

УДК 004.67

DOI: [10.26102/2310-6018/2020.31.4.004](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.31.4.004)

Применение математико-статистических методов исследования для анализа мнения жителей об организации городского парковочного пространства на примере города Волгоград

Т.П. Огар, Е.Г. Крушель, И.В. Степанченко, А.Э. Панфилов, И.М. Харитонов
*Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета,
Камышин, Российская федерация*

Резюме: Статья посвящена выявлению закономерностей формирования параметров спроса на парковочное пространство в районе N г. Волгограда, которые позволят улучшить организацию парковочного пространства в этом районе. Проведен социологический опрос жителей города, направленного на выявление общественного мнения по вопросам использования и работы парковочного пространства на отдельных территориях района N. Проведена первичная обработка результатов обследования, по результатам которой получены основные выводы по наиболее важным вопросам анкеты. Проведен анализ ответов респондентов с применением математико-статистических методов исследования. Предварительно все данные, полученные в ходе проведения опроса, были нормализованы. Произведена кластеризация ответов респондентов на все вопросы, которая позволила разделить всех участников опроса на два кластера. Для подтверждения наличия линейной связи между различными вопросами анкеты был проведен корреляционный анализ данных, полученных в ходе опроса. Взаимосвязь между различными парами вопросов проверялась посредством проведения регрессионного анализа данных. Корреляционный и регрессионный анализы проводились каждого из полученных кластеров отдельно для повышения точности оценки взаимосвязей между регрессионными переменными. По результатам математико-статистического анализа выявлена зависимость между ответами респондентов на различные вопросы анкеты.

Ключевые слова: городское парковочное пространство, транспорт, транспортная система, статистические методы, кластерный, корреляционный, регрессионный анализы

Для цитирования: Огар Т.П., Крушель Е.Г., Степанченко И.В., Панфилов А.Э., Харитонов И.М. Применение математико-статистических методов исследования для анализа мнения жителей об организации городского парковочного пространства на примере города Волгоград. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2020;8(4). Доступно по: <https://moitvivt.ru/ru/journal/pdf?id=850> DOI: 10.26102/2310-6018/2020.31.4.004

Application of mathematical and statistical methods of research to analyze the opinion of residents about the organization of urban parking space on the example of the city of Volgograd

T.P. Ogar, E.G. Krushel, I.V. Stepanchenko, A.E. Panfilov, I.M. Kharitonov
*Kamyshin technological institute (branch) of Volgograd state technical university,
Kamyshin, Russian Federation*

Abstract: The article is focused on identifying patterns of formation of parameters of demand for Parking space in the district N of Volgograd, which will improve the organization of parking space in this area. A sociological survey of city residents aimed at identifying public opinion on the use and operation of Parking space in certain areas of the district was conducted. The initial processing of the survey results was carried out, which resulted in the main conclusions on the most important questions of the

questionnaire. The analysis of respondents' responses using mathematical and statistical research methods was carried out. Previously, all data obtained during the survey was normalized. Clustering of respondents' responses to all questions was performed, which allowed dividing all survey participants into two clusters. To confirm that there is a linear relationship between the various questionnaire questions, a correlation analysis of the data obtained during the survey was performed. The relationship between different pairs of questions was checked by performing regression analysis of the data. Correlation and regression analyses were performed for each of the obtained clusters separately to improve the accuracy of estimating the relationships between regression variables. According to the results of mathematical and statistical analysis, the dependence between the responses of respondents to various questionnaire questions was revealed.

Keywords: urban parking space, transport, transport system, statistical methods, cluster, correlation, regression analysis

For citation: Ogar T.P., Krushel E.G., Stepanchenko I.V., Panfilov A.E., Kharitonov I.M. Application of mathematical and statistical methods of research to analyze the opinion of residents about the organization of urban parking space on the example of the city of Volgograd. *Modeling, optimization and information technology*. 2020;8(4). Available from: <https://moitvivt.ru/ru/journal/pdf?id=850>
DOI: 10.26102/2310-6018/2020.31.4.004 (In Russ).

