.

Экспериментальная часть

Последовательное выполнение данного алгоритма позволит составить точную картину загруженности улично-дорожной сети крупного города автобусами, которые обслуживают маршруты регулярных перевозок в пригородном сообщении.

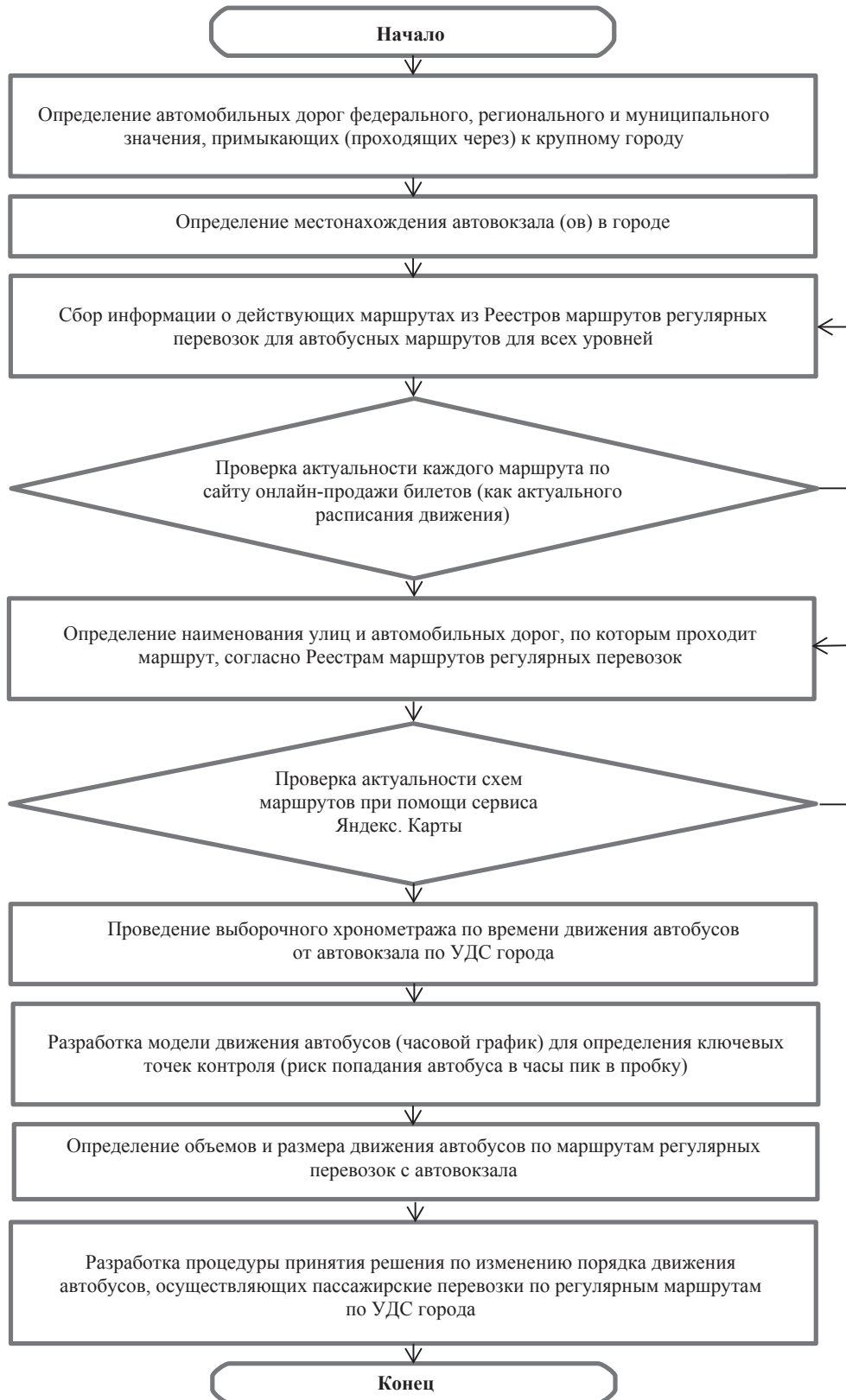


Рис. 1. Алгоритм исследования порядка движения автобусов с автовокзала по улично-дорожной сети крупного города

Для визуального представления движения был использован пакет имитационного моделирования AnyLogic 8 University (образовательная версия). Логика модели и анимационный вид представления модели «Движение с Тюменского автовокзала» в формате «как есть» представлен на рис. 2, 3. После выполнения этого этапа следует перейти к определению месторасположения

перехватывающих автостанций на территории крупного города.

