

Научная статья

УДК 656.1

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-2-256-269>

EDN: JKLFEN



МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ПОТРЕБНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ С ВЫСОКИМ ТУРИСТИЧЕСКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ В ПИКОВЫЕ СЕЗОНЫ

Н.Н. Якунин, Н.В. Якунина, А.Ф. Фаттахова, А.А. Постникова, М.Р. Янучков ✉

Оренбургский государственный университет,
г. Оренбург, Россия

✉ ответственный автор
msi80@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Одной из ключевых проблем в обеспечении качества отдыха населения является предоставление транспортных услуг, соответствующих транспортным потребностям отдыхающих. Исследование транспортной потребности населения городов-курортов в курортный сезон вызвано необходимостью оценки изменяющихся пассажиропотоков в результате кратного увеличения за счет отдыхающих в соответствии с их местом притяжения и возможной корректировки маршрутов регулярных перевозок пассажиров автомобильным транспортом. Этим обусловлена актуальность темы настоящей статьи. Целью статьи является разработка методики определения потребностей в транспортном обслуживании населения и отдыхающих в городах с высоким курортным потенциалом в наиболее нагруженные периоды, позволяющей проектировать процессы перевозки по регулярным маршрутам.

Материалы и методы. В качестве основных методов исследования использованы общенаучные методы анализа и синтеза, положения теории вероятностей и математической статистики, математического моделирования, а также положения технологии транспортных процессов. В работе проведено районирование города на транспортные районы с центром притяжения к остановочным пунктам городского пассажирского транспорта. Расчеты потенциальной транспортной потребности проводились на основе анкетирования отдыхающих и натурных наблюдений, которые обрабатывались с использованием стандартного программного обеспечения Microsoft Excel, Statistika.

Результаты. Основным результатом работы является методика определения потенциальной транспортной потребности населения и отдыхающих в городах с высоким туристическим потенциалом для разработки и корректировки маршрутов регулярных перевозок пассажиров автомобильным транспортом в курортный сезон, представляющая научную новизну исследования. Методика содержит математическую модель и алгоритм.

Обсуждение и заключение. Применение данной методики позволит организатору перевозок в курортных городах оптимизировать организацию регулярных перевозок пассажиров автомобильным транспортом в пиковые сезоны.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: потенциальная транспортная потребность, транспортная подвижность, маршруты регулярных перевозок пассажиров, автомобильный транспорт, город-курорт, курортный сезон, пассажиропоток, транспортный район

Статья поступила в редакцию 22.02.2024; одобрена после рецензирования 21.03.2024; принята к публикации 22.04.2024.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Якунин Н.Н., Якунина Н.В., Фаттахова А.Ф., Постникова А.А., Янучков М.Р. Методика прогнозирования транспортной потребности населения городов с высоким туристическим потенциалом в пиковые сезоны // Вестник СибАДИ. 2024. Т. 21, № 2. С. 256-269. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-2-256-269>

© Якунин Н.Н., Якунина Н.В., Фаттахова А.Ф., Постникова А.А., Янучков М.Р., 2024



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

Origin article

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-2-256-269>

EDN: JKLFEB

FORECASTING TECHNIQUE OF TRANSPORT NEED FOR POPULATION OF CITIES WITH HIGH TOURIST POTENTIAL DURING PEAK SEASONS

Nikolai N. Yakunin, Natalia V. Yakunina, Almira F. Fattakhova, Anastasia A. Postnikova, Mikhail R. Yanuchkov ✉

Orenburg State University
Orenburg, Russia

✉ corresponding author
msi80@mail.ru

ABSTRACT

Introduction. One of the key problems in ensuring the quality of recreation for the population is the provision of transport services that meet the transport needs of vacationers. The study of the transport needs of the population of resort cities during the holiday season is caused by the need to assess changing passenger flows as a result of a multiple increase due to vacationers in accordance with their place of attraction and possible adjustments to the routes of regular passenger transportation by road. This determines the relevance of the topic of this article. The purpose of the article is to develop a methodology for determining the needs for transport services for the population and vacationers in cities with high resort potential during the busiest periods, which makes it possible to design transportation processes along regular routes.

Materials and methods. General scientific methods of analysis and synthesis, the provisions of probability theory and mathematical statistics, mathematical modeling, as well as the provisions of the technology of transport processes were used as the main research methods. The work carried out the zoning of the city into transport areas with a center of gravity at stopping points of urban passenger transport. Calculations of potential transport needs were carried out on the basis of a survey of vacationers and field observations, which were processed using standard Microsoft Excel and Statistika software.

Results. The main result of the work is a methodology for determining the potential transport needs of the population and vacationers in cities with high tourism potential for the development and adjustment of routes for regular passenger transportation by road during the holiday season, which represents the scientific novelty of the research. The technique contains a mathematical model and algorithm.

Discussion and conclusion. The use of this methodology will enable the organizer of transportation in resort cities to optimize the organization of regular passenger transportation by road during peak seasons.

KEYWORDS: potential transport need, transport mobility, routes of regular passenger transportation, road transport, resort city, holiday season, passenger flow, transport area

The article was submitted 22.02.2024; approved after reviewing 21.03.2024; accepted for publication 22.04.2024.

All authors have read and approved the final manuscript.

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

For citation. Yakunin N.N., Yakunina N.V., Fattakhova A.F., Postnikova A.A., Yanuchkov M.R. Forecasting technique of transport need for population of cities with high tourist potential during peak seasons. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2024; 21 (2): 256-269. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-2-256-269>

© Yakunin N.N., Yakunina N.V., Fattakhova A.F., Postnikova A.A., Yanuchkov M.R., 2024



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

ВВЕДЕНИЕ

Одной из ключевых проблем в обеспечении качества отдыха населения является предоставление транспортных услуг, соответствующих транспортным потребностям отдыхающих. Знание транспортной подвижности населения позволяет обоснованно оценивать и рассчитывать потребность в транспортных средствах, обеспеченность населения услугами общественного транспорта, а также осуществлять мероприятия по улучшению транспортного обслуживания населения¹.

Исследование транспортной подвижности населения и отдыхающих в городах с высоким туристическим потенциалом (далее – городах-курортах) вызвано необходимостью оценки изменяющихся пассажиропотоков в курортный сезон и возможной корректировки маршрутов и интервалов движения регулярных перевозок пассажиров автомобильным транспортом. Характерным для таких городов является изменение основных мест притяжения в курортный сезон. Очевидно, что при пиковых нагрузках возникают проблемы несоответствия транспортного предложения и транспортной потребности. Пассажиры, желающие совершить поездку, зачастую не могут ее совершить, в итоге либо отказываются от поездки, либо совершают ее иным способом (такси, личный транспорт). Это свидетельствует о недостаточном уровне организации и управлении перевозками пассажиров транспортом общего пользования. В этой связи можно утверждать об актуальности изучаемого вопроса для городов-курортов в наиболее нагруженные периоды.

