

Рубрика 4. ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА

УДК [UDC] 656.02

DOI 10.17816/transsyst20228116-27

© П.А. Боева, М.В. Богданов

Санкт-Петербургский Горный университет

(Санкт-Петербург, Россия)

**МЕТОД ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАРШРУТНОЙ СЕТИ
ОБСЛУЖИВАЕМОЙ СПБ ГУП «ПАССАЖИРАВТОТРАНС»
ПРИ ОТКРЫТИИ НОВОГО АВТОБУСНОГО ПАРКА**

В статье проведен литературный обзор по теме перераспределения маршрутных сетей, а также показаны возможности применения разных подходов к перераспределению маршрутных сетей СПБ ГУП «Пассажиравтотранс» с точки зрения открытия нового автобусного парка. Отмечено, что появление нового автопарка повлияет на появление новых маршрутов и поскольку любые изменения маршрута затрагивают все соседние – следует пересматривать и их – как коммерческие, так и городские, т. е. появляется необходимость решения задачи перераспределения существующей маршрутной сети. Автор обосновывается важность применения для этой цели математического моделирования в целом и моделирования на базе концепции машинного обучения и «цифрового двойника», в частности.

Ключевые слова: СПБ ГУП Пассажиравтотранс, маршрутная сеть, перераспределение, моделирование, цифровой двойник.

Rubric 4. TRANSPORT ECONOMICS

© P.A. Boeva, M.V. Bogdanov

St. Petersburg Mining University

(St. Petersburg, Russia)

**METHOD OF REDISTRIBUTION OF ROUTE NETWORK SERVED
BY SPB GUP "PASSAZHIRAVTOTRANS"
DUE TO LAUNCH OF NEW BUS PARK**

The article provides a literary review on the redistribution of route networks, and also shows the possibilities of applying different approaches to the redistribution of route networks of SPB GUP "Passazhiravtotrans" from the point of view of opening a new bus fleet. The author substantiates the importance of using mathematical modeling in general for this purpose and modeling based on the concept of machine learning and the "digital twin", in particular, as perspective.

Key words: SPB GUP Passazhiravtotrans, route network, redistribution, modelling, digital twin.

ВВЕДЕНИЕ

Санкт-Петербургское государственное унитарное предприятие пассажирского автомобильного транспорта (СПб ГУП «Пассажиравтотранс») является одним из крупнейших пассажирских перевозчиков автобусным транспортом Северо-Западного региона России.

Предприятие осуществляет в установленном порядке перевозки пассажиров автобусами и обслуживает 143 городских и пригородных маршрута. На линию выходят 1600 автобусов большого и особо большого класса. Ежегодно автобусы перевозят более 300 млн пассажиров. В структуру предприятия входят шесть автобусных парков, автобусный вокзал, учебный комбинат, медико-санитарная часть № 70 [1].

Несмотря на то, что внедрение новой модели транспортного обслуживания населения в рамках Транспортной реформы в Санкт-Петербурге перенесено на 2022 год, некоторые мероприятия проводятся раньше этого срока [2]. В текущем году СПб ГУП «Пассажиравтотранс» планирует запустить новый специализированный автобусный парк, в связи с чем уже сейчас возникает потребность в выработке эффективных подходов для перераспределения маршрутной сети, обслуживаемой СПб ГУП «Пассажиравтотранс» при открытии нового автобусного парка.

ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ ГУП «ПАССАЖИРАВТОТРАНС»

В соответствии с информацией на официальном сайте Администрации Санкт-Петербурге, подписано постановление Правительства о внесении изменений в Документ планирования регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом [3]. Данным документом утверждена новая маршрутная сеть, которая начнёт работать с 15 июля 2022 года в рамках внедрения Новой модели транспортного обслуживания населения. В соответствии с ней с 15 июля 2022 года петербуржцев будут обслуживать 459 автобусных маршрутов: 110 «социальных» маршрутов продолжит обслуживать ГУП «Пассажиравтотранс». 349 «социальных» маршрутов будут выставлены на конкурс, из них: 254 ныне действующих маршрута и 95 новых маршрутов [3].

