БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ И АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

УДК 656.131.2

Н.Н. НИКОЛАЕВ, С.К. ФИЛАТОВ

АНАЛИЗ РАБОТЫ СЛУЖБЫ ТАКСИ В РОССИЙСКОМ МАЛОМ ГОРОДЕ

Опубликованные данные о таксомоторных перевозках относятся к крупным городам, где ритм жизни и подвижность населения значительно отличаются от малых городов. Целью статьи является анализ работы и определение параметров работы таксомоторного предприятия в типичном районном центре. Нами были получены данные о заказах такси по первичным документам – журналам фиксации заказов. Была проведена их статистическая обработка, выявлены законы их распределения. Установлены изменения числа заказов по дням недели, месяцам года, часам суток и выявлены пиковые периоды. Данные о количестве заказов в час аппроксимированы распределением Пуассона. В ходе исследований установлено, что для оптимизации системы таксомоторных перевозок рационально применять математический аппарат системы массового обслуживания.

Ключевые слова: *такси, клиент, районный центр, заказ, распределение, вероятность, качество обслуживания.*

Переменные и функции:

λ – интенсивность поступления заказов на таксомоторные перевозки, 1/ч;
μ – интенсивность обслуживания клиентов, 1/ч;
n – количество клиентов, одновременно обслуживаемых и ожидающих обслуживания;
c – количество автомобилей в системе;
$\lambda/c\mu$ – коэффициент загруженности системы;
p_0 – вероятность простоя системы;
p_c – вероятность занятости всех автомобилей;
L_q – количество клиентов в очереди;
L_s – количество клиентов в системе;
W_q – среднее время ожидания клиента в очереди, ч;
W_s – среднее время пребывания клиента в системе (ожидание и обслуживание), ч.

Аббревиатуры:

СМО – система массового обслуживания.

В последние годы предприятия таксомоторных перевозок интенсивно развиваются вместе с увеличением подвижности населения. При этом развитие происходит как в крупных городах, где предприятия таксомоторных перевозок были всегда, так и в небольших городах, где ранее они не существовали вообще [1, 2, 3]. Целью данной статьи является анализ результатов работы предприятия таксомоторных перевозок в небольшом городе, и поиск на его основе путей совершенствования системы таксомоторных перевозок.

Анализ проведен на примере таксомоторных перевозок в городе Зернограде Ростовской области (Российская Федерация). Этот город является типичным районным центром с населением 30 тысяч человек [4]. Наиболее крупным предприятием в сфере таксомоторных перевозок здесь является служба такси «Тройка» ИП Игнатенко М.Г. Перевозки осуществляются 16 легковыми автомобилями, работающими на основании официальных разрешений. Заказ на таксомоторные перевозки в данном предприятии осуществляется исключительно по телефону (стационарному или мобильному), заказ принимает диспетчер, каждый заказ фиксируется в специальном журнале.

Интернет-приложения по заказу поездок типа Uber, Gettaxi, «Яндекс» в городе не действуют из-за небольшого числа жителей, кроме того такие мобильные сервисы с точки зрения российского законодательства не вполне законны [5].

Предприятие «Тройка» работает в две смены. В дневную смену (с 7:00 до 19:00) перевозки осуществляются 12 автомобилями, а в ночную (с 19:00 до 7:00) – 8 автомобилями.

Анализ распределения заказов на таксомоторные перевозки проведен нами на основе обработки первичной документации – журнала заказов.

Мы получили данные о среднем количестве заказов по дням недели, по месяцам года. Результаты представлены в виде лепестковых диаграмм количества заказов по каждому дню, разделенные по месяцам и кварталам года (рис. 1, рис. 2, рис. 3, рис. 4).

На каждой диаграмме месяцу года соответствует определенный тип линии и можно отследить изменение спроса на услуги такси не только по месяцам, но и по отдельным дням месяца. При этом выявлены характерные всплески спроса в отдельные дни.

Особенно заметен рост числа поездок в официальные праздничные дни: предновогодние дни и первый день нового года, православное Рождество, 8 марта (Международный женский день), 23 февраля (День защитника отечества) (рис. 1). Вместе с тем, например, 4 ноября (День национального единства) повышение спроса не заметно (рис. 4). Это отражает популярность или непопулярность праздников у населения. Кроме того, заметно повышение спроса в неофициальные праздничные даты или ближайшие к ним выходные дни, такие как 31 октября (Хэллоуин) (рис. 4) и 14 февраля (Валентинов день). Рост заказов заметен 15 и 16 февраля – субботу и воскресенье (рис. 1).

Январь отличается очень неравномерным спросом на перевозки в результате чередования праздников (официальных, церковных и неофициальных), продолжительных выходных дней с рабочими днями в течение всего месяца (рис. 1).

