

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №5 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-5>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/28EVN516.pdf>

Статья опубликована 14.10.2016.

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Омарова З.К., Минатуллаев Ш.М., Рябов И.М. Методика оценки спроса на автомобильные перевозки на основе вероятностного подхода // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №5 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/28EVN516.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**УДК 656.13.072:338**

**Омарова Залму Камалутдиновна**

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет»  
Филиал в г. Махачкала, Россия, Махачкала  
Доцент  
E-mail: [zalmu-o@yandex.ru](mailto:zalmu-o@yandex.ru)

**Минатуллаев Шамиль Минатуллаевич**

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет им. Джембулаева М.М.», Россия, Махачкала  
Преподаватель  
E-mail: [interpol1199@mail.ru](mailto:interpol1199@mail.ru)

**Рябов Игорь Михайлович**

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Россия, Волгоград  
Доктор технических наук, профессор  
E-mail: [rjabov1603@mail.ru](mailto:rjabov1603@mail.ru)

## **Методика оценки спроса на автомобильные перевозки на основе вероятностного подхода**

**Аннотация.** Предлагаемая методика оценки спроса на автомобильные перевозки пассажиров состоит из последовательно решенных следующих основных задач: получить и обработать исходные данные о спросе населения, с выявлением его неравномерности по часам суток, дням недели и месяцам года; составить рациональный график выпуска работы транспортных средств на линии; спланировать измерения основных эксплуатационных показателей; оценить качество обслуживания населения и разработать мероприятия для повышения эффективности работы автомобильного транспорта. Для решения задач использовались методы теории массового обслуживания. Выявлено, что кривые распределения вероятностей посадок в такси подчиняются закону Пуассона. Предложены формулы для определения вероятности удовлетворения спроса населения за определенный промежуток времени и для определения полной потребности населения в перевозках за расчетный период. Критерием оптимизации принято наибольшее значение вероятности удовлетворения спроса населения в перевозках. Получены также формулы для расчета общего объема перевозок на перспективу и количества подвижного состава, для удовлетворения полной потребности местного населения и отдыхающих в перевозках на расчетный период. Приведен график полученного распределения по часам суток подвижного состава в Центральном районе г. Сочи. Анализ графика показывает, что потребное количество подвижного состава выше их фактического количества, особенно в ночное время.

**Ключевые слова:** методика; спрос; подвижной состав; автомобильные перевозки; население; пассажиры; критерий оптимизации; теория массового обслуживания; график

Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года (утвержденная приказом Минтранса РФ от 12.05.2005 г. № 45) предусматривает рост подвижности населения страны, которая определяется спросом населения на перевозки. Для оценки спроса на автомобильные перевозки пассажиров необходимо последовательно решить следующие основные задачи:

1. Получить и обработать исходные данные о спросе населения с выявлением его неравномерности по часам суток, дням недели и месяцам года, которые дают возможность определять полную потребность местного населения и отдыхающих в перевозках.
2. Составить рационального график выпуска работы транспортных средств на линии.
3. Спланировать измерение основных эксплуатационных показателей (объемов перевозок, требуемого количества автомобилей, коэффициента выпуска на линию, эксплуатационной скорости, коэффициента планового пробега, производительности использования автомобиля, времени работы в наряде).
4. Оценить качество обслуживания населения и разработать мероприятия для повышения эффективности работы автомобильного транспорта.

Ввиду ярко выраженной стохастичности процесса распределения спроса населения на перевозки и случайного появления автомобилей в различных курортных зонах территории города в разное время для решения задач планирования использовались методы теории массового обслуживания. Например, в результате обследования на таксомоторных стоянках количество посадок, распределенных по 5-минутным интервалам времени, можно получить кривые распределения вероятностей посадок по интервалам времени за каждый час суток в будний день, субботу и воскресенье.

Выявлено, что кривые распределения вероятностей посадок в легковые автомобили-такси подчиняются закону Пуассона и их можно выразить в виде формулы:

$$f(\lambda) = \frac{\lambda^n}{n!} e^{-\lambda} \quad (1)$$

где:  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$  – количество посадок в заданный интервал времени;

$\lambda$  – среднее значение распределения посадок;

$e = 2,718 \dots$  – основание натурального логарифма.