Проблеме организации транспортного обслуживания и взаимодействия между государством и негосударственными операторами посвящен ряд работ отечественных ученых, таких как: И.В. Спирин, А.А. Сериков, А. Г. Чурилов, С.А. Свиридов, А.В. Гринченко, А.Л. Кирьянов, Е.А. Василенко. В работах И.В. Спирина, А.Г. Чурилова [4]. В данных исследования отмечено, что распределение маршрутной сети города происходит по принципу равного

долевого участия государственного и частного перевозчиков, предварительно категоризируя маршруты по признаку социальной значимости и доходности.

Так, например на 2014 г. опыт регулирования рынка пассажирских перевозок в Санкт-Петербурге имеет долю участия частного и государственного секторов (ГУП «Пассажиравтотранс») 40% и 60% соответственно. При этом на основании динамики за 2005–2014 гг. данный показатель колебался и составлял 50% на 50% – частного и государственного секторов.

В 2022 году ГУП «Пассажиравтотранс» планирует запустить крупный инвестпроект, вложив 3,4–4,5 млрд рублей в специализированный автопарк для электробусов в Красногвардейском районе [5]. Рядом с площадкой расположена подстанция ФСК ЕЭС, которая может обеспечить около 40 МВт для ночной зарядки электробусов. Кроме этого, комплекс находится относительно недалеко от КАД, что позволит запустить электробусы на маршруты не только Красногвардейского района, но и на север города: утром это не займет больше 15–20 минут. Автопарк будет рассчитан на 420 единиц техники, а в ближайшей перспективе у ГУП «Пассажиравтотранс» есть намерение закупить дополнительно 50 электробусов [5].

Глава агентства «Infoline-Аналитика» Михаил Бурмистров напоминает, что в 2019 году, когда город купил первые электробусы, не потребовалось создавать специальную инфраструктуру за счет увеличенного запаса хода машин и возможности ночной зарядки [5].

Однако на данный момент назрела необходимость в открытии нового автобусного парка.

Появление нового автопарка повлияет на появление новых маршрутов и поскольку любые изменения маршрута затрагивают все соседние – следует пересматривать и их – как коммерческие, так и городские, т. е. появляется необходимость решения задачи перераспределения существующей маршрутной сети.

Обзор литературы по теме исследования показал, что одно из направлений решения состоит в совершенствовании организации регулярных перевозок на основе рационального дублирования маршрутов [6]. Организация рационального дублирования маршрутов регулярных перевозок сводится к поиску оптимального сочетания регулярных маршрутов городского транспорта.

Для достижения оптимальных параметров были разработаны методики, позволяющие перераспределять маршрутные сети. Одна из таких методик перераспределения маршрутной сети перевозок приведена в статье Н. М. Грязнова [7]. Согласно предложенному автором алгоритму можно увеличить маршрутную скорость движения автобусов, что позволит обеспечить заданный интервал движения меньшим количеством автобусов в период загрузки улично-дорожной сети и исключить необходимость увеличения их числа на линии.

Так же существует метод группировки, по которому проводится градация маршрутов на группы [4].

I группа – маршруты, которые стали рентабельными;

II группа – маршруты, которые стали нерентабельными;

III группа – маршруты, которые остались нерентабельными, но сократили отрицательное значение рентабельности;

IV группа – маршруты, которые ухудшили показатель рентабельности;

V группа – те, что сохранили положительное значение рентабельности.

В этом случае рентабельность основной деятельности) [8, с. 81] определяется по формуле 1:

$$R_M = \frac{ПР}{З_M} 100 \% \quad (1)$$

где ПР – прибыль (убыток) на маршруте; $З_M$ – расходы на осуществление перевозки пассажиров.

Принцип конкурсного распределения маршрутной сети города имеет широкую практику применения во многих городах России (в частности, в Санкт-Петербурге), как и модель комбинированного портфеля, в состав которого входят рентабельные и нерентабельные маршруты [4].