Вопросам определения транспортной подвижности населения уделено внимание в трудах отечественных и зарубежных ученых. В статьях, как правило, проводится анализ соотношения числа трудовых и культурно-бытовых поездок в зависимости от численности населения, рассматриваются факторы, которые учитываются при прогнозировании подвижности населения² [1, 2, 3, 4], описываются методы обследования пассажиропотоков и расчета потребности в транспортных передвижениях населения городов [5, 6, 7, 8, 9], предлагаются наиболее перспективные и инновационные

методы изучения транспортной подвижности населения [10, 11, 12]. В статье [13] рассмотрен метод корреляционного анализа для прогнозирования подвижности населения. Прогноз величины подвижности населения, полученный при использовании линейного уравнения парной регрессии, где в качестве данных использовались динамика пассажиропотока и численность населения, позволяет утверждать о существовании между переменными достаточно устойчивой зависимости.

В монографии Якимова М.Р. [14] изложены различные аспекты оценки транспортного спроса и разработки транспортных моделей, включая формирование транспортных районов. Задачи районирования территории г. Казани при построении цифровой транспортной модели рассмотрены авторами статьи [15]. Формирование соответствующих массивов данных, их всесторонняя научно-обоснованная обработка и принятие на этой основе эффективных решений о развитии транспортной инфраструктуры составляют задачу транспортного планирования с применением цифровой транспортной модели. Отсутствие системного подхода к проблеме транспортного планирования городской агломерации выражается в том, что различные виды транспорта рассматриваются по отдельности. Такой подход к планированию может привести к тому, что многие важные взаимосвязи частей транспортной инфраструктуры остаются вне поля зрения лиц, принимающих решения, и вследствие этого к неверным выводам.

Авторами статей [16, 17] отмечается высокая степень неудовлетворенности населения новых и строящихся микрорайонов транспортом общего пользования, представлены рекомендации по реформированию маршрутной сети автобусного транспорта городов.

Зарубежными авторами [18, 19, 20, 21] рассмотрены вопросы влияния различных факторов на транспортную доступность и транспортное предпочтение населения городов. Авторы [22] обосновывают необходимость разработки новых методов и моделей организации транспортной инфраструктуры в современных городах с растущей эффективностью. В работе [23] предложена мультипликативная модель для обработки результатов опросов,

¹ Шефтер Я.И., Трякин К.В. Рекомендации по показателям временных минимальных стандартов транспортной подвижности населения в городах и качества услуг. М.: Транспорт, 2002. 183 с.

² Мулеев Е.Ю. Транспортное поведение населения России: краткий отчет о социологическом исследовании. Под руководством Блинкина М.Я. М.: Институт экономики, транспорта и транспортной политики НИУ ВШЭ, 2015. 37 с.

направленных на выявление моделей поездок жителей, их восприятия и отношения к текущей работе транспортной системы в качестве входных данных, которые в дальнейшем могут использоваться для определения транспортной потребности. В работе [24] показаны результаты исследований – как проведенная реформа в автобусном сообщении повлияла на его привлекательность для местного населения и туристов. Это особенно важно в местах, экономически зависящих от индустрии туризма.

В статьях [25, 26] рассмотрены особенности организации пассажирских перевозок в городах-курортах, где транспорт является одной из отраслей экономики и важнейшей составной частью производственной и социальной инфраструктуры. Сделаны выводы о применении современных научно обоснованных методов организации пассажирских перевозок, которые будут способствовать увеличению инвестиционной привлекательности курортных зон.

В отличие от обычных городов, как отмечает Е.А. Кравченко, к одним из наиболее сложных вопросов в организации и управлении работой подвижного состава в курортных зонах относится повышение его провозных возможностей в пиковый курортный сезон, а также разрешение противоречия между улучшением качества обслуживания населения и эффективностью использования работающего подвижного состава с учетом следующих особенностей: резкие сезонные колебания пассажиропотоков (в 2–3 раза по сравнению со среднегодовым); более высокая транспортная подвижность населения в летний сезон (в 2–2,5 раза больше, чем в обычных случаях); неравномерность распределения пиковых объемов перевозок по часам суток; социально-демографический состав пассажиров и психология их транспортного поведения; преобладание поездок, совершаемых с культурно-бытовыми, санитарно-лечебными и туристическими целями [27, 28].

Своевременная информация о транспортном спросе позволит повысить эффективность управления системой городского пассажирского транспорта и улучшить качество транспортного обслуживания населения в городах курортных зон.

Таким образом, принимая во внимание многочисленные работы по изучению транспортной подвижности населения и спроса на транспортные услуги, можно утверждать об отсутствии методики по определению потенци-

альной транспортной потребности населения и отдыхающих в курортных городах, основанной на выявлении мест притяжения отдыхающих, а также определения закономерностей изменения пассажиропотоков.

Целью статьи является разработка методики определения потребностей в транспортном обслуживании населения и отдыхающих в городах с высоким курортным потенциалом в наиболее нагруженные периоды, позволяющей проектировать процессы перевозки по регулярным маршрутам.

Объект исследования – процессы и факторы, обуславливающие перемещения населения и отдыхающих в городах.

Предмет исследования – прогнозная оценка транспортной подвижности населения и отдыхающих в городах с высоким курортным потенциалом в наиболее нагруженные периоды.

Задачами работы являются:

1. Определение транспортной потребности отдыхающих в городах-курортах:

– определение значения корректирующего коэффициента, учитывающего транспортные предпочтения перемещения отдыхающих от места временного проживания до мест тяготения;

– определение значения корректирующего коэффициента, учитывающего размещение отдыхающих.

2. Определение транспортной потребности местного населения в курортный сезон в городе-курорте:

– определение математических моделей количества потенциальных пассажиров в зависимости от количества проживающих жителей транспортных районов;

– определение значения корректирующего коэффициента, учитывающего изменение пассажиропотока местного населения в связи с увеличением сервисных услуг.

3. Определение общей потенциальной транспортной потребности населения и отдыхающих города-курорта в курортный сезон.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве основных методов исследования использованы общенаучные методы анализа и синтеза, положения теории вероятностей и математической статистики, математического моделирования, динамического программирования, а также положения теории транспортных процессов.

Существующие методики определения транспортной подвижности населения основаны на статистических методах обработки

результатов натуральных наблюдений, и в таком виде не позволяют оценивать проектируемые, еще не введенные в действие маршруты, что значительно затрудняет процесс оптимизации городских пассажирских перевозок, особенно на перспективу.

При разработке методики авторы руководствовались исходной информацией, источниками которой служат данные Росстата, действующие генеральные планы или схемы территориального планирования поселений, городских округов. Данная методика распространяется на существующие регулярные маршруты городского транспорта и на планируемые новые маршруты. В методике использовано районирование городской территории с разбиением ее на части, называемые в статье транспортными районами, которые учитывают количество проживающих в нем жителей.