Рассматривать пассажиропотоки только общественного автомобильного транспорта для решения региональных проблем считаем некорректным, необходимо также учитывать пригородное железнодорожное сообщение, подразумевающее полигонный подход к органи-

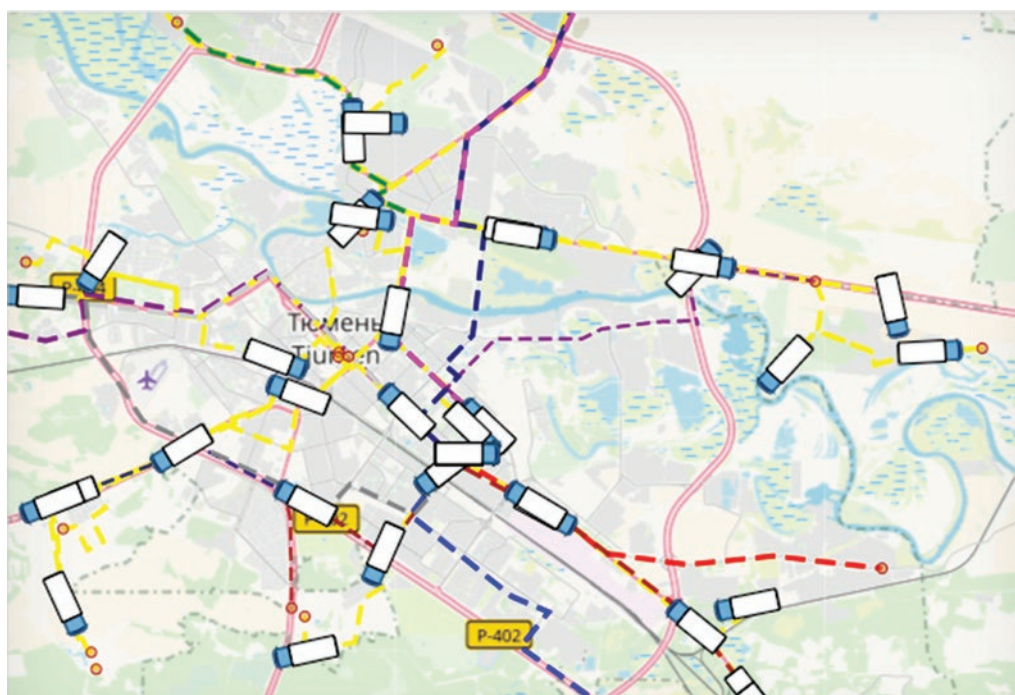


Рис. 2. Анимационный вид представления модели «Движение с Тюменского автовокзала»