Существует ряд готовых решений – программ, которые используются как инструмент в задачах перераспределения маршрутной сети. Например, программа, предлагаемая М.Е. Корягиным, предназначена для расчета матрицы корреспонденций по данным натурного обследования пассажиропотока и визуализации маршрутной сети, включающей: представление любого набора маршрутов на карте города, составление новых маршрутов городского пассажирского транспорта по остановочным пунктам. Она обеспечивает выполнение следующих функций [9]:

- расчет матрицы корреспонденций по данным натурного обследования пассажиропотока;
- сравнение маршрутных схем в рамках существующих правил перевозок пассажиров;
- обоснование корректировки маршрутов;
- синхронизация маршрутов;
- сокращение количества маршрутов при текущих условиях перевозок;
- оптимизация единой маршрутной сети общественного транспорта;
- оптимизация маршрутной сети за счёт перераспределения маршрутов между перевозчиками.

К сожалению, подобные программы имеют узкое применение, поэтому в данной статье предлагается применить современные концепции моделирования, чтобы разработать метод перераспределения маршрутной сети. Следует отметить, что математическое моделирование является популярным инструментом для решения задач оптимизации маршрутной сети для автомобильного транспорта [10].

Как известно, математическое моделирование – метод исследования процессов путем построения системы математических соотношений, описывающих их. При математическом моделировании используют специальные законы конкретных наук, результаты наблюдений и экспериментов. Результаты математического моделирования дают возможность предвидеть развитие процесса, рассчитать его характеристики, управлять этим процессом, проектировать системы с желательными характеристиками и т. д.

Для получения математической модели (математизации) используют:

1. математическую обработку эмпирических и экспериментальных данных (для выявления взаимосвязи выходного значения системы от входного);
2. моделирование (попытка теоретического воспроизведения некоторого интересующего объекта-оригинала в форме другого объекта – математической модели);
3. относительно полную математическую теорию (данного уровня организации материи в данной или рассматриваемой предметной области).

В данной статье рассматривается именно попытка теоретического воспроизведения интересующего объекта (перераспределенной маршрутной сети) – оригинала в форме другого объекта – математической модели на базе концепций machinelearning (машинного обучения) и digitaltwin (цифрового двойника).

Согласно проведенному исследованию по проблемам загруженности транспортных сетей перед нами возникает цель в виде поиска новых методов перераспределения маршрутной сети и их последующего внедрения в нынешнюю транспортную систему. Для достижения поставленной цели необходимо проанализировать и рассмотреть известные методы, а также выявить наиболее перспективный способ для достижения поставленной задачи.

МЕТОДЫ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАРШРУТНОЙ СЕТИ

Существует несколько методик перераспределения маршрутной сети, например, расчет матрицы корреспонденций. В данном методе исследуем данные пассажиропотока и визуализируем на маршрутной сети: выявляем необходимое количество остановочных пунктов [9]. Для этого сравниваются маршрутные схемы, оптимизируются, рассчитываются матрицы корреспонденций по данным натурного обследования пассажиропотока. Минус этой программы заключается в том, что она содержит устаревшие методы концепции, которые будут уступать современным технологиям.

Метод динамического программирования включает в себя корректировку на основе анализа данных, добавляя или изменяя маршруты. Для этого выявляются такие параметры, как: прямолинейность поездок,

количество пересадок, время поездки т.д. Недостаток данного метода состоит в том, что для городов с населением свыше 1 млн, появляется неточность из-за большой размерности и неточности исходных данных. Необходимо сочетать компьютерные технологии с экспертными оценками.

Применение имитационного моделирования «цифровой двойник» главная задача – отображение статистики работы: наполняемость подвижного состава, количество пассажиров на автобусных остановках, моделирование транспортного пути, диаграммы распределения пассажиров. Все данные записываются в файл, который можно будет проанализировать и выявить недостатки данной маршрутной сети. Данная система позволит выявить источники потенциальных рисков, анализировать процесс эксплуатации транспорта, оптимизировать маршрутную сеть. Технология обеспечивает высокую эффективность и точность оценки технического состояния. Недостаток данного метода – дороговизна.

Согласно проведенному исследованию по известным методам перераспределения маршрутной сети, наиболее перспективным является принцип машинного обучения и концепции «цифрового двойника», особенности которого более подробно будут рассмотрены ниже.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И КОНЦЕПЦИИ «ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК»

Все модели machinelearning делятся на контролируемые и неконтролируемые. Если модель является контролируемой, она затем подразделяется на регрессионную или классификационную модель. Мы рассмотрим, что означают эти термины, и соответствующие модели, которые попадают в каждую категорию ниже.