Под районированием подразумевается условное деление территории города, расположенной вдоль улиц, по которым проходят маршруты городского транспорта общего пользования, на участки – транспортные районы, граница между которыми равно удалена от соседних остановочных пунктов. Каждому транспортному району присваивается номер, по которому в дальнейшем производятся расчеты потенциальной транспортной потребности постоянно проживающих жителей и отдыхающих, временно проживающих в этих частях города.

Для районирования территории возможно использование графических платформ 2ГИС, Яндекс-карты и других.

Общее количество N жителей города-курорта, территория которого поделена на m транспортных районов, в курортный сезон можно представить формулой

$$N = N_m + N_{отд}, \text{ чел.}, \quad (1)$$

где N_m – количество постоянно проживающих жителей, чел.; $N_{отд}$ – количество отдыхающих, прибывших на курорт для отдыха и лечения, чел.

В основе расчета потенциальной транспортной потребности в курортный период в городе-курорте используются данные натуральных наблюдений и анкетирования отдыхающих.

При анкетировании респонденты отвечают на вопросы:

– какое расстояние в километрах на отдыхе респондент может проходить пешим ходом от места временного проживания до места притяжения;

– расположение места временного проживания;

– время суток посещения места притяжения и т.д.

Полученные по результатам анкетирования отдыхающих массивы данных используются при дальнейших расчетах.

Первая задача – определение транспортной потребности отдыхающих в городе-курорте.

С целью совершенствования организации работы пассажирского городского автомобильного транспорта необходимо определить общую потенциальную транспортную потребность жителей и отдыхающих каждого i -го транспортного района Q_i , которую определяют по зависимости

$$Q_i = Q_{mi} + Q_{отдi}, \quad (2)$$

где Q_{mi} – потенциальная транспортная потребность местных жителей, проживающих в i -м транспортном районе города, поездок; $Q_{отдi}$ – потенциальная транспортная потребность отдыхающих, проживающих в i -м транспортном районе города, поездок.

Для решения первой задачи за исходную величину принимают суточное посещение отдыхающими объекта притяжения (места отдыха, музеи и т.д). Эти значения определяют по известной информации или по результатам натуральных наблюдений. В связи с тем, что необходимо определить потенциальную транспортную потребность в передвижениях, величина $N_{отд}$ учитывает отдыхающих, прибывших для отдыха и лечения с временным проживанием. Наряду с такими отдыхающими часть приезжих составляют отдыхающие, прибывшие на отдых на один день N_{ep} . Как правило, они приезжают семьями и используют личный автотранспорт.

Для исключения их из общего числа отдыхающих пользуются данными натуральных наблюдений. С учетом усредненного значения количества пассажиров в легковом автомобиле Π , количество отдыхающих, прибывших на отдых на один день N_{ep} вычисляют по формуле

$$N_{ep} = A \cdot \Pi, \text{ чел.} \quad (3)$$

В связи с тем, что часть отдыхающих, прибывших на длительное время, предпочитают в течение дня покидать территорию места притяжения, а затем вновь возвращаться, необходимо откорректировать $N_{отд}$ в зависимости от общего количества посещений:

$$N_{om\delta} = \frac{M - N_{ep}}{(1 + k_n)}, \text{ чел.}, \quad (4)$$

где M – усредненное максимальное количество посещений в сутки, чел.; k_n – корректирующий коэффициент, учитывающий повторное посещение места притяжения отдыхающими за сутки, ед., который определяют экспериментально для конкретного города.

Потребность использования транспорта общего пользования зависит от многих факторов [27]. Наряду с такими факторами, как состояние здоровья, возраст, наличие малолетних детей на отдыхе, тарифы и т.п., одним из них является удаленность места временного проживания отдыхающих от мест притяжений. В связи с тем, что отдыхающие проживают в различных транспортных районах, находящихся на различных расстояниях от входов на территорию места притяжения, необходимо определить, в каких случаях они предпочтут поездку на регулярном городском транспорте перемещению пешком.

С учетом этого потенциальную транспортную потребность отдыхающих определяют по формуле

$$Q_{om\delta} = 2 \cdot d_j \cdot N_{om\delta}, \text{ поездок}, \quad (5)$$

где d_j – корректирующий коэффициент, учитывающий транспортное предпочтение на поездку отдыхающих до места притяжения, ед.

Для определения граничных значений транспортного предпочтения отдыхающими по перемещению в туристическом центре (городе), их месте временного проживания, а также времени посещения объектов, проводится с использованием метода анкетирования. К полученному по результатам анкетирования массиву данных о транспортном предпочтении перемещения (пешком/автобус) респондентов в зависимости от расстояния между местом временного проживания и входами на объект притяжения применяется правило трех сигм (σ)³. Проводится проверка гипотезы о нормальности распределения генеральной совокупности с помощью критерия Пирсона χ^2 . Выполнение условия $\chi^2 < \chi^2_{кр}$ свидетельствует о нормальности закона распределения и правомерности применения критерия трех сигм. Вероятность поездки по регулярному маршру-

ту от места временного проживания до места притяжения с учетом кумулятивной функции объединяется в группы – зоны, определяющие граничные значения способов перемещения.

Объекты притяжения, как правило, рассчитаны на большое количество посещений и имеют несколько входов. По полученным значениям удаленности от мест притяжения производится зонирование транспортных районов относительно существующих входов (объектов) притяжения. Таким образом, каждая из зон в зависимости от удаленности входов на территорию объекта притяжения состоит из определенного количества конкретных по номерам транспортных районов, с определенным количеством отдыхающих, временно проживающих в них.

Потенциальную транспортную потребность отдыхающих для каждой зоны $Q_{om\delta j}$ рассчитывают с учетом распределения массива данных о местах их временного проживания, согласно результатам анкетирования:

$$Q_{om\delta j} = b_j \cdot Q_{om\delta}, \text{ поездок}, \quad (6)$$

где b_j – коэффициент, учитывающий распределение отдыхающих по зонам их удаления от места притяжения, ед.

По данным анкетирования отдыхающих и натуральных наблюдений определяется распределение отдыхающих относительно входов на объект притяжения.

С учетом приоритета отдыхающих и зон размещения определяют значения потенциальной транспортной потребности по зонам $Q_{om\delta}^{ex}$ относительно существующих входов на территорию объекта притяжения:

$$Q_{om\delta}^{ex} = Q_{om\delta j} \cdot p, \text{ поездок}, \quad (7)$$

где p – коэффициент, корректирующий распределение отдыхающих относительно входов на объект притяжения.

