

УДК 656.212+06

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧИСЛА ОКОН СПРАВОЧНОГО БЮРО И  
БИЛЕТНЫХ КАСС КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ  
КОНКУРЕНЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
MODELING THE NUMBER OF WINDOWS OF THE REFERENCE  
BUREAU AND TICKET OFFICE AS ONE OF FACTORS OF  
IMPROVEMENT COMPETITIONS FOR RAILWAY TRANSPORT**

**к.физ.-мат.н., доц. Солоп С.А. / c.f.-m.s., as.prof. Solop S.A.**

*Ростовский государственный университет путей сообщения,*

*Ростов-на Дону, площадь Народного Ополчения, 2, 344038*

*Rostov State Transport University,*

*Rostov-on-Don, Narodnogo Opolcheniya Sq., 2, 344038*

*Аннотация. В работе рассмотрена проблема оптимизации числа окон справочного бюро и билетных касс железнодорожного транспорта. Выполнен расчет с помощью методов теории массового обслуживания.*

*Ключевые слова: конкуренция, основные виды запросов, справочная служба вокзала, расчет числа окон, расчет числа билетных касс.*

В работе железнодорожного транспорта пассажирские перевозки занимают особое место, обеспечивая население в производственной деятельности и культурно-бытовой необходимости. Изменение доходов населения, тарифов у других видов транспорта, мест притяжения туристических и санаторно-курортных потоков, качества пассажирских перевозок, сервиса и внедрения новых видов услуг – основные факторы при планировании повышения конкуренции железнодорожных пассажирских перевозок. Культура и скорость обслуживания в период поездки и пребывания на вокзалах центральное место в оценке пассажирами транспортных средств [1].

**Расчет окон справочного бюро.** Пассажиры на вокзалах должны получать полную информацию о перевозках. Справочная информация классифицируется по видам, способам отображения и техническим средствам.

Анализ запросов пассажиров по станции Ростов-Главный приведены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Анализ запросов пассажиров по станции Ростов-Главный**

<i>Наибольшее число вопросов пассажиров в справочном бюро вокзала</i>	<i>%</i>
О времени прибытия, отправления и проследования поездов через населенные пункты	до 34
О наличии мест на поезд (особенно, в купейных вагонах)	до 24
О стоимости проезда	до 4
Об условиях перевозок, порядке оформления билетов	до 5
О работе подразделений вокзала	до 3,5

Объем справок тем меньше, чем больше на вокзалах постоянной информации: визуальной с постоянным или временным изображением, громкоговорящей и устной. Показатели обслуживания пассажиров в справочном бюро вокзала – число окон – справок, длина очереди и ассортимент справок.

Для выявления числа обращений пассажиров в справочное бюро вокзала требуется визуальное наблюдение и хронометрирование, которое целесообразно проводить 1 раз в год в период максимальных перевозок, охватывать все периоды суток и дни недели. В результате определяется временной интервал «пик»  $\Delta t_{пик}$  на протяжении которого число обращений в окна справочного бюро вокзала максимально  $N = N_{пик} = \max$ , интенсивность обращений  $\lambda = \frac{N_{пик}}{\Delta t_{пик}}$ , среднее время обслуживания пассажира дежурным справочной службы  $t_{обсл}$ .

Основные виды запросов справочной службы представлены в таблице 2.

Таблица 2

## Основные виды запросов справочной службы

<i>Вид справки</i>	<i>Число обращений</i>	<i>Среднее время ответа на вопрос, мин.</i>
Прибытие поезда	50	0,2
Отправление поезда	50	0,2
Стоимость проезда	50	0,4
Маршрут следования	45	3
Станция пересадки	45	1
Время хода поезда	65	0,5
Проезд в пригородном сообщении	250	0,6
Наличие мест	65	2
Опоздание	120	0,7
Оформление документов	60	5
Итого	800	

Среднее время обслуживания пассажира агентом справочного бюро:

$$t_{об}^{cp} = \frac{\sum N_i \cdot t_i}{\sum N_i}, \text{ где } N_i - \text{ число обращений за справкой } i\text{-го типа за период}$$

времени  $kt_i$ ;  $t_i$  – среднее время ответа на вопрос  $i$  – го типа;  $k$  – число разновидностей вопросов. Тогда:

$$t_{об}^{cp} = \frac{50 \cdot 0,2 + 50 \cdot 0,2 + 50 \cdot 0,4 + 45 \cdot 3 + 45 \cdot 1 + 65 \cdot 0,5 \cdot 65 \cdot 2 + 120 \cdot 0,7 \cdot 60 \cdot 5}{800} = 1,145$$

.