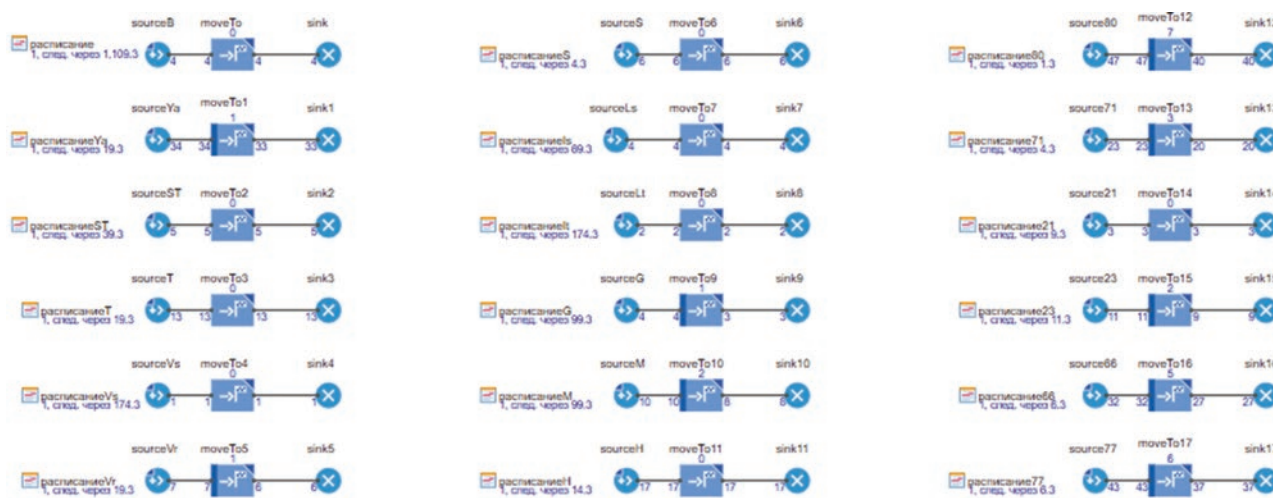


Рис. 3. Логика модели «Движение с Тюменского автовокзала»

ТРАНСПОРТ/TRANSPORT

зации перевозок [11]. Так, необходимо начинать с определения пригородных и междугородных потоков, которые заходят в город с разных направлений.

Следующий шаг – фиксация местоположения железнодорожного вокзала и аэропорта, а также станций метро как крупных транспортно-пересадочных узлов, перенос которых весьма проблематичен. Автобусную маршрутную сеть немного проще изменить, нежели трамвайную и троллейбусную.

Далее необходимо с учетом генплана развития города отметить сложившиеся в силу географического расположения остальные транспортно-пересадочные узлы в городе.

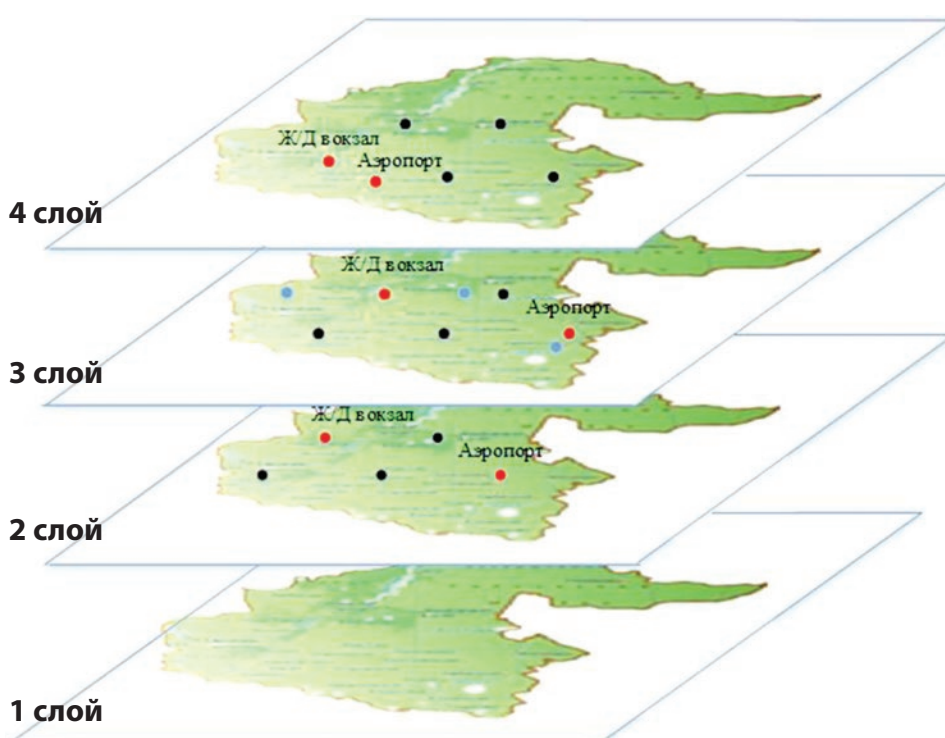
Отдельно необходимо рассмотреть вопрос о необходимости реформирования региональных автобусных маршрутов с переводом на рельсовый транспорт, синхронизируя расписание движения автобусных маршрутов с подвозом пассажиров на железнодорожных станциях пригородного сообщения, что может привести к аннулированию некоторых междугородных автобусных маршрутов.