Введение

Анализ текущего состояния транспортной системы России показывает высокую значимость научного направления, связанного с совершенствованием управления парковочным пространством. Транспортной системе становится все сложнее вмещать быстрорастущее количество автомобилей. Наблюдается несоответствие темпов развития автомобилизации и темпов развития дорожной сети [1]. Выделение новых парковочных пространств в городской инфраструктуре – дорогостоящая и не всегда осуществимая процедура, в следствии чего возникает необходимость изменения механизма управления текущей дорожной системой [2,3]. Для разработки модификаций существующей транспортной сети необходимо на первом этапе выявить ее достоинства и недостатки. Авторами статьи был проведен анализ мнения жителей об организации городского парковочного пространства района N городского округа город-герой Волгоград [4].

Целью исследования является выявление закономерностей формирования параметров спроса на парковочное пространство в районе N города Волгограда для дальнейшей разработки мероприятий по улучшению организации парковочного пространства в этом районе.

Авторами было выдвинуто несколько гипотез:

1. Намерение пользоваться личным транспортом в ближайшее время различно у жителей разных районов города.

2. Существует взаимосвязь между степенью удовлетворенности граждан парковочным пространством и желанием жителей пользоваться личным транспортом в ближайшее время.

3. Готовность жителей отказаться от личного транспорта в пользу общественного тем выше, чем ниже их степень приемлемости парковочного пространства в местах, куда они чаще всего ездят.

Для проверки гипотез были поставлены следующие задачи:

– проведение социологического опроса, направленного на выявление общественного мнения по вопросам использования и работы парковочного пространства на отдельных территориях района N города Волгограда;

– формирование базы данных общественного мнения для последующего обеспечения возможности проверки принимаемых решений по вопросам организации парковочного пространства;

– формирование базы данных общественного мнения среди жителей Центрального района Волгограда о вопросах организации парковочного пространства в районе N города Волгограда;

– проведение математико-статистического анализа результатов опроса (кластерный, корреляционный и регрессионный анализы);

– формирование выводов по вопросам.

Результаты социологического опроса, направленного на выявление общественного мнения по вопросам использования и работы парковочного пространства на отдельных территориях района N города Волгограда, были получены двумя способами:

1. Проведение анкетирования на бумажном носителе, в распечатанном виде.

2. Проведение «on-line» опроса мнения жителей городского округа город-герой Волгоград.

В результате выполненного массового очного анкетирования жителей района N города-героя Волгограда было опрошено 440 респондентов. В «on-line» опросе приняло участие 1544 человека.

Первичный анализ ответов респондентов

Ниже представлены краткие выводы по некоторым вопросам анкеты:

1. В основном автомобиль используется респондентами для совершения поездок на работу (20% случаев) и домой (17%), в 2 раза меньше для поездок в торговые центры, магазины, на отдых и для перевозки детей, реже для посещения мероприятий различного характера, больниц и почтовых отделений.

2. Большинство респондентов совершают первую поездку в рабочие дни в период с 7:01 до 10:00, остальные поездки совершаются, в основном, во второй половине дня. В выходной день начало поездок, в основном, приходится на период с 14:00 до 18:00 часов.

3. В большинстве случаев респонденты оставляют машины на бесплатных парковках (38%), возле дома (29%), и на проезжей части (28%); лишь в 2% случаев опрошенные используют платные парковки.

4. Преимущественно, респондентам удается найти место для парковки в течение 5 минут, во время 5-ой поездки время поиска парковочного места может увеличиться до 10 минут.

5. Оценка парковочного пространства в местах вне дома: 38% респондентов считают, что парковочное пространство организовано удовлетворительно. 6% – полностью довольны организацией парковки, а 8% – считают, что парковочного пространства нет, остальные 48% желали ли бы улучшить имеющееся парковочное пространство вне дома.

6. Оценка парковочного пространства в местах возле дома: 36% респондентов считают, что парковочное пространство организовано удовлетворительно, 12% – полностью довольны организацией парковки возле дома, а 5% – считают, что парковочного пространства возле дома нет, остальные 47% желали ли бы улучшить имеющееся парковочное пространство.

7. Из указанных выше пунктов 5 и 6 следует, что респонденты практически не делают различия в месте организации парковки (у дома или вне дома).

8. Самыми важными параметрами при поиске парковки являются: близость к месту назначения и отсутствие оплаты. Меньше всего участники опроса

руководствуются безопасностью автомобиля и удобством для выгрузки/погрузки багажа.