Прогнозируемая транспортная потребность отдыхающих относительно входов $Q_{om\delta i}$ определяется по каждому транспортному району для каждой зоны по формуле

$$Q_{om\delta i} = \frac{Q_{om\delta}^{ex}}{m_j}, \text{ поездок}, \quad (8)$$

где m_j – количество транспортных районов,

³ Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. СПб.: Питер, 2003. 688 с. ISBN 5-272-00078-1

находящихся в j -й зоне, отдыхающие которых тяготеют к одному из входов на территорию объекта притяжения.

Таким образом, рассчитана потенциальная транспортная потребность отдыхающих по каждому транспортному району города-курорта.

При определении потенциальной транспортной подвижности местных жителей исходной информацией является количество жителей каждого транспортного района. Расчеты по числу жителей, проживающих в данном транспортном районе, производят в зависимости от типов домов, этажности и количества подъездов в домах. Данные могут быть уточнены в службах статистики (управляющих компаниях этих транспортных районов). Суммируя численность жителей в каждом доме, определяют общую численность населения данного транспортного района.

Использование расчетно-аналитического метода для определения потенциальных пассажиров транспортного района возможно, если существует зависимость количества потенциальных пассажиров от количества жителей транспортного района. Для этого необходима калибровка модели, которую проводят методом натурного обследования пассажиропотоков на выборке остановочных пунктов путем фактического наблюдения за количеством пассажиров, входящих в салон транспортного средства. В результате обработки определяют суточные пассажиропотоки данного остановочного пункта. Также натурное обследование может проводиться с помощью видеокамер, расположенных в местах расположения остановочных пунктов. Данные обследования обрабатывают традиционным способом.

В соответствии с расчетом количества местных жителей N_{mi} и результатов натурного обследования пассажиропотоков определяется зависимость (y) потенциальных пассажиров от проживающих в районе остановочного пункта жителей для будних, субботних и воскресных дней вне курортного сезона:

$$y = f(N_{mi}). \quad (9)$$

На основании обследований на пассажирообразующих (пассажиропоглощающих) остановочных пунктах учитывают пассажиропоток, связанный с особенностями ОП (наличием торговых центров, крупных предприятий и т.д.), который суммируют с пассажиропото-

ком, образованным проживающими в данном транспортном районе жителями.

По результатам обследования и полученных зависимостей определяют значения пассажиропотоков местного населения по всем транспортным районам. В пиковый сезон, в связи с оказанием услуг отдыхающим (туристам), потребность в транспортных перемещениях местного населения возрастает. Для определения потенциальной транспортной подвижности местных жителей i -го транспортного района в курортный сезон полученные значения пассажиропотоков вне курортного сезона необходимо скорректировать через коэффициент K_1 :

$$Q_{mi} = k_1 \cdot f(N_{mi}), \text{ поездок}, \quad (10)$$

где k_1 – корректирующий коэффициент, учитывающий изменение пассажиропотока транспорта общего пользования, из-за увеличения перемещений местных жителей, связанных с оказанием услуг отдыхающим (туристам), ед.; $f(N_{mi})$ – зависимость потенциальных пассажиров от проживающих в районе остановочного пункта местных жителей, пасс.

Суммарное значение прогнозируемой транспортной потребности населения и отдыхающих (туристов) в пиковый сезон для каждого транспортного района, рассчитывают согласно формуле (10). Алгоритм определения общей потенциальной транспортной потребности населения и отдыхающих (туристов) города-курорта в пиковый сезон представлен на рисунке 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Предлагаемая методика разработана на примере определения потенциальной транспортной подвижности населения и отдыхающих г. Соль-Илецка (в курортный сезон г. Соль-Илецк – российский аналог израильского курорта, расположенного на Мертвом море). Это небольшой город в 70 км от г. Оренбурга, с численностью местного населения 25,8 тыс. чел.⁴, обладает природными богатствами – озерами с минеральной водой и донными глинами. В июне начинается сезон отдыха и купания, а самое популярное время – июль, август. Летом 2023 г. курорт «Соленые озера» находился в рейтинге самых популярных мест отдыха России.

⁴ Данные Росстата на 1.01.2022 г.