На основании кривых распределения вероятностей посадок можно получить накопленную плотность вероятности  $f(n)$ . Вероятность удовлетворения спроса на легковые автомобили-такси зависит от частоты их прибытия свободными или от времени ожидания пассажирами их прибытия –  $t_{ож}$ . При  $t_{ож} = 0$  вероятность удовлетворения спроса  $P(n) = 1$ . При некотором значении  $t_{ож} = t_{кр}$  пассажиры покинут систему, не получив удовлетворения в спросе, т.е.  $P(n) = 0$ . В диапазоне значений  $t_{ож}$  от 0 до  $t_{кр}$  вероятность удовлетворения спроса уменьшается.

Суммируя вероятность удовлетворения спроса за определенный промежуток времени, можно определить среднее значение вероятности за весь промежуток времени часа суток по формуле:

$$P_j(n) = \int_{t=0}^{t=t_{кр}} f(\lambda)[1 - F(n)] dt \quad (2)$$

Полную потребность населения в таксомоторных перевозках можно определить по формулам:

$$\text{за } i\text{-й час суток: } n_i = \frac{m_i}{P_i(n)}, \quad (3)$$

$$\text{за сутки: } \sum_{i=24}^{i=24} n_i = \frac{m_c}{\sum_{i=24} P_i(n)}, \quad (4)$$

где:  $m_i$  – количество реализованных требований посадок за  $i$ -й час;

$m_c$  – количество реализованных требований посадок за сутки.

Условием функционирования оптимальной модели работы пассажирского транспорта является соответствие возникновения спроса на перевозки его моментальному удовлетворению, т.е.  $t_{ож} = 0$ . Ввиду наличия многочисленных ограничений выполнения этого условия можно ставить задачу лишь о постепенном приближении к оптимальному решению. Критерием оптимизации в этом случае будет являться наибольшее значение вероятности удовлетворения спроса населения в таксомоторных перевозках  $P_i(n) \rightarrow \max$ .

Потребное количество автомобилей-такси для удовлетворения полного спроса можно определить по формуле:

$$A_n = \frac{A_c \cdot \alpha}{\sum_{i=1}^{i=24} P_i(n)} \quad (5)$$

где:  $A_n$  – потребное среднесписочное количество автомобилей для удовлетворения полного спроса;

$A_c$  – списочное существующее количество автомобилей-такси;

$\alpha$  – коэффициент выпуска автомобилей-такси на линию.

При планировании распределения автомобилей-такси по стоянкам возникает необходимость определить вероятность возникновения очереди пассажиров в ожидании такси, а также вероятность простоев автомобилей.

Вероятность очереди ( $P_o$ ) пассажиров на стоянке такси определяется по формуле:

$$P_o = \frac{P_c}{n! \cdot n^{k-n} \cdot \left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k} \quad (6)$$

Вероятность  $P_c$  того, что все прибывающие на стоянку автомобили-такси будут свободны, можно определить по формуле:

$$P_c = \frac{1}{\sum k! \cdot \left(\frac{\lambda}{v}\right)^k + \frac{1}{1 - \frac{\lambda}{v}} \cdot \left(\frac{\lambda}{v}\right)^n \cdot \left[1 - \left(\frac{\lambda}{m} \cdot n\right)^{m+1}\right]}, \quad (7)$$

где:  $k$  – потребное количество автомобилей для удовлетворения спроса пассажиров;  
 $\lambda$  – интенсивность прибытия пассажиров на стоянку, пасс/ч;  
 $1/v$  – время, затрачиваемое на исполнение заказа и возврат автомобиля на стоянку, ч;  
 $n$  – количество автомобилей-такси, прибывающих на стоянку, ед.

Зная по данным обследований распределение по интервалам времени количества автомобилей, непроизводительно простаивающих, можно определить среднее время простоя одного автомобиля как отношение произведений количества автомобилей, входящих в  $i$ -ый интервал на среднее значение интервала к общему количеству наблюдений.