9. 58% опрошенных автомобилистов предпочитают не нарушать правила дорожного движения. Однако 19% готовы пойти на такие нарушения, а 23% уже делают это периодически.

10. Большая часть респондентов (59%) готовы оставить свой автомобиль воспользоваться общественным транспортом, если не будет бесплатной парковки.

Математико-статистический анализ результатов анкетирования

Для дальнейшего анализа результатов анкетирования с применением математико-статистических методов было проведено нормирование ответов респондентов [5]. Каждому ответу был присвоен соответствующий коэффициент в диапазоне от 0 до 1.

После этого было решено использовать методы кластерного анализа [6], позволяющего выявлять в общей совокупности респондентов уменьшенные группы (кластеры), объединяющие опрошенных по определенному внутреннему признаку. Построение регрессионной модели для каждого кластера позволяет получить более точные оценки взаимосвязей между регрессионными переменными.

Общая цель кластерного анализа – систематизация множества исследуемых объектов с выделением однородных групп в соответствии с группой признаков. Каждый объект принадлежит только одному кластеру, в который объединяется по принципу сходности с другими объектами. Признаки сходности у разных кластеров отличаются, поэтому объекты в разных кластерах являются разнородными по отношению друг к другу.

Существует множество методов кластеризации, такие как: метод полных связей, метод дальних связей, невзвешенный центроидный метод и другие. В данной работе использовался метод невзвешенного попарного среднего (Unweighted pair-group average, Between-groups linkage), так как данный метод эффективен, когда объекты в действительности формируют кластеры разных размеров, кластеры получаются невытянутыми и при объединении учитываются характеристики двух пар объединяющихся элементов.

Проведение кластерного анализа позволило разделить респондентов на 2 кластера:

– в первый кластер вошли, преимущественно, респонденты, испытывающие неудобство и раздражение каждый раз, когда они пытаются припарковать автомобиль, приезжая на работу, учёбу или по делам;

– во втором кластере оказались респонденты, ответившие, что процесс поиска места для парковки не вызывает у них негативных ощущений.

Авторами было выдвинуто предположение о том, что существует взаимосвязь между ответами респондентов на вопросы анкеты. Для доказательства данного предположения были проведены корреляционный и регрессионный анализы для каждого кластера.

Корреляционный анализ помогает обнаружить линейную связь между двумя переменными [7]. Если величины зависимы, то изменение одной из них окажет влияние на вторую. Таким образом можно определить, на какие пункты анкеты муниципалитету стоит обратить внимание для улучшения организации парковочного пространства г. Волгограда.

Величина коэффициента корреляции ограничена. При этом, значение коэффициента в пределах $0 < |r| < 0,2$ говорит о том, что связь отсутствует; $0,2 < |r| < 0,4$ –

связь слабая; $0,4 < |r| < 0,7$ – связь средняя; $0,7 < |r| < 1$ – связь сильная; $r > 0$ – связь прямая или положительная; $r < 0$ – связь обратная или отрицательная.

Частные коэффициенты корреляции между 12 парами вопросов анкеты оказались значимыми (значения коэффициентов корреляции между ними находятся в промежутке от 0,78 до 0,92). Для оценки тесноты связи между вопросами был рассчитан множественный коэффициент корреляции и построена регрессионная модель.

В общем виде уравнение модели многомерной регрессии, используемой в работе имеет вид:

$$y(x) = a_0 + \sum_{j=1}^5 (a_j \cdot x_j), \quad (1)$$

где $y(x)$ – критериальная переменная; x_j – предикторы; a_0, a_1, \dots, a_5 – коэффициенты регрессии.

В качестве критериальной переменной и предикторов были выбраны ответы на различные вопросы анкеты. Рассмотрим полученные параметры регрессионной модели на примере вопросов анкеты «В каком районе Волгограда или Волгоградской области Вы проживаете?» и «Планируете ли Вы начать пользоваться автомобилем в ближайшие 6 месяцев?».