Графическое представление картографического подхода к оптимизации маршрутной сети в регионе представлено на рис. 4.

Одновременно необходимо определить тип конфигурации городской маршрутной сети (радиально-лучевая, широтно-меридиональная и другие), а также изучить вопрос по наличию свободных и/или заброшенных земельных участков, подходящих для строительства таких транспортно-пересадочных узлов.

Результаты

В работе [12] авторы доказали, что некорректно обрывать маршрутные схемы в границах региона. Как уже было отмечено выше, важно учитывать и устойчивые межрегиональные пассажиропотоки. Этот этап корректировки необходимо проводить на федеральном уровне. На практике решение вопросов сопряжения муниципальных, межмуниципальных и межрегиональных маршрутов регулярных перевозок решается нелегко ввиду разграничения полномочий между исполнительными органами. Большое значение



На последнем этапе определяется тип конфигурации городской маршрутной сети и назначаются перехватывающие автостанции

Карта дорабатывается с учетом генплана развития территории города, добавляются перспективные ТПУ

На втором этапе на карте отмечаются крупные ТПУ (аэропорт, ж/д вокзал, станции метро и другие сложившиеся крупные ТПУ)

На первом этапе на карте автомобильных дорог региона фиксируются подъезды к городу

Рис. 4. Основные этапы логистического подхода к оптимизации маршрутной сети региона

имеет и близость месторасположения потенциальных автостанций к въездным группам в город.

Авторы предлагают разработать методику исследования порядка движения автобусов в формате «as – is», так как необходимо знать, с какой стороны к городу подъезжают автобусы, каковы объемы и размеры такого движения. Дополнительно необходимо учитывать и наличие других видов общественного транспорта (наземного, подземного), статус аэропорта и железнодорожного вокзала. Так, аэропорт города Екатеринбурга «Кольцово» является крупным межрегиональным центром, куда направляются жители Кургана, Тюмени и Челябинска. Через железнодорожный вокзал Кургана, минуя Екатеринбург, идет ряд поездов в другие страны и на Кавказ, до Кургана жители Тюмени добираются на автобусе. Таким образом, к вопросу определения месторасположения перехватывающих автостанций в крупном городе необходимо подходить комплексно, учитывая межрегиональные пассажиропотоки и принимая во внимание требования к крупным транспортно-пересадочным узлам и типам городской маршрутной сети.

Завершающим будет этап принятия решения о назначении месторасположения перехватывающих автостанций. Процедура их выбора достаточно подробно разработана в исследовании П. П. Немова [2]. По итогам работы необходима разработка модели организации движения общественного транспорта по нескольким вариантам в среде AnyLogic. Информационная модель формирования транспортно-пересадочных узлов (перехватывающих автостанций) представлена в работе [13].

Обсуждение

По результатам исследования авторы предлагают убрать автовокзал в городе Тюмени, который находится по адресу ул. Пермякова, 9 на значительном удалении от железнодорожного вокзала и аэропорта, и разместить сеть перехватывающих автостанций на въезде в город:

- автостанция № 1 «Автоколонна № 1228» объединит маршруты регулярных перевозок, выезжающих из города по Велижанскому и Салаирскому трактам, и дачные маршруты № 155 и 129;
- автостанция № 2 «Ембаево» свяжет маршруты регулярных перевозок, двигающиеся по Тобольскому тракту, и дачные маршруты № 23 и 66;
- автостанция № 3 «Рабочий поселок» объединит маршруты регулярных перевозок, выезжающие из города по Ялуторовскому, Старотобольскому трактам и автодороге Тюмень – Боровский – Богандинский;
- автостанция № 4 «Комарово» соединит маршруты регулярных перевозок, выезжающие из города по Московскому, Червишевскому, Ирбитскому трактам, движущиеся по автодороге на Горьковку, а также дачные маршруты № 21 и 141.