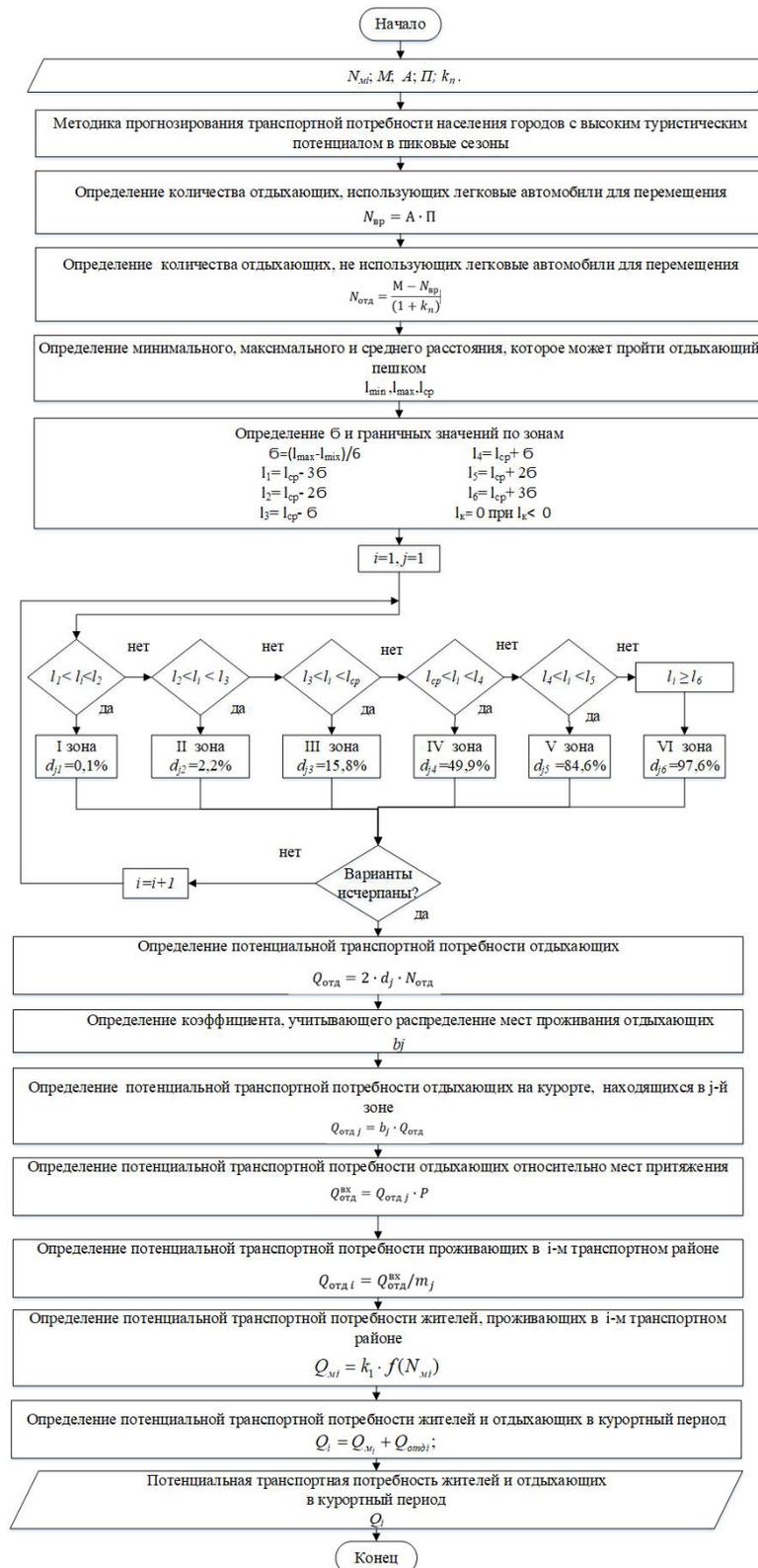


Рисунок 1 – Алгоритм определения общей потенциальной транспортной потребности населения и отдыхающих города-курорта в курортный сезон
Источник: составлено авторами.

Figure 1 – Algorithm for determining the total potential transport needs of the population and vacationers of a resort city during the holiday season
Source: compiled by the authors.

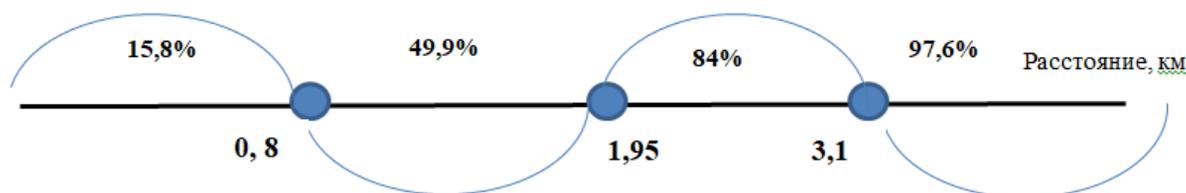


Рисунок 2 – Вероятность поездки отдыхающих по регулярным маршрутам до курорта «Солёные озера»
 Источник: составлено авторами.

Figure 2 – Probability of vacationers travelling on a regular route to the Salt Lakes resort
 Source: compiled by the authors.

Максимальное количество посетителей курорта фиксировалось свыше 5 тыс. чел. в ч. В будни дни количество отдыхающих составляло 27 тыс. чел. в день, а в выходные, за счет отдыхающих, прибывших на один день, больше 33 тыс. чел. Статистика свидетельствует о значительном увеличении населения этого города за счет отдыхающих, что вызывает необходимость повышения провозных возможностей транспорта в курортный сезон.

Для определения потенциальной транспортной потребности населения и отдыхающих территория города условно разделена на 62 транспортных района. В соответствии с формулами (3) и (4) определено количество посещений курорта «Солёные озера» отдыхающими, временно проживающими в городе-курорте. Для определения граничных значений вероятности поездки по городу проведено анкетирование отдыхающих. По результатам анкетирования получен массив данных о транспортном предпочтении перемещения (пешим

ходом/автобус) респондентов в зависимости от расстояния между местом временного проживания и входами на курорт «Солёные озера».

На рисунке 2 приведена графическая интерпретация правила трех сигм по определению граничных значений транспортного предпочтения до курорта «Солёные озера».

По полученным граничным значениям вероятности поездок и зонированием транспортных районов относительно входов на территорию курорта «Солёные озера», а также результатам анкетирования отдыхающих (таблицы 1,2), в соответствии с формулами (5), (6), (7) произведен расчет потенциальной транспортной потребности по зонам относительно существующих входов.

Прогнозируемая транспортная потребность отдыхающих относительно входов Q_{omdi} по каждому транспортному району для каждой зоны, рассчитанная по формуле (8), представлена в таблице 3.

Таблица 1
 Распределение размещения мест временного проживания отдыхающих по зонам и вероятности транспортного предпочтения
 Источник: составлено авторами.

Table 1
 Distribution of temporary residence places for vacationers by zone and probability of transport preference
 Source: compiled by the authors.

Номер зоны	Расстояние от входов на курорт l , км	Вероятность поездки d_i , %	Вероятность размещения мест временного проживания отдыхающих в зоне b_p , %
I зона	до 0,8 км	15,8	49 %
II зона	от 0,8 до 1,95 (км)	49,9	41 %
III зона	от 1,95 до 3,1 (км)	84	7 %
IV зона	более 3,1 км	97,6	3 %

Таблица 2
Распределение отдыхающих относительно входов на курорт «Соленые озера»
Источник: составлено авторами.

Входы	Распределение отдыхающих относительно входов р, %
1-й вход с ул. Советская	36%
2-й вход с ул. Персиянова	43%
3-й вход с ул. Комсомольская	21%

Таблица 3
Определение прогнозируемой транспортной потребности в перевозках отдыхающих в зависимости от транспортного района временного проживания
Источник: составлено авторами.

Table 3
Determination of the projected transport need for transportation of vacationers depending on the transport area of temporary residence
Source: compiled by the authors.

Вход на курорт	Прогнозируемая транспортная потребность отдыхающих в зоне $Q_{отд\ i}^p$ поездок/сут	Прогнозируемая транспортная потребность отдыхающих в зоне относительно входов $Q_{отд}^{ex}$ поездок/сут	Количество транспортных районов m_p , ед.	Прогнозируемая транспортная потребность отдыхающих в i -м транспортном районе, $Q_{отд\ i}^p$ поездок/сут
1-я зона				
1-й вход	3214	1148	6	191
2-й вход		1378	3	459
3-й вход		689	4	172
2-я зона				
1-й вход	8440	3014	16	188
2-й вход		3617	4	904
3-й вход		1809	3	603
3-я зона				
1-й вход	2426	866	8	122
2-й вход		1040	9	132
3-й вход		520	0	0
4-я зона				
1-й вход	1208	431	5	86
2-й вход		518	3	173
3-й вход		259	1	259
Всего	15288	15288	62	

Для определения потенциальной транспортной подвижности местных жителей рассчитано количество жителей каждого транспортного района в зависимости от типов домов, этажности и количества подъездов в домах. В результате обработки данных проведения натурного обследования пассажиропотоков на выборке остановочных пунктов определены суточные пассажиропо-

токи остановочных пунктов вне курортного сезона.