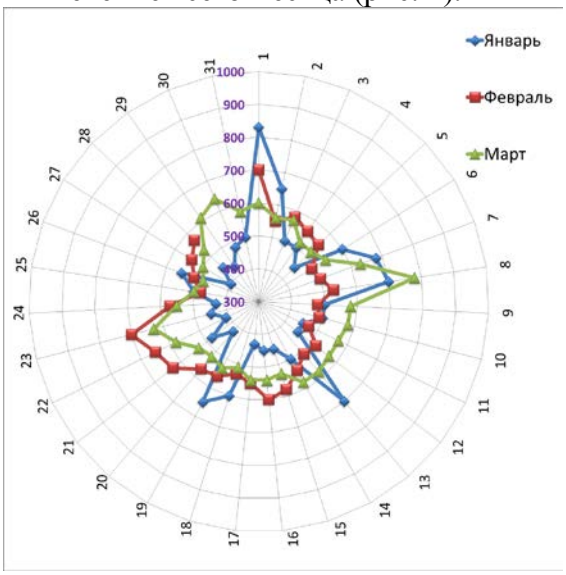


Рисунок 1 – Распределение заказов по датам в первом квартале года

Такие результаты представляют интерес для специалистов транспорта и социологов [6, 7, 8].

Рост числа заказов заметен в осенние месяцы, что объясняется ухудшением погодных условий (например, начало и конец сентября на рисунке 3), а также окончанием отпусков и каникул (рис. 3, 4). Наименьшее число поездок приходится на июль, что связано с ежегодными отпусками и летними каникулами у учащихся (рис. 3).

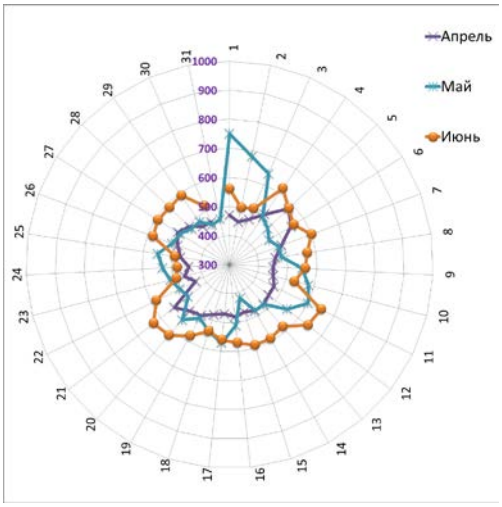


Рисунок 2 – Распределение заказов по датам во втором квартале года

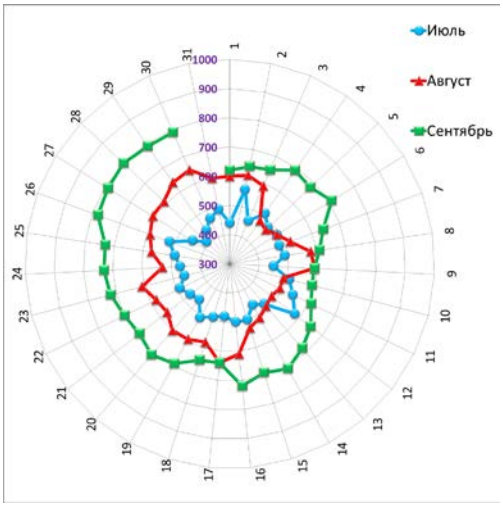


Рисунок 3 – Распределение заказов по датам в третьем квартале года

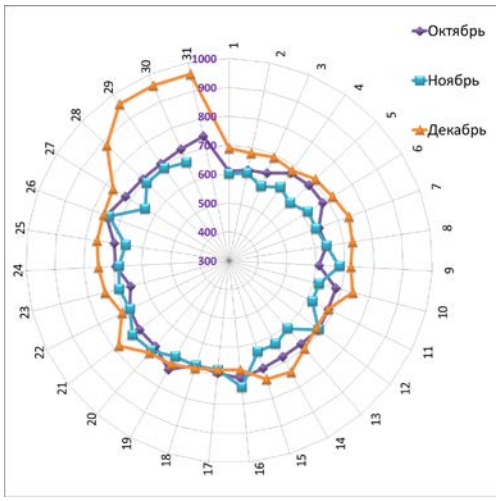


Рисунок 4 – Распределение заказов по датам в четвертом квартале года

На рисунке 5 представлены результаты анализа среднего количества заказов на таксомоторные перевозки по часам суток с разделением на будни и выходные дни (для большинства населения).