Наименования автостанций выбраны по сленговому названию городских районов. Согласно предварительным расчетам, на каждой автостанции планируется ежедневно обслуживать более 1 000 человек. При превышении этого показателя объект транспортной инфраструктуры будет автовокзалом. Данные на май 2019 года представлены в табл. 1.

Таблица 1

Количество автобусов и пассажиров, ежедневно обслуживаемых на предложенных автостанциях

Автостанция	Количество обслуживаемых автобусов в день	Количество обслуживаемых пассажиров в день
Автоколонна № 1228	51	2 097
Ембаево	172	8 057
Рабочий поселок	292	11 826
Комарово	450	19 074

ТРАНСПОРТ/TRANSPORT

Анимационный вид и логика представления модели «Движение рейсовых автобусов с авто- станций/автовокзалов в городе Тюмени» при нали- чии четырех станций представлены на рис. 5 и 6.

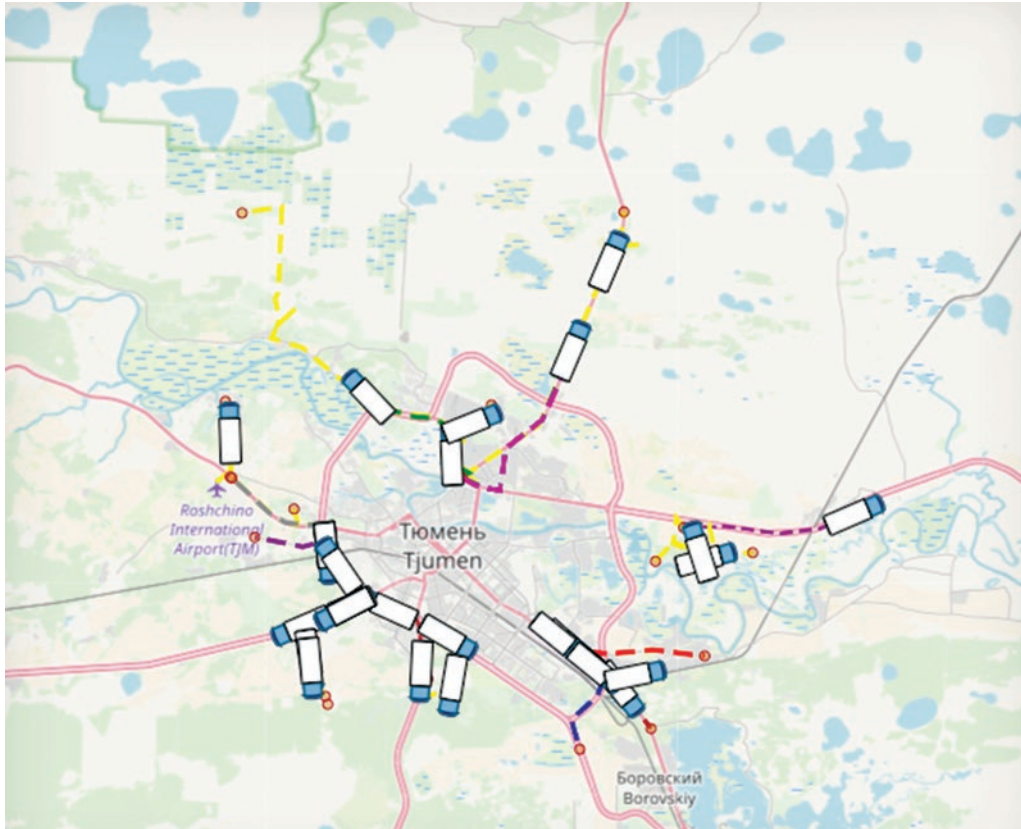


Рис. 5. Анимационный вид представления модели «Движение с Тюменского автовокзала» при наличии четырех автостанций/автовокзалов в городе Тюмени