Среднее время обслуживания пассажира  $W$  :

$$W = W_z + t_{об}^{cp} = \frac{\lambda \cdot t_{об}^{cp}}{b \cdot (1 - \lambda \cdot l)} + t_{об}^{cp}, \text{ где } W_z - \text{ среднее время нахождения пассажира в}$$

очереди и  $l$  – число окон справочной службы. Максимальное время,

затрачиваемое пассажиром на получение справки, не должно превышать  $T = 10 \text{ мин.}$

Если справочная служба вокзала – одноканальная система массового обслуживания с интенсивностью входящего пуассоновского потока  $\lambda$  и временем обслуживания, распределенным по экспоненциальному закону с интенсивностью  $\mu = \frac{l}{t_{об}^{cp}}$ , то число окон справочного бюро вокзала должно быть

не меньше, чем

$$l \geq \frac{\lambda \cdot t_{об}^{cp} \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{4}{\lambda \cdot (T - t_{об}^{cp})}} \right]}{2}. \text{ Число пассажиров в очереди к одному окну:}$$

$$L_s = \frac{\varphi}{(1 - \varphi) \cdot l} - \varphi^2, \text{ где } \varphi - \text{коэффициент загрузки агента справочной}$$

службы. Максимальное число обращений за  $\Delta t_{ник} = 3ч$  составляет  $N_{max} = 800$ .

Максимальное время обслуживания пассажира не должно превышать 5 – 10 минут. Интенсивность обращений пассажиров в справочное бюро вокзала:

$$\lambda = \frac{800}{100} = 4,4 \text{ пас/мин.}$$

$$\text{Число окон справочной службы: } l \geq \frac{4,4 \cdot 1,145 \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{4}{4,4 \cdot (10 - 1,145)}} \right]}{2} \approx 5$$

окон.

$$\text{Коэффициент загрузки агента: } \mu = \frac{l}{t_{об}^{cp}} = \frac{5}{1,145} = 4,54 \text{ пасс}, \quad \varphi = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{4,4}{4,54} = 0,88,$$

$$L_s = \frac{0,88}{(1 - 0,88) \cdot 4} - 0,88^2 = 1,05 \approx 1 \text{ чел.}$$

**Расчет билетных касс.** Основа технологического процесса работы вокзала – организация продажи билетов, оборудованных терминалом системы «Экспресс-3». График работы билетных касс составляется из расчета максимального открытия касс в «пиковые» часы, выходные и предпраздничные

дни. При обслуживании выявлено время оформления одного проездного документа билетным кассиром: выяснение требований – 8 с, время набора информации – 20 с, реакция системы – 5 с, установка бланка в БПА – 5 с, печать проездного документа – 8 с, расчет с пассажиром и сообщение сведений о местах – 15 с, общая продолжительность – 53 с, т.е. до 700-950 проездных документов за смену. Нормативное время оформления одного билета – 1,97 мин. В течение смены кассиру предоставляется один часовой перерыв и каждый час по одному 5-минутному перерыву, т.е. кассир должен оформлять при полной загрузке не менее 300 билетов за смену. Однако, показателем работы билетного кассира является не количество оформленных проездных документов, а количество оформленных мест. Если в одном заказе более одного проездного документа и в одном документе поездки более одного пассажира, то это повышает производительность труда без увеличения числа использованных бланков.

Число билетных касс определяют по теории массового обслуживания, учитывая качественные показатели. Расчет ведется на период максимальных перевозок (август) с учетом внутрисуточной неравномерности обращения пассажиров в кассу. Общее число обращений в кассы вокзала за смену в день максимальной продажи билетов определяется по формуле:

$$P_{\max} = \frac{A_{\max} \cdot \alpha_{см}}{\beta \cdot (1 - \gamma)} \text{ пасс, где } \beta - \text{среднее число билетов, приобретаемых одним}$$