Полученный множественный коэффициент корреляции между критериальной переменной и предикторами («множественный R») показывает степень взаимосвязи между ними. Данный показатель вычисляется через корреляционные матрицы по формуле:

$$R_{y|x_1x_2\dots x_m} = \sqrt{1 - \frac{\Delta_r}{\Delta_{11}}}, \quad (2)$$

где Δ_r – определитель корреляционной матрицы; Δ_{11} – алгебраическое дополнение элемента r_{yy} корреляционной матрицы. При этом, множественный коэффициент корреляции не меньше по абсолютной величине, чем любое из значений частных коэффициентов.

Коэффициент детерминации (R-квадрат) рассчитывается как квадрат множественного коэффициента корреляции. Чем ближе данный коэффициент к 1, тем сильнее связь между вопросами анкеты и тем лучше построена регрессионная модель. В примере коэффициент детерминации равен 0,91, следовательно, регрессионная модель в точности объясняет зависимость между рассматриваемыми вопросами анкеты.

Ненормированный коэффициент детерминации может показать неоправданно большие значения если число данных невелико, возникнет иллюзия о высокой степени связи между переменными регрессии. Для страховки от этого ненормированный R-квадрат искусственно занижают и получают нормированный коэффициент детерминации R-квадрат по формуле:

$$R_{\text{норм_кв_адрат}} = ((n - 1) \cdot R_{\text{кв_адрат}} - k) / (n - k - 1), \quad (3)$$

где n – число данных; k – число независимых переменных.

Стандартная ошибка характеризует меру вариации фактических данных относительно линии регрессии. Она может быть рассчитана с использованием ещё одного из столбцов таблиц инструмента «Регрессия» – «Вывод остатков». Параметр «Предсказанное Y» это рассчитанное значение критериальной переменной по полученному уравнению регрессии для каждого наблюдения. Параметр «Остатки» это разность между экспериментальными данными и расчетом по уравнению регрессии. С помощью рассчитанных остатков определяется стандартная ошибка (например, для трех переменных) по следующей формуле:

$$\text{Стандартная_ошибка} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_j - y(x_{1j}, x_{2j}))^2 / (n - 3)}, \quad (4)$$

где $y(x)$ – критериальная переменная; x_j – предикторы; n – количество наблюдений. Следует отметить что число 3 показывает количество степеней свободы, которое ушло на вычисление средних значений переменных.

Указанные выше параметры позволяют поверхностно оценить полученное уравнение регрессии [8].

Для того, чтобы проверить, является ли регрессия действительно значимой был проведен дисперсионный анализ. Первым шагом анализа является проверка гипотезы о незначимости регрессии, т.е. о справедливости нулевой гипотезы о том, что коэффициенты регрессии равны нулю, и поэтому формулой регрессии пользоваться бессмысленно; желательный, конечно, результат – отклонение этой гипотезы.

Показатели, относящиеся к данному блоку:

– *df (degree of freedom)* – число степеней свободы, т.е. количество уравнений, которые необходимо решить до расчета. Количество степеней свободы отлично для разных пар вопросов, т.к. в исходных данных присутствуют незаполненные поля, которые были исключены во время проведения регрессионного анализа. Для указанной выше пары вопросов количество степеней свободы равно 1046;

– *SS (sum of squares)* – сумма квадратов. В регрессионном анализе полная вариация (*SST*), представляющая собой полную сумму квадратов, разделяется на объяснимую вариацию, или сумму квадратов регрессии (*SSR*), и необъяснимую вариацию, или сумму квадратов ошибок (*SSE*). Объяснимая вариация характеризует взаимосвязь между критерием и предикторами, а необъяснимая зависит или от случайных воздействий, или от неучтенных в модели предикторов. Полная сумма квадратов (*SST*) равна сумме квадратов разностей между наблюдаемыми значениями переменной y и ее средним значением. Сумма квадратов регрессии (*SSR*) равна сумме квадратов разностей между предсказанными значениями переменной y и ее средним значением. Сумма квадратов ошибок (*SSE*) равна сумме квадратов разностей между наблюдаемыми и предсказанными значениями переменной y . Значения сумм квадратов также можно использовать для нахождения коэффициента детерминации - $R^2 = SSR / SST$;

– *MS (middle of squares)* – оценка дисперсии – определяет величину дисперсии с учетом степеней свободы. Данный параметр необходим для проверки нулевой гипотезы. Рассчитывается, как отношение суммы квадратов к числу степеней свободы $MS = SS / df$;