На основании информации о количестве жителей N_m и результатов натурного обследования пассажиропотоков получены следующие зависимости потенциальных пассажиров (y) от проживающих в районе остановочного пункта жителей для будних, субботних и воскресных дней, соответственно, вне курортного сезона:

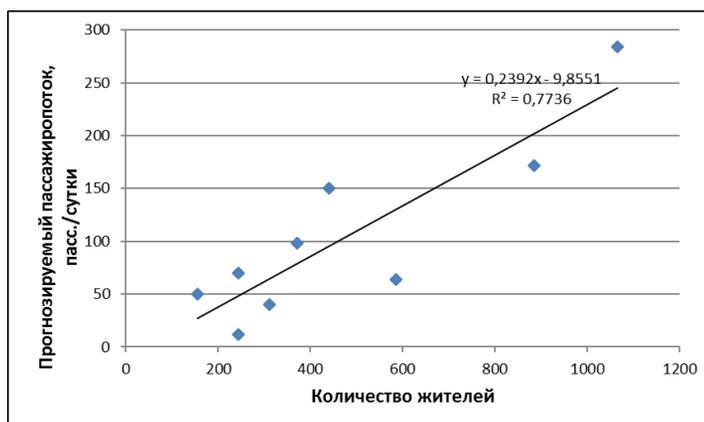


Рисунок 3 – Зависимость прогнозируемого пассажиропотока в будние дни от количества постоянно проживающих в районе остановочного пункта
Источник: составлено авторами.

Figure 3 – Dependence of the predicted passenger flow on weekdays on the number of permanent residents in the area of the stopping point
Source: compiled by the authors.

– $y = 0,2392 N - 9,8551$ с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,7736$ (рисунок 3);

– $y = 0,1044 \cdot N + 8,8938$ с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,6262$;

– $y = 0,108 \cdot N - 8,705$ с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,825$.

Качественная оценка степени связи случайных переменных на основе шкалы Чеддока для коэффициента детерминации свидетельствует о высокой достоверности полученных зависимостей.

Таким образом, по результатам обследования и полученных зависимостей определены значения пассажиропотоков местного населения по всем транспортным районам г. Соль-Илецка в будние, субботние и воскресные дни с учетом пассажирообразующих остановочных пунктов вне курортного сезона. Откорректированные данные значения согласно (10) позволили определить потенциальную транспортную потребность местных жителей i -го транспортного района в курортный сезон.

Согласно предложенному алгоритму по формуле (2) определено суммарное значение прогнозируемой транспортной потребности населения и отдыхающих в курортный сезон для каждого транспортного района. В соответствии с тем, что транспортные районы образованы с учетом определенного остановочного пункта, в дальнейшем возможна корректировка имеющихся маршрутов регулярных городских перевозок пассажиров или организация новых маршрутов в курортный сезон с корректировкой пассажиропотоков и перерасчетом требуемого подвижного состава и интервалов движения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решена актуальная научно-практическая задача. Основным результатом исследования является методика определения потенциальной транспортной потребности населения и отдыхающих города-курорта с учетом предложенного алгоритма. Методика включает условное районирование городской территории на транспортные районы, что позволяет рассчитать пассажиропотоки остановочных пунктов и определить зависимости численности потенциальных пассажиров от количества проживающих в транспортном районе жителей. Кроме того, в методику включен алгоритм, позволяющий определить возрастание пассажиропотока в пиковые сезоны с учетом зонирования удаленности проживания отдыхающих.

В результате апробирования методики была подтверждена эффективность предложенного алгоритма определения общей потенциальной транспортной потребности. Методика позволила спрогнозировать спрос на транспортные услуги по перевозке пассажиров города-курорта в пиковый сезон, определить пассажиропоток по предложенным и скорректированным маршрутам.

Авторами планируется продолжить работу по развитию повышения качества организации перевозок населения и отдыхающих с учетом неравномерности пассажиропотоков по часам суток, характерной для таких городов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Момотова И.А. Мировой и отечественный опыт исследований транспортной подвижности населения // Global and Regional Research. 2021. Т. 3, № 2. С. 169–173. EDN VFIYNV.

2. Якунин Н.Н., Нурғалиева Д.Х. Транспортная подвижность населения в г. Оренбурге // Вестник Оренбургского государственного университета. 2014. № 10 (171). С. 224–229.
3. Сакульева Т.Н. Транспортный спрос как функция состояния транспортной сети. Управление. 2019;7(3):47–53. <https://doi.org/10.26425/2309-3633-2019-3-47-53> https://upravlenie.guu.ru/jour/article/view/216?locale=ru_RU
4. Агуреев И.Е., Ахромешин А.В. Подходы к формализации понятия транспортного поведения населения городских агломераций // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2021. № 2. С. 60–70. DOI:10.25198/2077-7175-2021-2-60. https://intellekt-izdanie.osu.ru/arch/2021_2_60.pdf?tm=1
5. Бутузова А.Б., Долгих В.И. Исследование целевой структуры транспортной подвижности населения на примере г. Иркутска // Техник транспорта: образование и практика. 2023. Т. 4, № 3. С. 322–331. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2023.3.322-33>
6. Штоцкая А.А., Михайлов А.Ю. Оценка транспортной подвижности населения на основе дезагрегированных моделей // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Т. 21, № 5 (124). С. 199–207. ISSN: 1814-3520(print) <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2017-5-199-207>
7. Ermagun A. Transit access and urban space-time structure of American cities. *Journal of Transport Geography*. May 2021. Volume 93. 103066.
8. Szakonyi P., Makó E. Defining Correlation between the Modal Split of Inhabitants and Students and the Location of Housing Areas and Schools with the Analysis of Travel Plans. *Transportation Research Procedia*. 2014. Volume 4. pp. 271–285.
9. Саломзода Р.С., Бобоев М.М. Анализ состояния пассажирских перевозок в г. Худжанде и перспективы их развития // Мир транспорта. 2021. Т. 19, № 6 (97). С. 68–72. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2021-19-6-9>
10. Бутузова А.Б., Потылицын Е.А. Современные методы исследования транспортной подвижности населения на основе данных мобильных операторов. Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2019. № 50 (288). С. 87–90. URL: <https://moluch.ru/archive/288/65157/> (дата обращения: 15.01.2024).
11. Шен Л., Стофер П. Обзор GPS-исследования путешествий и методов обработки GPS-данных // Транспорт Обзоры: Транснациональный трансдисциплинарный журнал. 2014. 34:3. С. 316–334.
12. Попова И.М., Абрамов Н.В., Попова Е.А. Изучение транспортной подвижности населения с использованием современных методов // Научный альманах. 2015. N 12-2(14). С. 152–155. <https://ucom.ru/na> ISSN 2411-7609. DOI: 10.17117/na.2015.12.02.152 <https://ucom.ru/doc/na.2015.12.02.152.pdf>
13. Мусабаев Б.К., Жаманбаев Б.У., Алмаханова Э.А. Прогнозирование учетной транспортной подвижности населения города Алматы // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2019. № 4 (111). С. 112–117.
14. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография. М.: Логос, 2013. 188 с.
15. Загидуллин Р.Р., Галеева А.А. Районирование территории г. Казани при построении цифровой транспортной модели // Техника и технология транспорта. 2020. № 4 (19). 9 с. URL: <https://transport-kgasu.ru/files/N19-09TP420.pdf>
16. Якунина Н.В. Методология повышения качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам: монография. Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2015. 262 с.
17. Рыжова А.С., Жевтун И.Ф., Карбышев А.В., Безматерных К.Л. Удовлетворенность транспортного обслуживания населения микрорайона города пассажирским транспортом // Вестник Академии знаний. № 44 (3). 2021. С. 189–193. DOI: 10.24412/2304-6139-2021-11237 <https://academyad.ru/wp-content/uploads/vaz/vaz-44.pdf>
18. J.P. Vocarejo S., D.R. Oviedo H. Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. *Journal of Transport Geography*. 2012. Volume 24. pp. 142-154.
19. Thondoo M., Marquet O., Marquez S., Nieuwenhuijsen M.J. Small cities, big needs: Urban transport planning in cities of developing countries. *Journal of Transport & Health*. December 2020. Volume 19. 100944.
20. Bieland D., Sommer C., Witte C. A Survey-based Analysis of Traffic Behaviour of Short Vacationers and Same-day Visitors. *Transportation Research Procedia*. 2016. Volume 14. pp. 3228-3237.
21. Рошин А.И., Усман Д.М. Комплексное обследование транспортной подвижности населения в провинции Латакия (Сирия) // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2019. № 4 (76). С. 149–154.
22. Pazzini M., Lantieri C., Vignali V., Simone A., Dondi G., Luppino G., Grasso D. Comparison between different territorial policies to support intermodality of public transport. *Transportation Research Procedia*. 2022. Volume 60. pp. 68-75.
23. Batur İ., Koç M. Travel Demand Management (TDM) case study for social behavioral change towards sustainable urban transportation in Istanbul, Cities. September 2017. Volume 69. pp. 20-35.
24. Bajada T., Titheridge H. The attitudes of tourists towards a bus service: implications for policy from a Maltese case study. *Transportation Research Procedia*. 2017. Volume 25. pp. 4110-4129.
25. Коновалова Т.В., Мелешенко О.И., Надирян С.Л., Папазян М.В. Особенности организации пассажирских перевозок в городах курортах (на примере г. Горячий Ключ) // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2014. № 4. С. 176–181.
26. Белокуров В.П., Мотузка Д.А., Артемов А.Ю. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта при осуществлении сезонных пассажирских перевозок в городах курортных зон // Технология колесных и гусеничных машин. 2015. № 3 (19). С. 25–33. https://elibrary.ru/download/elibrary_23907475_36487710.pdf