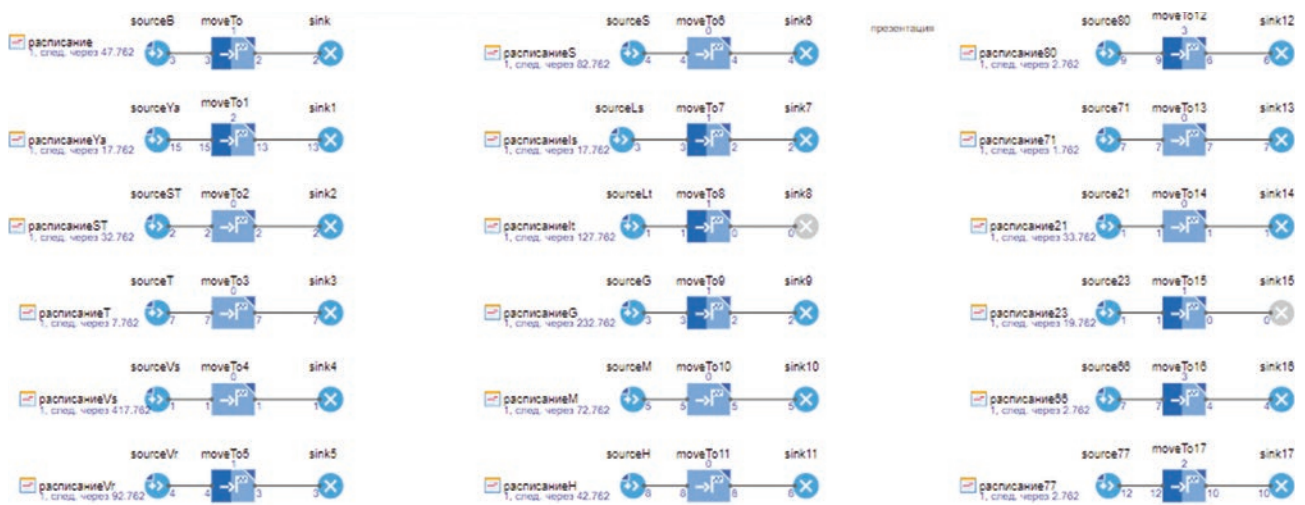


Рис. 6. Логика модели «Движение с Тюменского автовокзала» при наличии четырех автостанций/автовокзалов в городе Тюмени

Выводы

В результате проведенного анализа был разработан алгоритм исследования объемов и размера движения автобусов по маршрутам регулярных перевозок с автовокзала крупного города; разработана методика логистического подхода к оптимизации маршрутных сетей региона в части пассажирских перевозок через авто-

вокзалы, а именно определена последовательность действий и мероприятий при определении месторасположения автовокзалов/автостанций в крупном городе; предложены варианты размещения четырех перехватывающих автовокзалов в Тюмени; построена имитационная модель движения рейсовых автобусов при наличии четырех автовокзалов в данном городе.