– *F* – критерий Фишера показывает, насколько хорошо полученная регрессионная модель объясняет общую дисперсию критериальной переменной. Математически данный коэффициент рассчитывается по следующей формуле:

$$F = ((R^2 / (1 - R^2)) \cdot (df_2 / df_1)), \quad (5)$$

где F – критерий Фишера; R^2 – коэффициент детерминации; df_1 , df_2 – число степеней свободы регрессии и остатка. С помощью найденных выше значений данный критерий находится как отношение MS регрессии к MS остатка $F = MS_1 / MS_2$. Для приведенной пары вопросов критерий Фишера равен 51,34;

– «Значимость F» – критическое значение F для оценки приемлемости нулевой гипотезы. Данный параметр необходим для сравнения его значения с полученным значением расчётного критерия Фишера.

Если расчётный критерий Фишера выше, чем табличный, то нулевая гипотеза отвергается, и построенная регрессия считается значимой, что наблюдается в примере («значимость F» = 7,6E-12).

Для проверки не является ли значение коэффициента детерминации слишком велико из-за не очень большого количества исходных данных, необходимо взглянуть на

следующий показатель «Нормированный R-квадрат», специально вводимый для снижения значения коэффициента детерминации при не очень большой выборке. При 1046 степенях свободы значение данного показателя составляет 0,87, что незначительно отличается от значения самого «R-квадрат», что по-прежнему говорит о достаточно высоком качестве построенной регрессионной модели.

Оставшийся показатель регрессионной статистики «Стандартная ошибка» показывает меру вариации фактических данных относительно линии регрессии. Как видно из полученного значения данного показателя равного 14,4, разброс данных составляет 24%, что является неплохим показателем качественной регрессионной модели.

После проведения математико-статистического анализа анкеты были выявлены взаимосвязи между несколькими вопросами. Далее приведены примеры пар вопросов, между которыми наблюдается высокая регрессия:

1. Как Вы считаете, насколько хорошо организованы парковочные пространства вблизи вашего дома?

Испытываете ли Вы неудобство и раздражение каждый раз, когда пытаетесь припарковать автомобиль у своего дома?

2. Планируете ли Вы начать пользоваться автомобилем в ближайшие 6 месяцев?

В каком районе Волгограда или Волгоградской области Вы проживаете?

3. Планируете ли Вы начать пользоваться автомобилем в ближайшие 6 месяцев?

В какой район Волгограда Вы чаще всего совершаете периодические поездки по различным целям (в том числе с использованием общественного транспорта)?

4. Как Вы считаете, насколько хорошо организовано взаимодействие пешеходного и парковочного пространства в тех местах, куда Вы чаще всего приезжаете?

Вы часто являетесь свидетелем нарушения правил парковки в тех местах, куда Вы чаще всего приезжаете?

5. Как Вы считаете, насколько хорошо организовано взаимодействие пешеходного и парковочного пространства в тех местах, куда Вы чаще всего приезжаете?

Готовы ли Вы при наличии удобного мобильного сервиса анонимно заявить в уполномоченные органы о нарушениях правил парковки со стороны автомобилистов?

6. Вы часто являетесь свидетелем нарушения правил парковки в тех местах, куда Вы чаще всего приезжаете?

Готовы ли Вы при наличии удобного мобильного сервиса анонимно заявить в уполномоченные органы о нарушениях правил парковки со стороны автомобилистов?

7. В какой район Волгограда Вы чаще всего совершаете периодические поездки по различным целям (в том числе с использованием общественного транспорта)?

Считаете ли Вы необходимым пропагандировать более широкое использование общественного транспорта как альтернативы автомобилю?

Заключение

Полученные показатели регрессионной модели позволяют утверждать, что гипотеза №1, выдвинутая авторами данного исследования, верна. Действительно, желание пользоваться личным транспортом в ближайшее время различно у жителей разных районов города. На первый взгляд, это может быть связано с различными условиями организации парковочного пространства, однако дальнейшее исследование показало, что удовлетворенность данными условиями никак не влияет на желание респондентов пользоваться автомобилем в ближайшее время.