Объем таксомоторных перевозок на перспективу  $Q_\tau$  определяется по формуле:

$$Q_\tau = \frac{N \cdot \Pi_\tau}{P_\tau(m) \cdot P_\tau(o) \cdot P_\tau(a) \cdot P_\tau(l)}, \quad (8)$$

где:  $N$  – численность населения на расчетный год перспективы;

$\Pi_\tau$  – подвижность на таксомоторном транспорте, поездок на 1000 жителей;

$P_\tau(m)$ ,  $P_\tau(o)$ ,  $P_\tau(a)$ ,  $P_\tau(l)$  – вероятности пользования транспортным средством, соответственно, в зависимости от увеличения материального благосостояния, изменение тарифа, развития массового общественного транспорта, увеличения дальности поездки, связанная с ростом количества личных автомобилей на 1000 жителей.

Количество автомобилей-такси, необходимое для удовлетворения полной потребности местного населения и отдыхающих в перевозках на расчетный период,  $A_n$  определяется по формуле:

$$A_n = \frac{Q_\tau \cdot l_{cp} \cdot \eta_\tau \cdot \eta_d \cdot \eta_m}{365 \cdot \alpha \cdot V_\tau \cdot q \cdot T_n \cdot \beta}, \quad (9)$$

где:  $l_{cp}$  – средняя дальность поездки, км;

$\alpha$  – коэффициент выпуска на линию;

$V_\tau$  – эксплуатационная скорость, км/ч;

$q$  – среднее наполнение автомобиля;

$T_n$  – время в наряде, ч;

$\beta$  – коэффициент платного пробега;

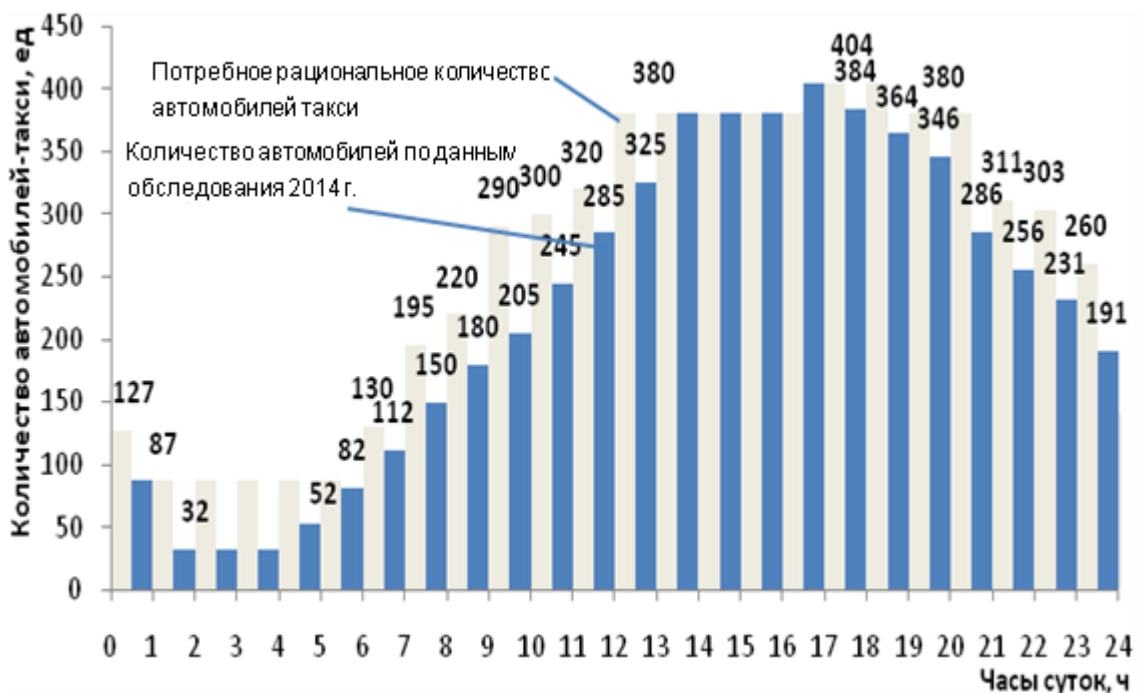
$\eta_\tau$  – коэффициент неравномерности спроса по часам суток;

$\eta_d$  – коэффициент неравномерности спроса по дням недели;

$\eta_m$  – коэффициент неравномерности спроса по месяцам года.

В знаменателе формулы (9) приведена производительность использования одного автомобиля, которая на перспективу будет изменяться пропорционально изменению каждого из сомножителей – основных технико-эксплуатационных показателей.