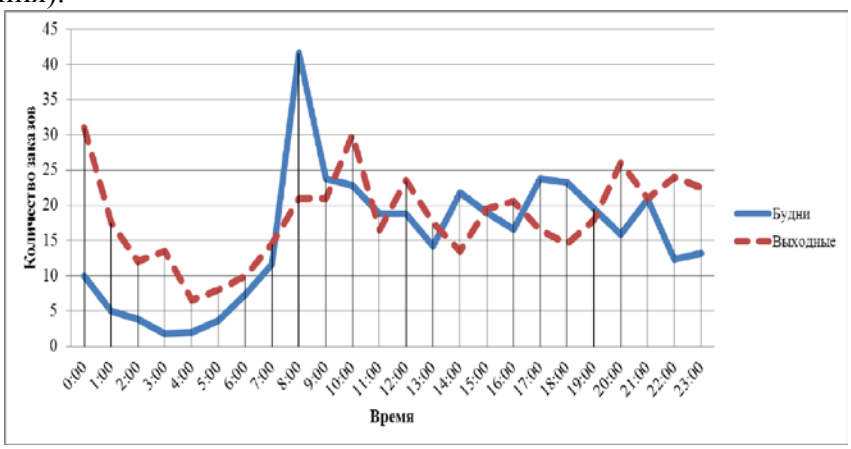


Рисунок 5 – Распределение заказов на таксомоторные перевозки по часам суток (в среднем) в будни и выходные

В будние дни заметен резкий всплеск числа заказов утром около 8:00, что объясняется движением населения на работу и учебу, и плавное снижение числа заказов после 23:00 с постепенным ростом после 4:00.

В выходные дни имеется всплеск утром, он смещается к 10:00, наблюдается значительный рост числа заказов после 19:00 (начало ночной смены), а затем снижается после 00:00, с плавным приростом в 3:00 и заметным ростом после 4:00. Поведение кривой числа заказов в ночное время (особенно в выходные дни) объясняется режимом работы культурно-развлекательных учреждений в районном центре (до 2:00 – 4:00).

Имеющиеся исследования [9, 10, 11] дают характер изменения спроса на таксомоторные перевозки по часам суток, значительно отличающийся от наших данных: в будни и выходные дни максимальный спрос приходится на период от 19:00 до 20:00, несколько меньший спрос приходится на период с 11:00 до 12:00, в выходные дни отсутствует рост заказов в ночное время и т.п. Это объясняется тем, что анализ проводился для достаточно больших городов, имеющих другой уклад жизни.

Данные были сгруппированы по дням недели и времени суток. Таким образом, можно получить 4 группы данных: будни-день, будни-ночь, выходные-день, выходные-ночь.

Но такое разделение уменьшает объем каждой выборки, что может негативно сказаться на выборе закона распределения заказов такси. Поэтому мы проверили возможность объединения групп данных на базе гипотезы о равенстве средних попарно взятых данных выборок [12, 13].

На рисунке 6 представлена диаграмма Бокса-Вискера, представляющая графически все 4 выборки данных, а также их квартили, размах и средние значения.

Для сравнения средних в двух выборках используют критерии Sign test (критерий знаков) и Wilcoxon test (Вилкоксона).

На основе применения данных критериев выборки «выходные-ночь» и «выходные-день» мы объединили в одну выборку «выходные», а выборки «будни-ночь» и «будни-день» обрабатывали отдельно.

Мы определили закон распределения моментов поступления заказов на таксомоторные перевозки, используя критерии согласия Колмогорова-Смирнова и Пирсона [12, 13].

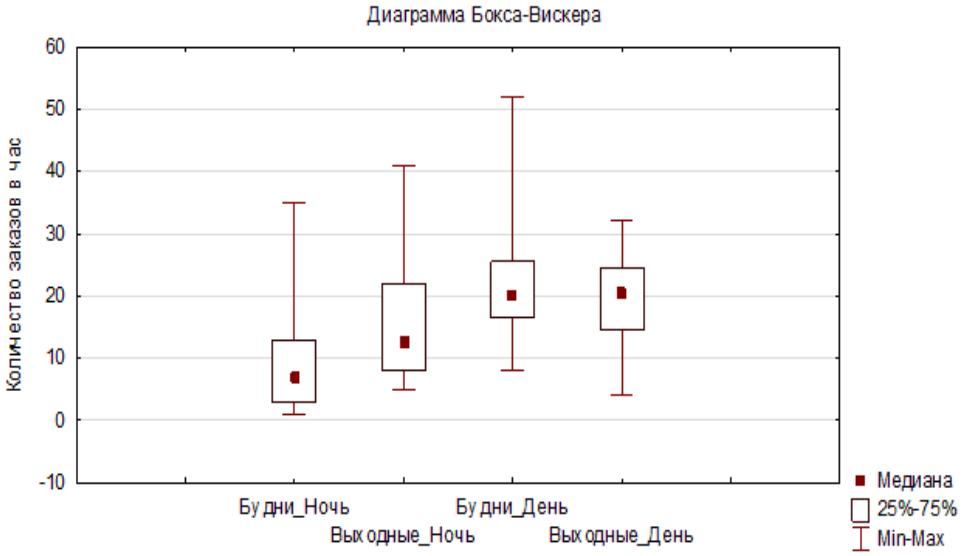


Рисунок 6 – Диаграмма Бокса-Вискера распределения заказов

Подбор распределений показала, что данные выборки случайных чисел наилучшим образом описываются распределением Пуассона, достоверность аппроксимации p = 0,35 при значении критерия Колмогорова-Смирнова d = 0.15, а Пирсона $\chi 2 = 8{,}36$ (рис. 7).