пассажиром (1,0-1,3);  $\gamma$  – доля пассажиров, не сумевших приобрести билет за одно обращение в кассу (0,1-0,15);  $A_{\max}$  – число пассажиров, приобретающих билеты в день максимальной продажи билетов;  $\alpha_{см}$  – доля продажи билетов за смену. По данным анализа контрольных лент продажи билетов доля продажи в дневную и ночную смены соответственно составляет:  $\alpha_{см}$  – в рабочие дни 0,8 и 0,2;  $\alpha_{см}$  – выходные дни 0,75 и 0,25. Интенсивность обращения в кассы продажи билетов (пасс/мин) соответствующая максимальной объему работы вокзала:

$$\lambda = \frac{P_{\max}}{60 \cdot (t_{cm} - t_{mex})} \text{ пасс/мин, где } t_{cm} - \text{ продолжительность смены } (t_{cm} = 12 \text{ ч}); t_{mex}$$

– продолжительность технологических перерывов в работе кассира (один часовой перерыв и по одному 5-минутному перерыву каждый час, итого  $t_{mex} = 2$  ч.)

$$\text{Число билетных касс: } S^2 = \lambda \cdot t_{обсл} \cdot S - \frac{\lambda \cdot t_{обсл}^2}{T - t_{обсл}} \geq 0.$$

По нормативам ОАО «РЖД», время, затрачиваемое пассажиром на приобретение билета, не должно превышать  $T = 20$  мин. Минимально необходимое число билетных касс на вокзале определяется из условия, что для нормальной работы кассы коэффициент загрузки кассира ( $\varphi$ ) не должен превышать единицы:  $\varphi = \frac{\lambda}{\mu} \leq 1$ . Среднее время ожидания в очереди:

$$W_g = \frac{\lambda \cdot t_{обсл}^2}{S \cdot (S - \lambda \cdot t_{обсл})} \text{ мин. Среднее время, затрачиваемое на приобретение}$$

$$\text{билета: } W = W_g + t_{обсл}. \text{ Средняя длина очереди в одну кассу: } L_g = \frac{\varphi}{(1 - \varphi)} \cdot S \quad [2].$$

Объем продажи билетов вокзала Ростов-Главный задан таблицей 3 (среднесуточный и максимальный с учетом коэффициента неравномерности). Продажи билетов за смену: в рабочие дни дневной смены - 0,8, ночной - 0,2; в выходные дни соответственно 0,75, 0,25;  $\beta = 1,2$ ,  $\gamma = 0,1$ .

**Таблица 3**

**Объем продажи билетов вокзала Ростов-Главный**

<i>День недели</i>	<i>Среднесуточный пассажиропоток</i>	<i>Максимальный пассажиропоток</i>
Понедельник	2400	2600
Вторник	2650	3000
Среда	2100	2400
Четверг	2200	2380

Пятница	2850	3100
Суббота	2000	2215
Воскресенье	1850	1980

Из таблицы 3 видно, что расчет потребного числа билетных касс нужно вести отдельно для рабочих и выходных дней. В среднем число пассажиров приобретающих билеты в кассах в рабочие и выходные дни определяется по формулам:

$$A_{cp}^{раб.д.} = \frac{1}{5} \sum A_{раб}^{сред.сут} + \sum A_{раб}^{max} \text{ пасс}, \quad A_{cp}^{вых.д.} = \frac{\sum A_{вых}^{сред.сут} + \sum A_{вых}^{max}}{2} \text{ пасс.}$$

Доля пассажиров покупающих билеты в дневное и ночное время составляет: в будние дни днем 80 %, ночью 20 %; в выходные дни днем 75 %, ночью 25 %. Данные сводим в таблицу 4.

**Таблица 4**

**Доля пассажиров покупающих билеты в дневное и ночное время**

<i>День недели</i>	<i>Суточный объем продаж</i>	<i>Дневной объем</i>	<i>Ночной объем</i>
Рабочий	2568	2054	514
Выходной	1925	1444	481

Из таблицы 4 следует: максимальный объем продажи билетов в ночную смену в рабочий, и выходной день различаются незначительно.