Контролируемое обучение включает в себя изучение функции, которая сопоставляет входные данные с выходными на основе примеров пар вход-выход [12].

В контролируемом обучении есть две подкатегории: регрессия и классификация.

В регрессионных моделях вывод непрерывен. Ниже приведены некоторые из наиболее распространенных типов регрессионных моделей.

Идея линейной регрессии (Рис. 1) состоит в том, чтобы просто найти линию, которая лучше всего соответствует данным. Расширения линейной регрессии включают множественную линейную регрессию (например, поиск плоскости наилучшего соответствия) и полиномиальную регрессию (например, поиск кривой наилучшего соответствия).

Модель «дерево решений», как разновидность упомянутой ранее графовой модели – это популярная модель, используемая в исследованиях операций, стратегическом планировании и машинном обучении. Каждый квадрат (Рис. 2) называется узлом, и чем больше у вас узлов, тем точнее будет ваше дерево решений (как правило). Узлы дерева решений, где

принимается решение, называются листьями дерева. Дерево решений интуитивно понятно и просто в построении, но не обладает достаточной точностью.

Модель «случайный лес» – это метод ансамблевого обучения, основанный на деревьях решений.

Случайные леса включают создание нескольких деревьев решений с использованием само настраиваемых наборов исходных данных и случайный выбор подмножества переменных на каждом шаге дерева решений (Рис. 3).

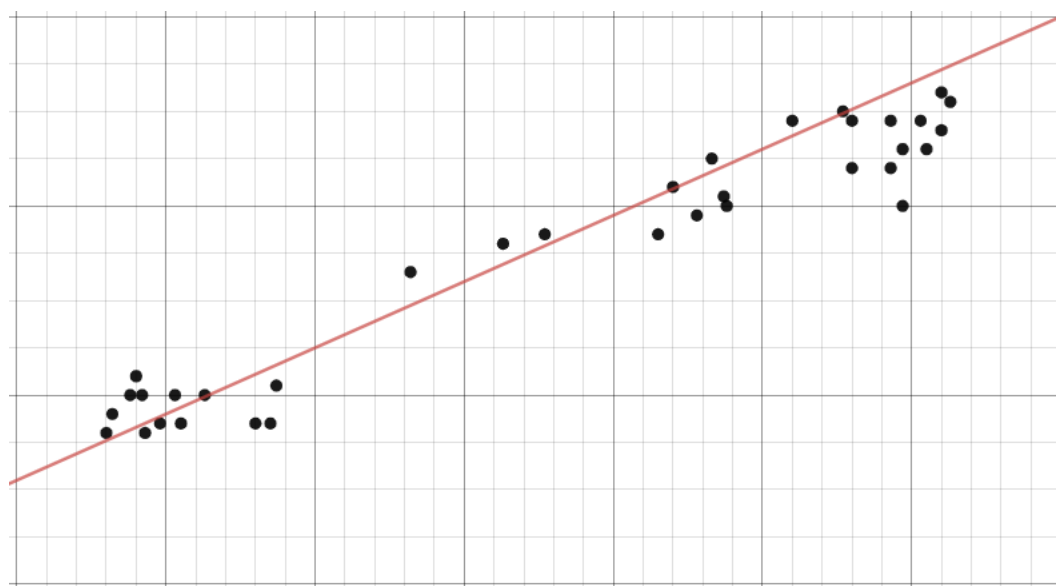


Рис. 1. Пример линейной регрессии

Затем модель выбирает режим всех прогнозов каждого дерева решений.