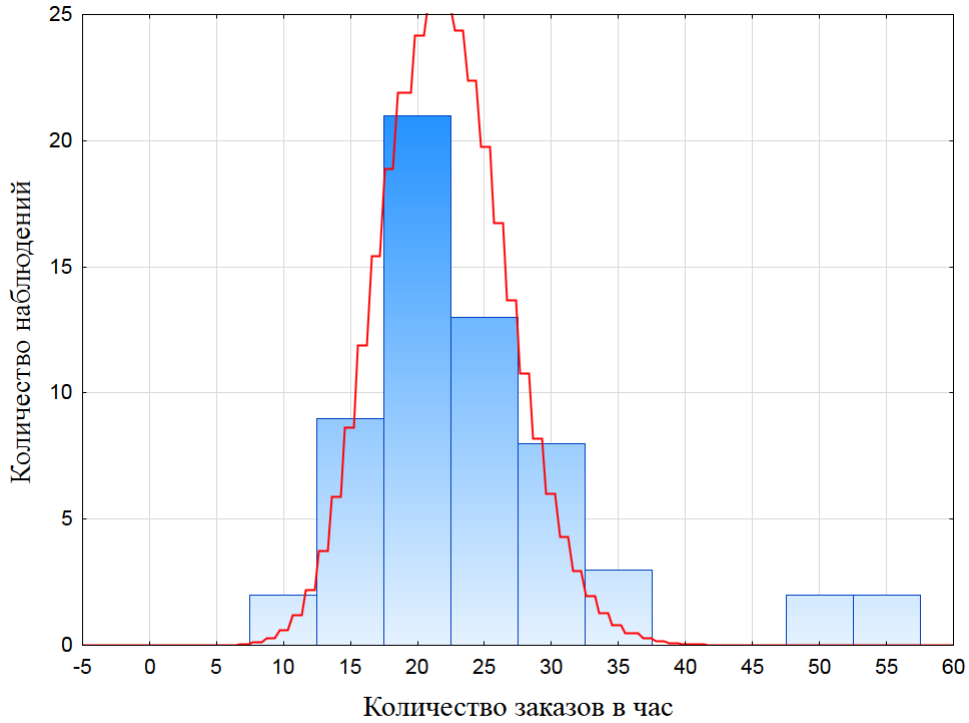


Рисунок 7 – Распределение Пуассона для выборки «будни-день»

Полученные распределения Пуассона имеют следующие значения параметра закона: «будни-день» – $\lambda = 20{,}05$ «будни-ночь» – $\lambda = 9{,}47$; «выходные» – $\lambda = 17{,}63$.

Существуют различные модели для описания работы службы такси [14, 15, 16, 17, 18, 19]. По нашему мнению для достижения цели статьи наилучшим образом подходит аппарат теории массового обслуживания.

Рассмотрим систему таксомоторных перевозок, как систему массового обслуживания открытого типа с ожиданием без ограничения количества заявок в системе. Согласно обозначениям Кендалла это система вида M/M/c [13, 20].

В данной модели интенсивность обслуживания зависит от количества требований в системе. При количестве требований $n \geq c$ интенсивность обслуживания равна $c\mu$. При количестве требований $n < c$ интенсивность обслуживания равна $n\mu$ (рис. 8).

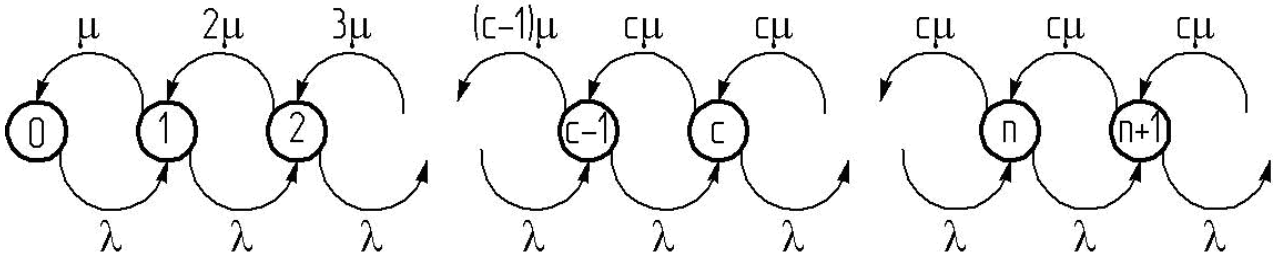


Рисунок 8 – Схема функционирования многоканальной системы

Математическая модель расчета параметров СМО данного типа основана на полученном нами пуассоновском распределении заказов и приведена в источниках [13, 19, 21-23].