Число обслуженных пассажиров по сменам в расчетные дни недели:

$$P_{max}^{раб.д} = \frac{2054}{1,2 \cdot (1 - 0,12)} = 1945 \text{ об/пасс}, \quad P_{max}^{раб.н} = \frac{514}{1,2 \cdot (1 - 0,12)} = 487 \text{ об/пасс},$$

$$P_{max}^{вых.д} = \frac{1444}{1,2 \cdot (1 - 0,12)} = 1367 \text{ об/пасс}, \quad P_{max}^{вых.н} = \frac{481}{1,2 \cdot (1 - 0,12)} = 455 \text{ об/пасс.}$$

Интенсивность обращения в кассы продажи билетов составит:

$$\lambda_{раб}^{день} = \frac{1945}{60 \cdot (12 - 2)} = 3,2 \text{ пасс/мин}, \quad \lambda_{раб}^{ночь} = \frac{487}{60 \cdot (12 - 2)} = 0,8 \text{ пасс/мин},$$

$$\lambda_{\text{вых}}^{\text{день}} = \frac{1367}{60 \cdot (12 - 2)} = 2,3 \text{ пасс/мин}, \quad \lambda_{\text{вых}}^{\text{ночь}} = \frac{455}{60 \cdot (12 - 2)} = 0,8 \text{ пасс/мин.}$$

Число касс на вокзале  $S$  определяется по формуле:

$$S_{\text{раб}}^{2\text{день}} = 3,2 \cdot 1,97 \cdot S - \frac{3,2 \cdot 1,97^2}{20 - 1,97} \geq 0, \quad S_{\text{раб}}^{2\text{ночь}} = 0,8 \cdot 1,97 \cdot S - \frac{0,8 \cdot 1,97^2}{20 - 1,97} \geq 0,$$

$$S_{\text{вых}}^{2\text{день}} = 2,3 \cdot 1,97 \cdot S - \frac{2,3 \cdot 1,97^2}{20 - 1,97} \geq 0, \quad S_{\text{вых}}^{2\text{ночь}} = 0,8 \cdot 1,97 \cdot S - \frac{0,8 \cdot 1,97^2}{20 - 1,97} \geq 0.$$

Из квадратных неравенств:

$$S^2 - 6,304 \cdot S - 0,69 \geq 0, \quad S^2 - 1,576 \cdot S - 0,172 \geq 0,$$

$$S^2 - 4,531 \cdot S - 0,5 \geq 0, \quad S^2 - 1,576 \cdot S - 0,172 \geq 0$$

следует  $S_{\text{max}} \geq 6,67$ . Потребное число касс – 7.

Коэффициент загрузки кассира определяем по формуле:  $\varphi = \frac{3,2 \cdot 1,97}{7} \leq 0,9$ .

Среднее время ожидания в очереди:  $W_g = \frac{3,2 \cdot 1,97^2}{7 \cdot (7 - 3,2 \cdot 1,97)} = 2,54$  мин.

Среднее время, затраченное пассажиром на приобретение билета:

$$W = 2,54 + 1,97 = 4,51 \text{ мин. Средняя длина очереди: } L_g = \frac{0,9}{(1 - 0,9) \cdot 7} = 1,29 \approx 2.$$

Длина очереди составляет 2 человека.

Литература:

1. **Правдин, Н. В.** Технология работы вокзалов и пассажирских станций / Н. В. Правдин, Л. С. Рябуха, В. И. Лукашев ; под ред. Н. В. Правдина. – М.: Транспорт, 1990. – 319 с.

2. Пассажирские перевозки на железнодорожном транспорте (примеры, задачи, модели, методы и решения) [Электронный ресурс] : Учебное пособие / **Шубко В.Г.** – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. – 342 с.

#### Abstract

*The paper considers the main factors in the planning of increasing competition for rail passenger traffic. These include: culture and speed of service during the trip and stay at the*



*stations, the service and the introduction of new types of services. The work of the information desk and the main types of inquiries of the reference service have been analyzed, the number of windows has been calculated. The basis of the technological process of the station is the organization of ticket sales. To this end, the paper calculates the number of ticket offices using the methods of queuing theory.*

*Key words: competition, basic types of inquiries, reference service of the station, calculation of the number of windows, calculation of the number of ticket offices, the theory of mass service.*

1. Pravdin, NV The technology of the work of railway stations and passenger stations / NV Pravdin, L. S. Ryabukha, V. I. Lukashev; Ed. NV Pravdina. - Moscow: Transport, 1990. - 319 p.

2. Passenger transportations by rail (examples, tasks, models, methods and solutions) [Electronic resource]: Textbook / Shubko V.G. - M .: Educational and methodological center for education in railway transport, 2013. - 342 p.

Статья отправлена: 10.05.2017 г.

© Солоп С.А.