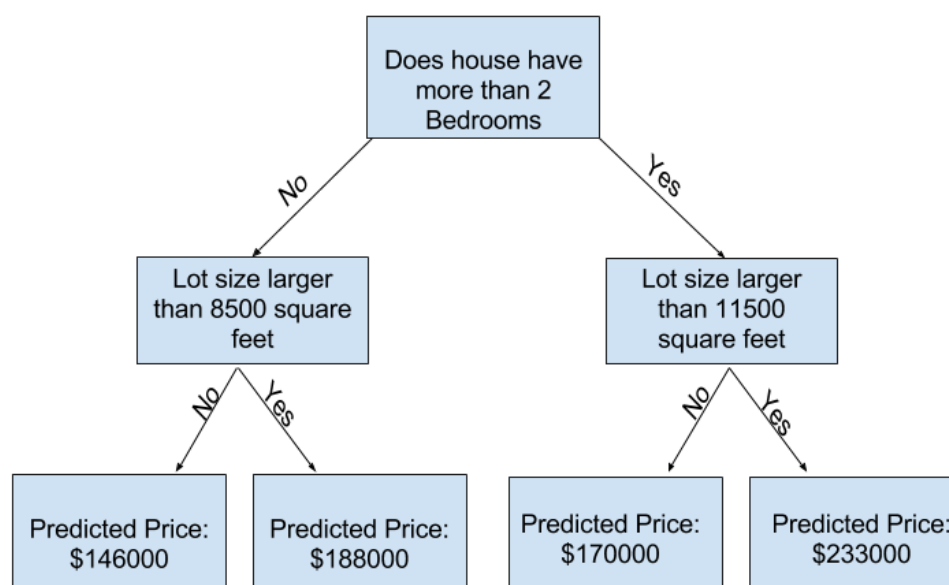


Рис. 2. Пример модели «дерево решений»

Опираясь на модель «большинство выигрывает», он снижает риск ошибки в отдельном дереве.

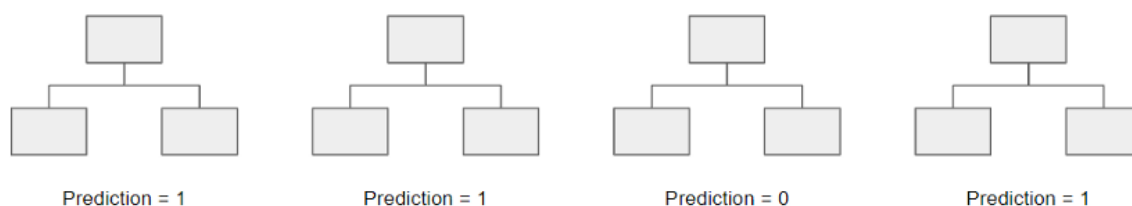


Рис. 3. Пример модели «случайный лес»

Например, если мы создали бы только одно дерево решений, как показано на Рис. 3, то ответ был бы 0. Но, если бы мы полагались на режим всех четырех деревьев решений, предсказанное значение было бы 1.

Нейронная сеть (Рис. 4) – это, по сути, сеть математических уравнений. Он принимает одну или несколько входных переменных и, просматривая сеть уравнений, дает одну или несколько выходных переменных. Вы также можете сказать, что нейронная сеть принимает вектор входных данных и возвращает вектор выходных данных, но в этой статье я не буду углубляться в матрицы.

Синие кружки представляют входной слой, черные кружки представляют скрытые слои, а зеленые кружки представляют выходной слой. Каждый узел в скрытых слоях представляет как линейную функцию, так и функцию активации, которую проходят узлы в предыдущем слое, что, в итоге, приводит к выходу в зеленых кружках.