Произведен расчет параметров согласно источникам [13, 19] системы массового обслуживания и результаты сведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры системы таксомоторных перевозок, как СМО

Параметр СМО	Будни-день, шт./ч			Будни-ночь, шт./ч				Выходные, шт./ч		
c, шт.	8	10	12	4	5	6	7	8	10	12
λ, 1/ч	20,05	20,05	20,05	9,47	9,47	9,47	9,47	17,63	17,63	17,63
μ, 1/ч	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
λ/cμ	0,835	0,668	0,557	0,789	0,631	0,526	0,451	0,735	0,588	0,49
p_0	0,0009	0,0012	0,0012	0,0294	0,0391	0,0416	0,0423	0,0025	0,0028	0,0028
p_c	0,088	0,059	0,021	0,122	0,102	0,057	0,026	0,087	0,037	0,010
L_q, шт.	2,73	0,36	0,06	2,16	0,47	0,13	0,04	0,91	0,13	0,02
L_s, шт.	9,41	7,04	6,74	5,32	3,63	3,29	3,20	6,79	6,01	5,90
W_q, ч	0,136	0,018	0,0029	0,228	0,050	0,014	0,004	0,052	0,007	0,001
W_s, ч	0,469	0,351	0,336	0,561	0,383	0,347	0,337	0,385	0,341	0,334

Данные таблицы представлены в виде графиков (рис. 9, рис.10, рис. 11).

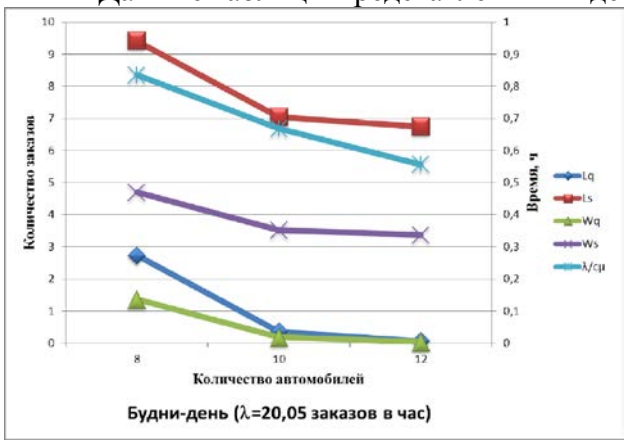


Рисунок 9 – Параметры СМО для периода «будни-день»

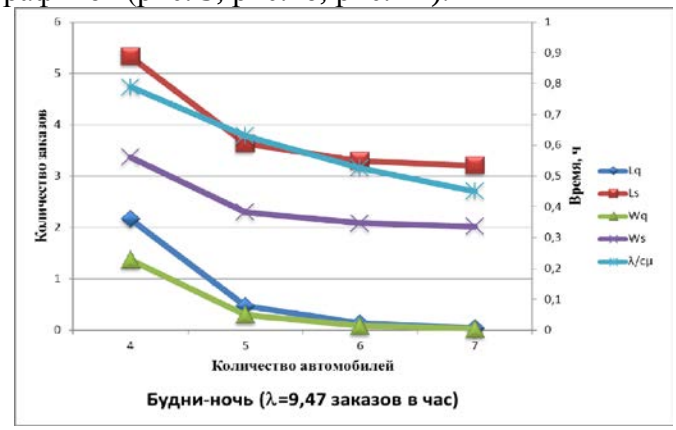


Рисунок 10 – Параметры СМО для периода «будни-ночь»

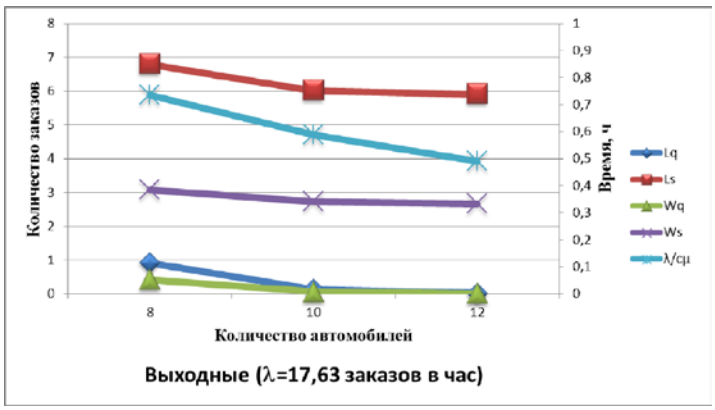


Рисунок 11 – Параметры СМО для периода «выходные»

Научная новизна представленной работы состоит в том, что определены:

- изменение количества заказов на таксомоторные перевозки по месяцам года, дням недели и часам суток и параметры их законов распределения для районного центра;
- взаимосвязь спроса на таксомоторные перевозки с погодными условиями, наличием праздничных дней, каникул учащихся и сезона ежегодных отпусков;