27. Кравченко А.Е. Формирование системы перевозочных процессов пассажирским автомобильным транспортом в курортных зонах: монография; М-во образования и науки РФ, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования Кубан. гос. техн. ун-т (КубГТУ). Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2010. 468 с. ISBN 978-5-91718-066-3-8. https://id-yug.com/images/id-yug/Book_id-yug/66.pdf

28. Кравченко А.Е. Особенности транспортного обслуживания населения курортных зон пассажирским автобусным транспортом // Грузовое и пассажирское автохозяйство. 2010. № 3. С. 45–52.

REFERENCES

1. Momotova I.A. World and domestic experience in research of transport mobility of the population. *Global and Regional Research*. 2021; Т. 3. No. 2: 169–173. EDN VFIYNV. (in Russ.)

2. Yakunin N.N., Nurgaliev D.Kh. Transport mobility of the population in Orenburg. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2014; No. 10 (171): 224–229. (in Russ.)

3. Sakulyeva T. Transport demand as a function of the state of a transport network. *UPRAVLENIE / MANAGEMENT (Russia)*. 2019;7(3):47–53. (In Russ.) <https://doi.org/10.26425/2309-3633-2019-3-47-53>

4. Agureev I.E., Akhromeshin A.V. Approaches to formalizing the concept of transport behavior of the population of urban agglomerations. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii [Intellect. Innovations. Investments]*. 2021; Vol. 2: 60–70. DOI: 10.25198/2077-7175-2021-2-60. (in Russ.)

5. Butuzova A.B., Dolgikh V.I. Study of the target structure of transport mobility of the population on the example of Irkutsk. *Transport Technician: Education and Practice*. 2023;4(3):322–331. (In Russ.) <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2023.3.322-33>

6. Shtotskaya A.A., Mikhailov A.Yu. Disaggregated model-based assessment of population transport mobility. *Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2017; vol. 21, no. 5: 199–207. (In Russ.) DOI: 10.21285/1814-3520-2017-5-199-207

7. Ermagun A. Transit access and urban space-time structure of American cities. *Journal of Transport Geography*. May 2021; Volume 93: 103066.

8. Szakonyi P., Makó E. Defining Correlation between the Modal Split of Inhabitants and Students and the Location of Housing Areas and Schools with the Analysis of Travel Plans. *Transportation Research Procedia*. 2014; Volume 4: 271–285.

9. Salomzoda R.S., Boboev M.M. Analysis of the Passenger Transportation in the City of Khujand and the Prospects for its Development. *World of Transport and Transportation*. 2021; 19(6): 68–72. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2021-19-6-9>

10. Butuzova A.B., Potylitsyn E.A. Modern methods for studying transport mobility of the population based on data from mobile operators. *Molodoj uchjonyj*. 2019; No. 50 (288): 87–90. Available at: <https://moluch.ru/archive/288/65157/> (accessed: 01/15/2024).

11. Shen L., Stopher P. Review of GPS Travel Survey and GPS Data-Processing Methods. *Transport*

Obzory: Transnacional'nyj transdisciplinarnyj zhurnal. 2014; 34:3: 316–334. (in Russ.)

12. Popova I.M., Abramov N.V., Popova E.A. The study of the transport mobility of the population using modern methods. *Nauchnyj al'manah*. 2015; 12-2(14): 152–155. (in Russ.) DOI: 10.17117/na.2015.12.02.152 <https://ucom.ru/doc/na.2015.12.02.152.pdf>

13. Musabaev B.K., Zhamanbaev B.U., Almakhanova E.A. Forecasting of registration transport mobility of the population of Almaty city. *The Bulletin of KazA-TC*. 2019; No. 4 (111): 112–117. (in Russ.)

14. Yakimov M.R. *Transport planning: creation of transport models of cities: monograph*. Moscow: Logos, 2013: 188. (in Russ.)

15. Zagidullin R.R., Galeeva A.A. Zoning of the territory of Kazan when constructing a digital transport model. *Tehnika i tehnologija transporta*. 2020; 4 (19): 9. Available at: <https://transport-kgasu.ru/files/N19-09TP420.pdf>

16. Yakunina N.V. *Methodology for improving the quality of passenger transportation by road on regular routes: monograph*. Orenburg: IPK University LLC, 2015: 262. (in Russ.)