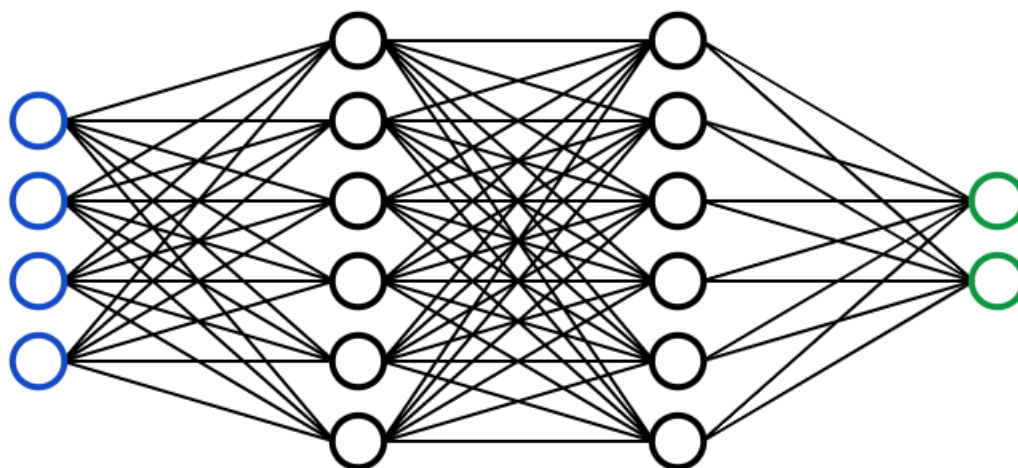


Рис. 4. Нейронная сеть

Существует и ряд других моделей машинного обучения, но, отметим, что нейронные сети на данный момент являются наиболее перспективными [13]. Цифровые двойники формируют условия для оптимизации цифровой связи между ресурсами, услугами, техническими и природными системами, а

также организационными структурами для повышения адаптивности и эффективности бизнес-операций.

Хотя концепция цифрового двойника существует с 2002 года, только благодаря так называемому «интернету вещей» / Internet of Things (IoT) ее внедрение стало рентабельным.

Проще говоря, цифровой двойник – это виртуальная модель процесса, продукта или услуги. Такое сочетание виртуального и физического миров позволяет анализировать данные и контролировать системы, чтобы предотвратить проблемы еще до того, как они возникнут, предотвратить простои, разработать новые возможности и даже спланировать будущее с помощью моделирования.

Томас Кайзер, старший вице-президент SAP по IoT, сказал об этом так: «Цифровые двойники становятся императивом бизнеса, охватывая весь жизненный цикл актива или процесса и формируя основу для подключенных продуктов и услуг. Компании, которые не знакомы с концепцией цифрового двойника, будут отставать» [14].

Цифровой двойник – это своеобразный мост между физическим и цифровым миром. Во-первых, интеллектуальные компоненты, которые используют датчики для сбора данных о статусе, рабочем состоянии или положении в реальном времени, интегрируются с физическим элементом. Компоненты подключены к облачной системе, которая получает и обрабатывает все данные, которые отслеживают датчики. Эти входные данные сравниваются с бизнес-данными и другими контекстными данными.

В виртуальной среде открываются возможности, которые можно применить в физическом мире – в итоге для преобразования бизнес-процесса.

Цифровые двойники являются вдохновителями инноваций и повышения производительности. По информации IDC, в 2018 году компании, инвестирующие в технологию цифровых двойников, получили 30-процентное сокращение времени цикла критических процессов.

В ближайшие годы цифровые двойники будут представлены в самых разных областях и не только бизнес-процессов. Они откроют новые возможности для сотрудничества между экспертами по продуктам физического мира и специалистами по обработке данных, задача которых – понять, что данные говорят об операциях.

Технология цифровых двойников помогает компаниям улучшить качество обслуживания клиентов за счет лучшего понимания потребностей клиентов, разработки усовершенствований существующих продуктов, операций и услуг.

В условиях растущей конкуренции, масштабных технологических изменений, а также внедрения принципов цифровой экономики задача трансформации транспортных компаний становится вопросом выживания в новых условиях. По словам Президента «Сименс» в России Дитриха Мёллера, сегодня внедрение передовых цифровых технологий – это непереносимое условие для полноценного и эффективного развития любого

предприятия [15]. Действительно, «цифровые двойники» являются вдохновителями инноваций и повышения производительности. По информации IDC, в 2018 году компании, инвестирующие в технологию цифровых двойников, получили тридцатипроцентное сокращение времени цикла критических процессов [16].