- параметры системы таксомоторных перевозок, как системы массового обслуживания для различных периодов времени в районном центре.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- для предприятия «Тройка» районного центра г. Зерноград в выходные дни круглосуточно и в будние дни днем достаточно 10 автомобилей, а в будние дни ночью – 5 автомобилей (что меньше используемого в настоящее время количества автомобилей на 2 и 3 соответственно), при этом коэффициент загруженности системы составляет порядка 0,6–0,7;

- можно разработать рациональные графики работы автомобилей-такси и водителей по месяцам года, дням недели и часам суток, что позволит обеспечить высокую эффективность использования автомобилей-такси при круглосуточном своевременном удовлетворении спроса населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Литвин, А.В. Экономические аспекты устойчивого развития пассажирского транспорта в малых городах [Текст] / А.В. Литвин, А.И. Чиркова, Л.Н. Ваулина // Апробация. – 2013. – №6(9). – С. 130–133.

2. Фролова, Е.В. Проблемы инфраструктуры малых городов России [Текст] / Е.В. Фролова // Социология власти. – 2011. – №3. – С. 56–61.

3. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации [Электронный ресурс]: Анализ сегмента такси на рынке городского пассажирского транспорта. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://ac.gov.ru/files/content/8176/issledovanie-ac-taksi-pdf.pdf. – (Дата обращения: 27.03.2016).

4. Официальный сайт Администрации Зерноградского района [Электронный ресурс]: Зерноградский район сегодня. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.zernoland.ru/texts.php?id=4. – (Дата обращения: 27.03.2016).

5. Русяева, П. Uber снял с себя ответственность за качество и безопасность перевозок [Электронный ресурс] / П. Русяева, А. Сухаревская, Д. Пузырев // Интернет-портал «РБК». – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.rbc.ru/technology_and_media/09/02/2016/56b9c85a9a7947751abc12a0. – (Дата обращения: 27.03.2016).

6. Волков, В.С. Особенности организации и управления работой маршрутных такси по заявкам [Текст] / В.С. Волков // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2009. – Т.5. – №10. – С. 69–71.

7. Сонькин, Д.М. Адаптивный алгоритм распределения заказов на обслуживание автомобилями такси [Текст] / Д.М. Сонькин // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т.315. – №5. – С. 65–71.

8. Косякова, И.В. Исследование рынка автотранспортных перевозок пассажиров легковыми такси: социально-экономические аспекты [Текст] / И.В. Косякова, Е.Н. Шуравина // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Экономические науки. – 2012. – №2. – С. 137-143.

9. Пассажирские автомобильные перевозки [Текст]: учебник / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин, С.А. Ширяев. – Москва: Горячая Линия-Телеком, 2004. - 448 с.

10. Дашко, М.В. Методы определения требуемого количества легковых автомобилей такси на примере городов республики Башкортостан [Текст] / М.В. Дашко, В.П. Славненко, Е.Ю. Кириллов // Вестник Оренбургского государственного университета. - Оренбург: ОГУ. – 2015. - № 1(176). - С. 218-223.

11. Лазаренко, Т.В. Исследование некоторых характеристик системы обслуживания населения легковым таксомоторным транспортом [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.22.10) / Лазаренко Татьяна Витальевна. – Москва, 1999. – 20 с.

12. Николаев, Н.Н. Основы научных исследований: учебное пособие [Текст] / Н.Н. Николаев, С.К. Филатов. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 159 с.

13. Николаев, Н.Н. Применение моделирования при оптимизации транспортно-технологических процессов: монография [Текст] / Н.Н. Николаев. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – 176 с.

14. Salanova, J.M. A review of the modeling of taxi services [Text] / J.M. Salanova, M. Estrada, G. Aifadopoulou, E. Mitsakis // Procedia Social and Behavioral Sciences 20. – 2011. – P. 150-161.

15. Salanova, J.M.; Estrada, M. Agent based modelling for simulating taxi services [Text] / J.M. Salanova, M. Estrada // Procedia Computer Science 52. – 2015. – P. 902-907.

16. Доля, В.К. К анализу методов определения оптимального количества автомобилей такси [Текст] / В.К. Доля, И.П. Энглези, Д.С. Антоненко // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – 2011. - №3. – С. 26–28.

17. Incorporating transportation network modeling tools within transportation economic impact studies of disasters / Yi Wen, Li Zhang, Zhitong Huang, Mingzhou Jin // Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), Volume 1, Issue 4, August 2014. – P. 247–260. – URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756415302701

18. Modeling Transportation Network Redundancy / Xiangdong Xu, Anthony Chen, Sarawut Jansuwan, Kevin Heaslip, Chao Yang // Transportation Research Procedia, Volume 9, 2015. – P. 283–302. – URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146515001763.

19. Aidas, V.V. Modelling of intermodal freight transportation network / V.V. Aidas // TRANSPORT – 2002, Vol XVII, No 3, – P. 117–121. – URL: http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/16483840.2002.10414024.