Остальные гипотезы не подтвердились в ходе проведения математико-статистического анализа результатов анкетирования. Степень удовлетворенности

парковочным пространством, расположенным как рядом с домами респондентов, так и в местах, которые они обычно посещают, не влияет на выбор транспорта (личный или общественный) [9].

Опрос автомобилистов показал, что большинству из них уровень организации парковочного пространства (безопасность парковки, удобство высадки пассажиров или погрузки багажа) гораздо менее важен, чем такой фактор, как близость парковочного места к пункту назначения. К тому же, около половины опрошенных нарушают или готовы нарушать условия парковки, выбирая свободный участок, расположенный ближе всего к их цели.

В результате анализа был сделан вывод о том, что в нынешних условиях изменение условий организации парковочного пространства (таких, как введение новых платных парковочных зон, перевод бесплатных парковок в охраняемые платные [10]) незначительно повлияет на загруженность дорожных участков в городе.

Для того, чтобы снизить загруженность дорог необходимо внедрение дополнительных мер в городскую транспортную систему, таких как установка дополнительных дорожных знаков, изменение дорожной разметки, пересмотр системы наказаний автомобилистов за неправильную парковку. Для определения возможных модификаций данной системы и эффективности их внедрения требуется дальнейшее исследование.

Второе возможное направление развития данного исследования – оценка возможности использования имеющихся парковочных пространств в период распространения вирусных инфекций.

Полученные в результате исследований материалы могут служить основанием для разработки мероприятий по улучшению организации парковочного пространства в Центральном районе городского округа город-герой Волгоград в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2017 N 443-ФЗ «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-37-90150

Acknowledgments

The reported study was funded by RFBR, project number 20-37-90150

ЛИТЕРАТУРА

1. Tong C.O., Wong S.C., Leung B.S.Y. Estimation of parking accumulation profiles from survey data. *Transportation*. 2004;31(2):183–202. DOI: 10.1023/B:PORT.0000016579.36253.a9.
2. Mcshane M., Meyer M.D. Parking policy and urban goals: Linking strategy to needs. *Transportation*. 1982;11(1):131–152. DOI: 10.1007/BF00167928.
3. T. Lin H. Rivano, F. Le Mouël, A Survey of Smart Parking Solutions. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2017;18(12):3229-3253. DOI: 10.1109/TITS.2017.2685143.
4. Krushel E.G., Stepanchenko I.V., Panfilov A.E., Lyutaya T.P. Detection of the Patterns in the Daily Route Choices of the Urban Social Transport System Clients Based on the Decoupling of Passengers' Preferences Between the Levels of Uncertainty. *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science*. 2019;1(1):175-188. DOI: 10.1007/978-3-030-29743-5.

5. Недумов Я.Р., Турдаков Д.Ю., Майоров В.Д., Овчинников П.Е. Автоматизация процесса нормализации информации при внедрении систем управления основными данными. *Программирование*. 2013;39(3):3-14.
6. Tyurin A.G., Zuyev I.O. Cluster analysis, methods and algorithms of the clustering. *Herald of MSTU MIREA*. 2014;2(3):86-97.
7. Berzal, F., Matín, N. Data mining: concepts and techniques by Jiawei Han and Micheline Kamber. *ACM SIGMOD Record*. 2002;31(1):66-68. DOI: 10.1145/565117.565130.
8. Bain Lee. Applied Regression Analysis. *Technometrics*. 2012;9(1):182-183. DOI: 10.1080/00401706.1967.10490452.
9. Krushel E.G., Stepanchenko I.V., Panfilov A.E., Berisheva E.D.: An experience of optimization approach application to improve the urban passenger transport structure. *CCIS*, 2014;466(1):27-39. DOI: 10.1007/978-3-319-11854-3_3.
10. Bai Y., Sun Z., Zeng B., Deng J., Li C.: A multi-pattern deep fusion model for short-term bus passenger flow forecasting. *Appl. Soft Comput.* 2017;58(1):669–680.