Применительно к задаче перераспределения маршрутной сети обслуживаемой СПб ГУП «Пассажиравтотранс» при открытии нового автобусного парка применение метода основанного на концепции «машинного обучения» и «цифрового двойника» позволит повысить прозрачность и эффективность планирования развития маршрутной сети пассажирского транспорта. А также:

- снизить расходы из регионального бюджета, направленные на оплату транспортной работы перевозчиков;
- автоматизировать деятельность по маршрутно-транспортному планированию;
- обеспечить контроль выполнения государственных контрактов в части осуществления перевозок и проводить оценку качества транспортной работы по множеству параметров;
- обеспечивать управление нарушениями и инцидентами в рамках исполнения перевозчиками государственных контрактов на перевозку;
- предоставить информацию для населения и надзорных органов о перевозках и существующей маршрутно-транспортной сети в автоматизированном виде (умные остановки, существующие информационные сервисы, мобильные приложения);
- осуществлять в автоматическом режиме расчет стоимости, выполняемых работ и штрафов, за нарушение государственных контрактов;
- формировать в автоматическом режиме отчеты в соответствии с действующими нормативными правовыми актами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Загруженность транспортных сетей является актуальной проблемой современных городов и требует оптимизации и поиска новых решений. В данной статье рассмотрены основные методы перераспределения маршрутной сети, существующие на текущий момент. Проведя анализ каждого из них, концепция «цифрового двойника» была выявлена, как наиболее эффективная, и рекомендована к внедрению при открытии нового автобусного парка СПб ГУП «Пассажиравтотранс». Для подтверждения сделанного заключения о перспективности данной концепции будут проведены дальнейшие практические работы с последующим внедрением метода в новый автобусный парк.

Авторы заявляют что:

1. У них нет конфликта интересов;
2. Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием людей в качестве объектов исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / References

1. СПб ГУП «Пассажиравтотранс». [St. Petersburg State Unitary Enterprise "Passagiravtotrans" [Internet] (In Russ.)]. Ссылка активна на 10.08.2021. Доступно по: <https://www.avtobus.spb.ru/about/>
2. Интернет – сайт «Питертранспорт». [The website of "Petertransport" [Internet] (In Russ.)]. Ссылка активна на 10.08.2021. Доступно по: <https://pitertransport.com/2020/>
3. Официальный сайт администрации Санкт-Петербурга. [Official website of the administration of St. Petersburg [Internet] (In Russ.)]. Ссылка активна на 9.08.2021. Доступно по: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_transport/news/215277/
4. Шлиппе Н.И., Оганесян Т.С. Анализ условий формирования и развития рынка пассажирских перевозок городским автобусным транспортом // Вестник Московского университета. – Серия 6. – Экономика. – 2017. – № 1. – С. 86–100. [Shlippe NI, Oganessian TS. Analysis of the conditions for the formation and development of the passenger transportation market by urban bus transport. *Bulletin of Moscow University Series 6 Economics*. 2017;(1):86-100 [Internet] (In Russ.)]. doi: 10.38050/01300105201715
5. Батарея «Пассажиравтотранса» // Российская газета. Спецвыпуск «Коммерсантъ С-Петербург». – 29.05.2020. – №94 – С.8 [Battery "Pasazhiravtotrans". *Russian newspaper. Special issue "Kommersant St. Petersburg"*. 2020 May 29(94). (In Russ.)]. Ссылка активна: 10.08.2021. Доступно по: <https://www.kommersant.ru/doc/4358556>
6. Гудков В.А., Миротин Л.Б. Технология, организация и управление пассажирскими автоперевозками. – М.: Транспорт, 1997. – 254 с. [Gudkov VA, Mirotin LB. *Technology, organization and management of passenger road transport*. Moscow: Transport, 1997. 254 p. (In Russ.)]. doi: 10.1016/b978-0-08-022449-7.50015-6
7. Грязнов М.В., Давыдов К.А. Методика организации регулярных перевозок пассажиров в городах с градообразующими предприятиями. [Gryaznov MV, Davydov KA. *Methods of organizing regular passenger transportation in cities with city-forming enterprises* [Internet] (In Russ.)]. doi: 10.20858/sjsutst.2020.108.10
8. Ефимова М.Р. Статистические методы в управлении производством. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 81 с. [Efimova MR. *Statistical methods in production management*. Moscow: INFRA-M; 2002. 81 p. (In Russ.)]. doi: 10.3403/30265649u
9. Корягин М.Е., Декина А.И. Программный комплекс для расчета матрицы корреспонденций по данным натурного обследования пассажиропотока с визуализацией маршрутной сети. [Koryagin ME, Deikina AI. *Software package for calculating the correspondence matrix based on the data of a full-scale survey of passenger traffic with visualization of the route network* [Internet] (In Russ.)]. Ссылка активна на 10.08.2021. Доступно по: https://elibrary.ru/download/elibrary_44762899_52855965.PDF
10. Васильев А.Г. Повышение эффективности управления пригородными и междугородными перевозками на базе АСУ. Дисс.... на соискание уч. ст. канд. техн. наук. Защищена 22.06.2012. [Vasiliev AG. *Improving the efficiency of suburban and intercity transportation management on the basis of automated control systems. Diss.... for the competition of the uch. art. candidate of technical sciences*. Protected on 22.06.2012. (In Russ.)].