20. Николаев, Н.Н. Моделирование транспортных процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Н. Николаев. – Электрон. дан. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2016. – 153 с. – URL: http://elibrary.ru/download/56046121.pdf.

21. Новиков, А.Н. Анализ степени загрузки маршрутной транспортной сети города Орла [Текст] / А.Н. Новиков, А.Л. Севостьянов, А.А. Катунин, А.В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. - № 4 (39). - С. 69-74.

22. Новиков, А.Н. Совершенствование дорожной сети для повышения их пропускной способности с использованием средств транспортной телематики [Текст] / А.Н. Новиков, В.А. Голенков, Ю.Н. Баранов, А.А. Катунин, А.С. Бодров // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2014. - № 6. - С. 128-139.

23. Новиков, А.Н. Пути снижения негативного воздействия автотранспортных потоков на качество акустической среды [Текст] / А.Н. Новиков, О.А. Иващук, В.В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин. - 2009. - № 1. - С.107-111.

Николаев Николай Николаевич
Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»
Канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобилей и технология транспортных процессов»
Адрес: 347740, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 21
E-mail: nnneks@mail.ru

Филатов Сергей Константинович
Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»
Канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобилей и технология транспортных процессов»
Адрес: 347740, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 21
E-mail: filatov-sk@yandex.ru

N.N. NIKOLAEV, S.K. FILATOV

ANALYSIS OF THE TAXI SERVICE FUNCTIONING IN THE RUSSIAN TOWNS

The published data about the taxi transportation refers to cities, where the life rhythm and population mobility differ significantly from towns. The purpose of this article is to analyze the functioning and determination of taxi company parameters in the typical district center, and search the improving methods of the taxi transportation system. During the research primary documents of taxi orders, namely, registers have been obtained. The statistical processing has been carried out to determine the distribution laws of obtained data. Changes in the number of orders by day of the week, months of the year and hours of the day and peak periods have been revealed. The order numbers per hour are approximated by the Poisson distribution. It has been found that for optimization of the taxi transportation system the mathematical apparatus of queuing system is adequate.

***Keywords**: taxi; client; district center; order; distribution; probability; service quality.*

BIBLIOGRAPHY

1. Litvin, A.V. Ekonomicheskie aspekty ustoychivogo razvitiya passazhirskogo transporta v malykh go-rodakh [Tekst] / A.V. Litvin, A.I. Chirkova, L.N. Vaulina // Aprobatsiya. - 2013. - №6(9). - S. 130-133.

2. Frolova, E.V. Problemy infrastruktury malykh gorodov Rossii [Tekst] / E.V. Frolova // Sotsiolo-giya vlasti. - 2011. - №3. - S. 56-61.

3. Analiticheskiy tsentr pri Pravitel`stve Rossiyskoy Federatsii [Elektronnyy resurs]: Analiz seg-menta taksi na rynke gorodskogo passazhirskogo transporta. - Elektron. dan. - Rezhim dostupa: http://ac.gov.ru/files/content/8176/issledovanie-ac-taksi-pdf.pdf. - (Data obrashcheniya: 27.03.2016).

4. Ofitsial`nyy sayt Administratsii Zernogradskogo rayona [Elektronnyy resurs]: Zernogradskiy rayon segodnya. - Elektron. dan. - Rezhim dostupa: http://www.zernoland.ru/texts.php?id=4. - (Data obrashcheniya: 27.03.2016).

5. Rusyaeva, P. Uber snyal s sebya otvetstvennost` za kachestvo i bezopasnost` perevozok [Elektronnyy resurs] / P. Rusyaeva, A. Sukharevskaya, D. Puzyrev // Internet-portal «RBK». - Elektron. dan. - Rezhim dostupa: http://www.rbc.ru/technology_and_media/09/02/2016/56b9c85a9a7947751abc12a0. - (Data obrashcheniya: 27.03.2016).

6. Volkov, V.S. Osobennosti organizatsii i upravleniya rabotoy marshrutnykh taksi po zayavkam [Tekst] / V.S. Volkov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. - 2009. - T.5. - №10. - S. 69-71.

7. Son`kin, D.M. Adaptivnyy algoritm raspredeleniya zakazov na obsluzhivanie avtomobilyami taksi [Tekst] / D.M. Son`kin // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. - 2009. - T.315. - №5. - S. 65-71.

8. Kosyakova, I.V. Issledovanie rynka avtotransportnykh perevozok passazhirov legkovymi taksi: so-tsial`no-ekonomicheskie aspekty [Tekst] / I.V. Kosyakova, E.N. Shuravina // Vestnik Samarskogo gosudarstven-nogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomicheskie nauki. - 2012. - №2. - S. 137-143.

9. Passazhirskie avtomobil`nye perevozki [Tekst]: uchebnik / V.A. Gudkov, L.B. Mirotin, A.V. Vel`-mozhin, S.A. Shiryaev. - Moskva: Goryachaya Liniya-Telekom, 2004. - 448 s.