REFERENCES

1. Tong C.O., Wong S.C., Leung B.S.Y. Estimation of parking accumulation profiles from survey data. *Transportation*. 2004;31(2):183–202. DOI: 10.1023/B:PORT.0000016579.36253.a9.
2. Mcshane M., Meyer M.D. Parking policy and urban goals: Linking strategy to needs. *Transportation*. 1982;11(1):131–152. DOI: 10.1007/BF00167928.
3. T. Lin H. Rivano, F. Le Mouël, A Survey of Smart Parking Solutions. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2017;18(12):3229-3253. DOI: 10.1109/TITS.2017.2685143.
4. Krushel E.G., Stepanchenko I.V., Panfilov A.E., Lyutaya T.P. Detection of the Patterns in the Daily Route Choices of the Urban Social Transport System Clients Based on the Decoupling of Passengers' Preferences Between the Levels of Uncertainty. *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science*. 2019;1(1):175-188. DOI: 10.1007/978-3-030-29743-5.
5. Nedumov, Y.R., Turdakov, D.Y., Maiorov, V.D. Ovchinnikov P.E. Automation of data normalization for implementing master data management systems. *Program Comput Soft.* 2013;39(3):115–123. DOI: 10.1134/S0361768813030055
6. Tyurin A.G., Zuyev I.O. Cluster analysis, methods and algorithms of the clustering. *Herald of MSTU MIREA*. 2014;2(3):86-97.
7. Berzal, F., Matín, N. Data mining: concepts and techniques by Jiawei Han and Micheline Kamber. *ACM SIGMOD Record*. 2002;31(1):66-68. DOI: 10.1145/565117.565130.
8. Bain Lee. Applied Regression Analysis. *Technometrics*. 2012;9(1):182-183. DOI: 10.1080/00401706.1967.10490452.
9. Krushel E.G., Stepanchenko I.V., Panfilov A.E., Berisheva E.D.: An experience of optimization approach application to improve the urban passenger transport structure. *CCIS*, 2014;466(1):27-39. DOI: 10.1007/978-3-319-11854-3_3.
10. Bai Y., Sun Z., Zeng B., Deng J., Li C.: A multi-pattern deep fusion model for short-term bus passenger flow forecasting. *Appl. Soft Comput.* 2017;58(1):669–680.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Огар Татьяна Петровна, аспирант, кафедра Автоматизированные системы обработки информации и управление, Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет, Камышин, Российская федерация
e-mail: ogar@kti.ru

Tatyana P. Ogar, Phd Student, Automated Information Processing And Management Systems Department, Kamyshin Technological Institute (Branch Of) Federal State-Funded Educational Institution Of Higher Education Volgograd State Technical University, Kamyshin, Russian Federation

Крушель Елена Георгиевна, кандидат технических наук, профессор, кафедра Автоматизированные системы обработки информации и управление, Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет, Камышин, Российская федерация
e-mail: elena-krushel@yandex.ru

Elena G. Krushel, Phd In Engineering, Professor, Automated Information Processing And Management Systems Department, Kamyshin Technological Institute (Branch Of) Federal State-Funded Educational Institution Of Higher Education Volgograd State Technical University, Kamyshin, Russian Federation

Степанченко Илья Викторович, доктор технических наук, доцент, директор, Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет, Камышин, Российская федерация
e-mail: stilvi@mail.ru

Ilya V. Stepanchenko, Dr. Tech. Sc., Associate Professor, Director, Kamyshin Technological Institute (Branch Of) Federal State-Funded Educational Institution Of Higher Education Volgograd State Technical University, Kamyshin, Russian Federation

Панфилов Александр Эдуардович, кандидат технических наук, доцент, кафедра Автоматизированные системы обработки информации и управление, Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет, Камышин, Российская федерация
e-mail: pansanja@yandex.ru

Alexander E. Panfilov, Phd In Engineering, Associate Professor, Automated Information Processing And Management Systems Department, Kamyshin Technological Institute (Branch Of) Federal State-Funded Educational Institution Of Higher Education Volgograd State Technical University, Kamyshin, Russian Federation

Харитонов Иван Михайлович, кандидат технических наук, доцент, кафедра Автоматизированные системы обработки информации и управление, Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет, Камышин, Российская федерация
e-mail: wisdom_monk@mail.ru

Ivan M. Kharitonov, Phd In Engineering, Associate Professor, Automated Information Processing And Management Systems Department, Kamyshin Technological Institute (Branch Of) Federal State-Funded Educational Institution Of Higher Education Volgograd State Technical University, Kamyshin, Russian Federation