Библиографический список

1. Мирная, А. С. Проблемы архитектуры автовокзалов России / А. С. Мирная, И. Е. Шахова. – Текст : электронный // Дневник науки. – 2020. – № 1 (37). – 10 с.
2. Немов, П. П. Оценка территорий крупнейшего города для размещения автовокзалов и автостанций : специальность 05.23.22 «Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Немов Павел Павлович ; Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. – Москва, 2020. – 23 с. – Место защиты : Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. – Текст : непосредственный.
3. Лазарев, А. С. Анализ суммарного времени в пути для пассажиров как одного из критериев оптимального расположения автовокзала в условиях крупного города / А. С. Лазарев, О. Н. Ларин – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса : Межвузовский сборник научных статей (с международным участием) / Самарский государственный технический университет. – Самара : Самарский государственный технический университет, 2015. – С. 156–163.
4. Власов, Д. Н. Транспортно-пересадочные узлы [Электронный ресурс] : монография : учебное электронное издание / Д. Н. Власов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». – Текст : электронный. – Москва : НИУ МГСУ, 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) (12 Мб).
5. Смирнова, О. Ю. Подходы к анализу факторов, влияющих на пригородное сообщение / О. Ю. Смирнова, К. Е. Герасимчук. – DOI: 10.20291/2079-0392-2017-4-85-95. – Текст : непосредственный // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2017. – № 4 (36). – С. 85–95.
6. Брусянин, Д. А. Оптимизация региональной маршрутной сети междугородных и пригородных пассажирских перевозок с использованием логистических принципов / Д. А. Брусянин, А. Л. Казаков, А. М. Маслов. – Текст : непосредственный // Транспорт Урала. – 2012. – № 1 (32). – С. 106–109.
7. Брусянин, Д. А. Обоснование транспортных средств на маршрутной сети регулярных автомобильных и железнодорожных пассажирских перевозок / Д. А. Брусянин, В. М. Сай, С. В. Вихарев. – Текст : непосредственный // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2013. – № 1 (17). – С. 50–64.
8. Петров, А. И. Рационально-логистические основы распределения ресурсов пассажирского общественного транспорта в пространстве маршрутной сети крупного города / А. И. Петров, А. А. Петров. – Текст : непосредственный // Логистический аудит транспорта и цепей поставок : материалы II международной научно-практической конференции, Тюмень, 26 апреля 2019 года / отв. редактор С. А. Эртман. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2019. – С. 356–362.
9. Смирнова, О. Ю. Порядок движения автобусов с автовокзала по улично-дорожной сети крупного города / О. Ю. Смирнова, М. В. Суханова, П. В. Иванова. – DOI: 10.20291/2311-164X-2019-4-67-72. –

- Текст : непосредственный // Инновационный транспорт (Иннотранс). – 2019. – № 4. – С. 67–72.
10. Иванова, П. В. Исследование порядка движения автобусов на дачных маршрутах / П. В. Иванова, О. Ю. Смирнова. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса : Межвузовский сборник научных статей (с международным участием) / отв. ред. О. М. Батищева. – Самара : Самарский государственный технический университет, 2020. – № 11. – С. 40–45.
 11. Смирнова, О. Ю. Исследования порядка движения пригородных и междугородных автобусов по улично-дорожной сети города Тюмени / О. Ю. Смирнова, М. В. Суханова. – Текст : непосредственный // Проблемы функционирования систем транспорта : Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2-х томах, Тюмень, 5–7 декабря 2018 года / отв. ред. А. В. Медведев. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. – С. 317–321.
 12. Смирнова, О. Ю. Полигонный подход к организации пригородных перевозок / О. Ю. Смирнова, К. Е. Герасимчук. – Текст : непосредственный // Транспорт : наука, техника, управление : научный информационный сборник. – 2018. – № 5. – С. 42–45.
 13. Antipova, A. Simulation of intercepting bus stations in a major city / A. Antipova, O. Smirnova. – DOI: 10.1051/e3sconf/202017705002. – Text : electronic // E3S Web of Conferences : 18, Ekaterinburg, April 2–11, 2020. – Ekaterinburg, 2020. – P. 6.