10. Dashko, M.V. Metody opredeleniya trebuemogo kolichestva legkovykh avtomobiley taksi na primere gorodov respubliki Bashkortostan [Tekst] / M.V. Dashko, V.P. Slavnenko, E.YU. Kirillov // Vestnik Orenburg-skogo gosudarstvennogo universiteta. - Orenburg: OGU. - 2015. - № 1(176). - S. 218-223.

11. Lazarenko, T.V. Issledovanie nekotorykh kharakteristik sistemy obsluzhivaniya naseleniya legko-vym taksomotornym transportom [Tekst]: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. tekhn. nauk (05.22.10) / Laza-renko Tat`yana Vital`evna. - Moskva, 1999. - 20 s.

12. Nikolaev, N.N. Osnovy nauchnykh issledovaniy: uchebnoe posobie [Tekst] / N.N. Nikolaev, S.K. Fi-latov. - Zernograd: Azovo-Chernomorskiy inzhenernyy institut FGBOU VPO DGAU, 2015. - 159 s.

13. Nikolaev, N.N. Primenenie modelirovaniya pri optimizatsii transportno-tekhnologicheskikh pro-tsessov: monografiya [Tekst] / N.N. Nikolaev. - Zernograd: FGBOU VPO ACHGAA, 2013. - 176 s.

14. Salanova, J.M. A review of the modeling of taxi services [Text] / J.M. Salanova, M. Estrada, G. Aifadopoulou, E. Mitsakis // Procedia Social and Behavioral Sciences 20. - 2011. - P. 150-161.

15. Salanova, J.M.; Estrada, M. Agent based modelling for simulating taxi services [Text] / J.M. Salanova, M. Estrada // Procedia Computer Science 52. - 2015. - P. 902-907.

16. Dolya, V.K. K analizu metodov opredeleniya optimal`nogo kolichestva avtomobiley taksi [Tekst] / V.K. Dolya, I.P. Englezi, D.S. Antonenko // Vestnik Donetskoy akademii avtomobil`nogo transporta. - 2011. - №3. - S. 26-28.

17. Incorporating transportation network modeling tools within transportation economic impact studies of disasters / Yi Wen, Li Zhang, Zhitong Huang, Mingzhou Jin // Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), Volume 1, Issue 4, August 2014. - P. 247-260. - URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756415302701

18. Modeling Transportation Network Redundancy / Xiangdong Xu, Anthony Chen, Sarawut Jansuwan, Kevin Heaslip, Chao Yang // Transportation Research Procedia, Volume 9, 2015. - P. 283-302. - URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146515001763.

19. Aidas, V.V. Modelling of intermodal freight transportation network / V.V. Aidas // TRANSPORT - 2002, Vol XVII, No 3, - P. 117-121. - URL: http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/16483840.2002.10414024.

20. Nikolaev, N.N. Modelirovanie transportnykh protsessov [Elektronnyy resurs]: uchebnoe posobie / N.N. Nikolaev. - Elektron. dan. - Zernograd: Azovo-Chernomorskiy inzhenernyy institut - filial FGBOU VO Donskoy GAU, 2016. - 153 s. - URL: http://elibrary.ru/download/56046121.pdf.

21. Novikov, A.N. Analiz stepeni zagruzki marshrutnoy transportnoy seti goroda Orla [Tekst] / A.N. Novikov, A.L. Sevost`yanov, A.A. Katunin, A.V. Kulev // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2012. - № 4 (39). - S. 69-74.

22. Novikov, A.N. Sovershenstvovanie dorozhnoy seti dlya povysheniya ikh propusknoy sposobnosti s ispol`zovaniem sredstv transportnoy telematiki [Tekst] / A.N. Novikov, V.A. Golenkov, YU.N. Baranov, A.A. Katunin, A.S. Bodrov // Izvestiya Tul`skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. - 2014. - № 6. - S. 128-139.

23. Novikov, A.N. Puti snizheniya negativnogo vozdeystviya avtotransportnykh potokov na kachestvo akusticheskoy sredy [Tekst] / A.N. Novikov, O.A. Ivashchuk, V.V. Vasil`eva // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2009. - № 1. - S.107-111.

Nikolaev Nikolai Nikolaevich

Azov-Black Sea Engineering Institute VPO «Don GAU»

Kand. tehn. Sciences, Associate Professor of the Department «Exploitation of vehicles and technology of transport processes»

Address: 347740, Russia, Rostov region, Zernograd, ul. Lenin, 21

E-mail: nnneks@mail.ru

Filatov Sergej Konstantinovich

Azov-Black Sea Engineering Institute FGBOU IN «Don GAU»

Kand. tehn. Sciences, Associate Professor of the Department «Exploitation of vehicles and technology of transport processes»

Address: 347740, Russia, Rostov region, Zernograd, ul. Lenin, 21

E-mail: filatov-sk@yandex.ru