План-график работы автомобилей на линии составляет с учетом соответствия количества автомобилей, находящихся на линии в каждый час, спросу населения в таксомоторных перевозках и с учетом режима работы водителя. Полученное распределение по часам суток автомобилей-такси в Центральном районе г. Сочи приведено на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Расчетное и экспериментальное распределение автомобилей-такси по часам суток в Центральном районе г. Сочи (разработано авторами)

Анализ рисунка 1 показывает, что потребное количество автомобилей-такси в Центральном районе г. Сочи выше их фактического количества, особенно в ночное время.

Таким образом, для повышения качества обслуживания населения выпуск автомобилей-такси на линию в Центральном районе г. Сочи необходимо корректировать в соответствии со спросом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченко, Е.А. Методическое пособие по дисциплине «Основы управления качеством ТОН» для студентов спец. 24.01 / Е.А. Кравченко – Краснодар: Ротапринт КубГТУ, 1997. – 135 с.
2. Качество пассажирских перевозок: возможность исследования методами социологии: учеб, пособие / В.А. Гудков, М.М. Бочкарева, Н.В. Дулина, Н.А. Овчар. - Волгоград: ВолгГТУ, 2008. - 163 с.
3. Рябов, И.М. Анализ обслуживания пассажиров автобусами в России и за рубежом / И.М. Рябов, Тхи Тху Хыонг Нгуен // Мир транспорта. - 2014. - №2. - С. 122-131.
4. Рябов, И.М. Современное состояние и перспективные направления развития городских перевозок пассажиров в городе Волгограде / И.М. Рябов, И.С. Водолажский // Известия ВолгГТУ. Серия "Наземные транспортные системы". Вып. 8: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2014. - №3 (130). - С. 90-93.
5. Повышение качества транспортных услуг при перевозке пассажиров. Строительство транспортно-пересадочного узла в городе Волгограде / И.М. Рябов, Р.Я. Кашманов, А.К. Искаков, Ф.С. Илясов // Евразийский Союз Учёных. Сер. Технические науки. Физико-математические науки. - 2015. - №1 (часть 1). - С. 51-52.
6. Пути совершенствования пассажирских перевозок в Волгограде и в Волгоградской области / И.М. Рябов, А.В. Куликов, Р.Я. Кашманов, А.Н. Карагодина // Сборник научных трудов SWorld. - 2014. - Вып. 3, том 1. - С. 38-41.
7. Рябов, И.М. Современное состояние пассажирского транспорта города Ханой / И.М. Рябов, Тхи Тху Хыонг Нгуен // Известия ВолгГТУ. Серия "Наземные транспортные системы". Вып. 8: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2014. - №3 (130). - С. 93-96.
8. Володькин, П.П. Основные критерии и закономерности развития систем городского пассажирского транспорта в городах Дальневосточного округа / П.П. Володькин, Г.Г. Денисов, Н.Н. Мартыненко // Транспорт: наука, техника, управление. - №5. - 2011. - С. 33-38.
9. Володькин, П.П. Моделирование и динамическая оптимизация транспортного обслуживания населения / П.П. Володькин, И.О. Загорский // Информатика и системы управления. - №3 (25). - 2010. - С. 19-26.
10. Володькин П.П. Прогнозирование развития системы городского пассажирского транспорта в условиях крупного города / П.П. Володькин, И.Н. Пугачев // Вестник Тихоокеанского государственного университета. - №1 (16).-2010. - С. 91 - 98.
11. Гудков В.А., Миротин Л.Б. Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками. Учебн. для вузов. М.: Транспорт, 1997. - 254 с.
12. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Изд. 5-е, переработ. М.: Высшая школа, 1977.-479 с.

**Omarova Zalmu Kamalutdinovna**

Moscow automobile and road state technical university  
Makhachkala branch, Russia, Makhachkala  
E-mail: [zalmu-o@yandex.ru](mailto:zalmu-o@yandex.ru)

**Minatullaev Shamil' Minatullaevich**

Dagestan state agricultural university im. Dzhambulaeva M.M., Russia, Makhachkala  
E-mail: [interpol1199@mail.ru](mailto:interpol1199@mail.ru)

**Ryabov Igor Mikhaylovich**

Volgograd state technical university, Russia, Volgograd  
E-mail: [rjabov1603@mail.ru](mailto:rjabov1603@mail.ru)