17. Ryzhova A.S., Zhevtun I.F., Karbyshev A.V., Bezmaternykh K.L. Satisfaction with the transport service by population of the city microdistrict with passenger transport. *Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2021; No. 44 (3): 2021. (in Russ.) DOI: 10.24412/2304-6139-2021-11237 <https://academiyadt.ru/wp-content/uploads/vaz/vaz-44.pdf>

18. J.P. Bocarejo S., D.R. Oviedo H.: Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments, *Journal of Transport Geography*, Volume 24, September 2012, Pages 142–154.

19. Thondoo M., Marquet O., Marquez S., Nieuwenhuijsen M.J. Small cities, big needs: Urban transport planning in cities of developing countries. *Journal of Transport & Health*. December 2020; Volume 19: 100944.

20. Bieland D., Sommer C., Witte C. A Survey-based Analysis of Traffic Behaviour of Short Vacationers and Same-day Visitors. *Transportation Research Procedia*. 2016; Volume 14: 3228–3237.

21. Roshchin A.I., Usman D.M. Comprehensive survey of transport mobility of the population in the province of Latakia (Syria). *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshhenija*. 2019; 4 (76):149–154. (in Russ.)

22. Pazzini M., Lantieri C., Vignali V., Simone A., Dondi G., Luppino G., Grasso D. Comparison between different territorial policies to support intermodality of public transport. *Transportation Research Procedia*. 2022; Volume 60: 68–75.

23. Batur İ., Koç M. Travel Demand Management (TDM) case study for social behavioral change towards sustainable urban transportation in Istanbul, *Cities*. September 2017; Volume 69: 20–35.

24. Bajada T., Titheridge H. The attitudes of tourists towards a bus service: implications for policy from a Maltese case study. *Transportation Research Procedia*. 2017; Volume 25: 4110–4129.

25. Konovalova T.V., Meleshchenko O.I., Nadiryan S.L., Papazyan M.V. Features of the organization of passenger transportation in resort cities (using the example of the city of Goryachiy Klyuch). *Scientific Works of the Kuban State Technological University*. 2014; 4: 176–181. (in Russ.)

26. Belokurov V.P., Motuzka D.A., Artemov A.Yu. Increasing the efficiency of vehicle operation during seasonal passenger transportation in resort towns. *Tehnologija kolesnyh i gusenichnyh mashin*. 2015; 3 (19): 25–33. (in Russ.) Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_23907475_36487710.pdf

27. Kravchenko A.E. Formation of a system of transportation processes by passenger automobile transport in resort areas: monograph. Ministry of Education and Science of the Russian Federation, State. education institution of higher education prof. education Kuban. state technol. University (KubSTU). Krasnodar: Publishing House – South, 2010: 468 p. (in Russ.) Available at: https://id-yug.com/images/id-yug/Book_id-yug/66.pdf

28. Kravchenko A.E. Features of transport services for the population of resort areas by passenger bus transport. *Gruzovoe i passazhirskoe avtohozhajstvo*. 2010; 3: 45–52. (in Russ.)

ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Якунин Н.Н. *Постановка задач, окончательное утверждение версии для публикации, итоговая переработка статьи.*

Якунина Н.В. *Статистическая обработка экспериментальных данных, проведение экспериментальной части исследования.*

Фаттахова А.Ф. *Статистическая обработка экспериментальных данных, проведение экспериментальной части исследования.*

Постникова А.А. *Анализ ранее выполненных работ по тематике исследования, проведение экспериментальной части исследования.*

Янучков М.Р. *Проведение экспериментальной части исследования.*

COAUTHORS' CONTRIBUTION

Nikolai N. Yakunin. *Tasks statement, final approval of the version for publication, final layout of the article.*

Natalia V. Yakunina. *Statistical processing of experimental data, conducting the experimental part of the study.*

Almira F. Fattakhova. *Statistical processing of experimental data, conducting the experimental part of the study.*

Anastasia A. Postnikova. *Analysis of previously completed work on the research topic, conducting the experimental part of the study.*

Mikhail R. Yanuchkov. *Conducting the experimental part of the study.*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Якунин Николай Николаевич – д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой автомобильного

транспорта Оренбургского государственного университета, член-эксперт Общественного совета при Министерстве транспорта РФ (460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13), **ORCID:** 0000-0002-7240-4982, **SPIN-код:** 7171-9493, e-mail: yakunin-n@yandex.ru

Якунина Наталья Владимировна – д-р техн. наук, доц., проф. кафедры автомобильного транспорта Оренбургского государственного университета (460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13), **ORCID:** 0000-0002-8895-1307, **SPIN-код:** 7171-9493, e-mail: nat.yakunina56@yandex.ru

Фаттахова Альмира Файзулловна – канд. техн. наук, доц., доц. кафедры автомобильного транспорта Оренбургского государственного университета (460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13), **ORCID:** 0000-0001-7244-7184, **SPIN-код:** 3230-8797, e-mail: alm-fed@mail.ru

Постникова Анастасия Алексеевна – ассистент кафедры автомобильного транспорта Оренбургского государственного университета (460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13), **ORCID:** 0009-0006-6955-0416, **SPIN-код:** 4524-9496, e-mail: nastya.postnikova.1993@mail.ru

Янучков Михаил Романович – канд. техн. наук, доц. кафедры автомобильного транспорта Оренбургского государственного университета (460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13), **ORCID:** 0000-0001-7277-7511, **SPIN-код:** 5485-1360, e-mail: msi80@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nikolay N Yakunin. Dr. of Sci., Professor, Head of the Automobile Transport Department, Orenburg State University, Expert member of the Public Council under the Ministry of Transport of the Russian Federation (Pobedy ave., 13, Orenburg, 460018), **ORCID:** 0000-0002-7240-4982, **SPIN-код:** 7171-9493, e-mail: yakunin-n@yandex.ru

Natalia V. Yakunina. Dr. of Sci., Associate Professor, Professor of the Automobile Transport Department Orenburg State University (Pobedy ave., 13, Orenburg, 460018), **ORCID:** 0000-0002-8895-1307, **SPIN-код:** 7171-9493, e-mail: nat.yakunina56@yandex.ru

Almira F. Fattakhova. Cand. of Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Automobile Transport Department, Orenburg State University (Pobedy ave., 13, Orenburg, 460018), **ORCID:** 0000-0001-7244-7184, **SPIN-код:** 3230-8797, e-mail: alm-fed@mail.ru

Anastasia A. Postnikova. Assistant of the Automobile Transport Department, Orenburg State University (Pobedy ave., 13, Orenburg, 460018), **ORCID:** 0009-0006-6955-0416, **SPIN-код:** 4524-9496, e-mail: nastya.postnikova.1993@mail.ru

Mikhail R. Yanuchkov. Cand. of Sci., Associate Professor of the Automobile Transport Department, Orenburg State University (Pobedy ave., 13, Orenburg, 460018), **ORCID:** 0000-0001-7277-7511, **SPIN-код:** 5485-1360, e-mail: msi80@mail.ru