References

1. Mirnaya, A. S., & Shahova, I. I. (2020). Problems of architecture of bus stations in Russia. Dnevnik nauki, 1 (37), P. 10. (In Russian).
2. Nемов, P. P. (2020). Otsenka territoriy krupneyshego goroda dlya razmeshcheniya avtovokzalov i avtostantsiy. Avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk. Moscow, 23 p. (In Russian).
3. Lazarev, A. S., & Larin, O. N. (2015). Analiz summarnogo vremeni v puti dlya passazhirov – kak odnogo iz kriteriev optimal'nogo raspolozheniya avtovokzala v usloviyakh krupnogo goroda. Aktual'nye problemy avtotransportnogo kompleksa: Mezhdunarodnyy sbornik nauchnykh statey (s mezhdunarodnym uchastiem). Samara, Samara State Technical University Publ., (6), pp. 156-163. (In Russian).
4. Vlasov, D. N. (2017). Transportno-peresadochnye uzly. Moscow, NIU MGSU Publ. (In Russian). Available at: CD-ROM, 12 Mb.
5. Smirnova, O. Yu., & Gerasimchuk, K. E. (2017). Approaches to the analysis of factors, influencing on suburban report. Herald of the Ural State University of Railway Transport, 4(36), pp. 85-95. (In Russian). DOI: 10.20291/2079-0392-2017-4-85-95
6. Brusyanin, D. A., Kazakov, A. L., & Maslov, A. M. (2012). Optimization of regional route network of intercity and commuter traffic with the use of logistic principles. Transport of the Urals, 1(32), pp. 106-109. (In Russian).
7. Brusyanin, D. A., Say, V. M., & Vikharev, S. V. (2013). Justification of vehicles on the route network of regular road and rail passenger transport. Herald of the Ural State University of Railway Transport, 1(17), pp. 50–64. (In Russian).
8. Petrov, A. I., & Petrov, A. A. (2019). Ratsional'no-logisticheskie osnovy raspredeleniya resursov passazhirskogo obshchestvennogo transporta v prostranstve marshrutnoy seti krupnogo goroda. Logisticheskyy audit transporta i tsepey postavok: materialy II mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, April, 26. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., pp. 356-362. (In Russian).
9. Smirnova, O. Yu., Sukhanova, M. V., & Ivanova, P. V. (2019). The order of buses traffic from the bus station on the road network in the large city. "Innotrans" Journal, (4), pp. 67-72. (In Russian). DOI: 10.20291/2311-164X-2019-4-67-72

-
10. Ivanova, P. V., & Smirnova, O. Yu. (2020). Issledovanie poryadka dvizheniya avtobusov na dachnykh marshrutakh. Aktual'nye problemy avtotransportnogo kompleksa: Mezhdunarodnyi sbornik nauchnykh statey (s mezhdunarodnym uchastiem), Samara, Samara State Technical University Publ., (11), pp. 40-45. (In Russian).
 11. Smirnova, O. Yu., & Sukhanova, M. V. (2019). Issledovaniya poryadka dvizheniya prigorodnykh i mezhdugorodnykh avtobusov poulichno-dorozhnoy seti goroda Tyumeni. Problemy funktsionirovaniya sistem transporta: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, December 5–7, 2018. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., pp. 317-321. (In Russian).
 12. Smirnova, O. Y., & Gerasimchuk, K. E. (2018). Polygonal approach to the organization suburban transport. Transport: science, equipment, management. Scientific information collection, (5), pp. 42-45. (In Russian).
 13. Antipova, A. & Smirnova, O. (2020). Simulation of intercepting bus stations in a major city. E3S Web of Conferences: 18, April 2–11, 2020. Ekaterinburg, pp. 6. (In English). DOI: 10.1051/e3sconf/202017705002

Сведения об авторах

Иванова Полина Викторовна, ведущий инженер управления по транспорту, Департамент дорожной инфраструктуры и транспорта Администрации города Тюмени, e-mail: p.i9696@mail.ru

Суханова Марина Викторовна, ассистент кафедры автомобильного транспорта, строительных и дорожных машин, Тюменский индустриальный университет, e-mail: suhanovamv@tyuiu.ru.

Information about the authors

Polina V. Ivanova, Senior Engineer at the Transport Department of the Department of Road Infrastructure and Transport of the Administration of Tyumen, e-mail: p.i9696@mail.ru

Marina V. Sukhanova, Assistant at the Department of Road Transport, Construction and Road Machinery, Industrial University of Tyumen, e-mail: suhanovamv@tyuiu.ru

Для цитирования: Иванова, П. В. Логистический подход к оптимизации маршрутной сети региона / П. В. Иванова, М. В. Суханова. – DOI: 10.31660/2782-232X-2021-3-50-59. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 3. – С. 50–59.

For citation: Ivanova, P. V., & Sukhanova, M. V. (2021). Logistic approach to the regional route network optimization. *Arkhitektura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, construction, transport], (3), pp. 50-59. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-3-50-59.