11. Сай В.М., Сизый С.В. О моделировании взаимодействия автомобильного, авиационного (малая авиация) и железнодорожного транспорта в области пассажирских перевозок // Вестник УрГУПС. – 2012. – № 3. – С. 31–39. [Sai VM, Sizy SV. On modeling the interaction of automobile, aviation (small aviation) and railway transport in the field of passenger transportation. *Vestnik USUPS*. 2012;3:31-39. (In Russ.)].
12. Stuart J. Russell, Peter Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach (2010), Prentice Hall. doi: 10.1017/s0269888900007724
13. Галушкина А.И. Нейроматематика: учеб. пособие для вузов. – М.: ИПРЖР. – 2002. – Кн. 6. – 448 с. [Galushkin AI. *Neuromathematics: studies handbook for universities*. Moscow: IPRZHR; 2002. Book 6. 448 p. (In Russ.)]. doi: 10.1109/rnns.1992.268514
14. What Is Digital Twin Technology - And Why Is It So Important? [Internet]. [cited 2017 March 6]. Available from: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/03/06/what-is-digital-twin-technology-and-why-is-it-so-important/?sh=b6dbead2e2a7> doi: 10.31988/scitrends.4717
15. Многие российские предприятия вполне достигли цифровой зрелости // Российская газета. Спецвыпуск «Коммерсантъ С-Петербург». – № 115 от 06.07.2021. [Many Russian enterprises have fully reached digital maturity. *Rossiyskaya Gazeta. Special issue "Kommersant St. Petersburg"*. 2021 July 06 (115) (In Russ.)]. Ссылка активна на: 10.08.2021. Доступно по: <https://www.kommersant.ru/doc/4879620>
16. IDC FutureScape: Worldwide IoT 2018 Predictions [cited 2017 October]. Available from: <https://www.idc.com/research/viewtoc.jsp?containerId=US43161517>

Сведения об авторах:

Боева Полина Александровна, магистр;

eLibrary SPIN: 2397-6056; ORCID: 0000-0002-8180-9631;

E-mail: boeva.polina2703@yandex.ru

Богданов Михаил Валентинович, доцент, кандидат педагогических наук;

eLibrary SPIN: 2969-1685; ORCID: 0000-0001-6068-7244;

E-mail: bogdanov78@list.ru

Information about the authors:

Polina A. Boeva, master's student;

eLibrary SPIN: 2397-6056; ORCID: 0000-0002-8180-9631;

E-mail: boeva.polina2703@yandex.ru

Michael V. Bogdanov, associate professor, candidate of pedagogical sciences;

eLibrary SPIN: 2969-1685; ORCID: 0000-0001-6068-7244;

E-mail: bogdanov78@list.ru

Цитировать:

Боева П.А., Богданов М.В. Метод перераспределения маршрутной сети обслуживаемой СПб ГУП «Пассажиравтотранс» при открытии нового автобусного парка // Инновационные транспортные системы и технологии. – 2022. – Т. 8. – № 1. – С. 16–27. doi: 10.17816/transsyst20228116-27

To cite this article:

Boeva PA, Bogdanov MV. Method of redistribution of route network served by SPb GUP "Passazhiravtotrans" due to launch of new bus park. *Modern Transportation Systems and Technologies*. 2022;8(1):16-27. doi: 10.17816/transsyst20228116-27