## **Methods of assessment of demand for road transport on the basis of the probabilistic approach**

**Abstract.** The proposed method estimates the demand for car transport-ing passengers consists of sequentially solving the following OS main task: to obtain and process raw data on the demand of the population with detection of unevenness by the hour of day, day of the week and months of the year; to make up a rational schedule of issue of work vehicles on the line; to plan measurement key performance indicators; to evaluate the quality of services and develop measures to enhance the efficiency of road transport. For solving problems were used methods of the theory of mass service. Revealed that curves of probability distribution of landings in a taxi subject to the law of Poisson. The proposed formula for determining the probability of satisfaction of demand of population for op-definiteness interval of time to determine the full needs of the population in transportations for the accounting period. The criterion of optimization adopted the highest value of the probability of satisfaction of demand of the population for transportation services. Derived formula to calculate the total traffic volume for the future and the amount of rolling stock, to meet the full needs of the local population and tourists in the carriage for the settlement period. Given the graph of the obtained distribution by hours of rolling stock in the Central district of Sochi. Analysis of the chart shows that the required amount of rolling stock above the actual numbers, especially at night.

**Keywords:** methodology; demand; rolling stock; road transport; population; passengers; criteria of optimization; queueing theory; graph

## REFERENCES

1. Kravchenko, E.A. Methodical manual on discipline "basics of quality management the TONE" for students specials. 24.01 / E.A. Kravchenko – Krasnodar: Rotaprint Cube GTU, 1997. – 135 p.
2. The quality of passenger transport: the ability to research methods of sociology: textbook, a manual / V.A. Gudkov, M.M. Bochkarev, N. n. Dulina, N. A shepherd. - Volgograd: VSTU, 2008. - 163 with.
3. Ryabov, I.M. Analysis of passenger service buses in Russia and abroad / I.M. Ryabov, Thi Thu Huong Nguyen // World of transport. - 2014. - No. 2. - P. 122-131.
4. Ryabov, I.M. a Modern state and perspective directions of development of urban passenger transport services in the city of Volgograd / I.M. Ryabov, I. Vodolazhskiy, S. // proceedings VSTU. A series of "Land transport system". Vol. 8: mezhvuz. SB. nauch. article / VSTU. - Volgograd, 2014. - №3 (130). - P. 90-93.
5. Improving the quality of transport services for the carriage of passengers. The construction of a transport interchange hub in the city of Volgograd / I.M. Ryabov, R.J. Kachmanov, A.K. Iskakov, F.S. Ilyasov // Eurasian Union of Scientists. Ser. Technical Sciences. Physico-mathematical science. - 2015. - No. 1 (part 1). - P. 51-52.
6. Ways of improving passenger transportation in Volgograd and Volgograd region / I.M. Ryabov, V.A. Kulikov, R.J. Kachmanov, A.N. Karagodina // Collection of scientific PA-pers]. - 2014. - Vol. 3, vol. 1. - P. 38-41.
7. Ryabov, I.M. the current status of passenger transport Hanoi / I.M. Ryabov, thi Thu Huong Nguyen // Izvestia Volggtu. A series of "Land transport system". Vol. 8: mezhvuz. SB. nauch. article / VSTU. - Volgograd, 2014. - №3 (130). - P. 93-96.
8. Volodkin, P.P. Main criteria and patterns of development of urban passenger transport in the cities of the far Eastern Federal district / P.P. Volodkin, G.G. Denisov, N.N. Martynenko // Transport: science, technique, management. - No. 5. - 2011. - P. 33-38.
9. Volodkin, P.P. Modeling and dynamic optimization of the transport service-service population / P.P. Volodkin, I.O. Zagorsky // Informatics and control systems. - №3 (25). - 2010. - P. 19-26.
10. Volodkin P.P. prediction of the development of urban passenger transport in the major cities / P.P. Volodkin, N.I. Pugachev // Bulletin of Pacific national University. - №1 (16).-2010. - P. 91 - 98.
11. Gudkov V.A., Mirotin L.B. Technology, organization and management of passenger road transport. Uchebn. for higher education institutions. M.: Transport, 1997. - 254 p.
12. Gmurman V.E. probability Theory and mathematical statistics. Ed. 5-e reprocessing. M.: Vysshaya school, 1977. - 479 p.