

УДК 656

Функционирование парковки транспортных средств как системы массового обслуживания

Волосатых Е.И., студент гр. ТЛБ-191, II курс;
 Семенов Ю.Н., к.т.н., доцент кафедры АП;
 Семенова О.С., к.т.н., доцент кафедры АП;
 Кузбасский государственный технический университет
 имени Т.Ф. Горбачева,
 г. Кемерово

Работа любого торгового комплекса или крупного супермаркета напрямую зависит от его дислокации, удобства подъезда и наличия мест для парковки транспортных средств. При непродуманном месторасположении, отсутствии подъездных путей или недостаточном количестве парковочных мест эффективность функционирования торговых объектов будет низкой.

Теория массового обслуживания имеет математический аппарат, позволяющий описать работу парковок [1]. При этом саму парковку можно представить в виде устройства обслуживания с c -каналами (парковочными местами) без блока ожидания. Подъезжающие к парковке транспортные средства образуют входной поток заявок на обслуживание λ , при отсутствии мест на стоянке заявка получает отказ и покидает систему необслуженной. Время обслуживания заявки зависит от многих факторов (например, от дня недели, часа суток, времени года и т.д.) и является случайной величиной. Заявки обслуживаются с интенсивностью μ .

Вероятность того, что в системе не будет ни одного требования можно определить по формуле:

$$p_0 = \begin{cases} \left[\sum_{k=0}^{c-1} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^c (1 - (\frac{\rho}{c})^{N-c+1})}{(c-1)!(c-\rho)} \right]^{-1}, & \frac{\rho}{c} \neq 1 \\ \left[\sum_{k=0}^{c-1} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^c}{c!} (N-c+1) \right], & \frac{\rho}{c} = 1, \end{cases}$$

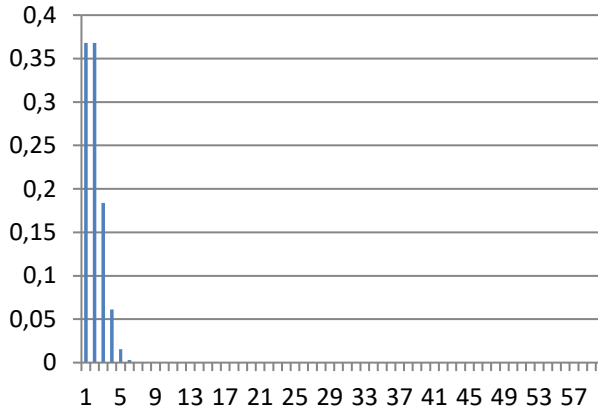
где N – максимально возможное количество заявок в системе. Если очередь не предусмотрена, то $N=c$;

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}.$$

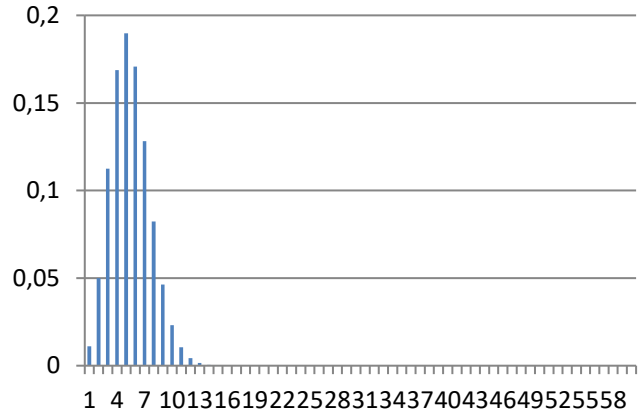
Вероятность того, что в системе будет n заявок

$$p_n = \begin{cases} \frac{\rho^n}{n!} p_0, & 0 \leq n \leq c \\ \frac{\rho^n}{c! c^{n-c}} p_0, & c < n \leq N \end{cases}$$

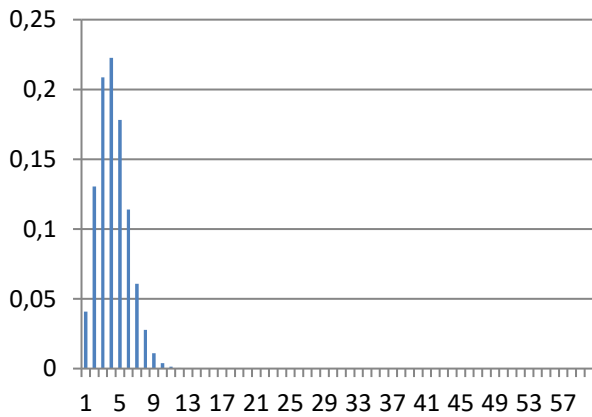
Вероятность занятости определенного количества стояночных мест p_n в зависимости от интенсивности поступления заявок в систему и интенсивности обслуживания (рис.1) рассмотрим на примере парковки с количеством мест для стоянки равным 60, расположенной около ТРК Гринвич (г. Кемерово, пр. Молодежный, 2).



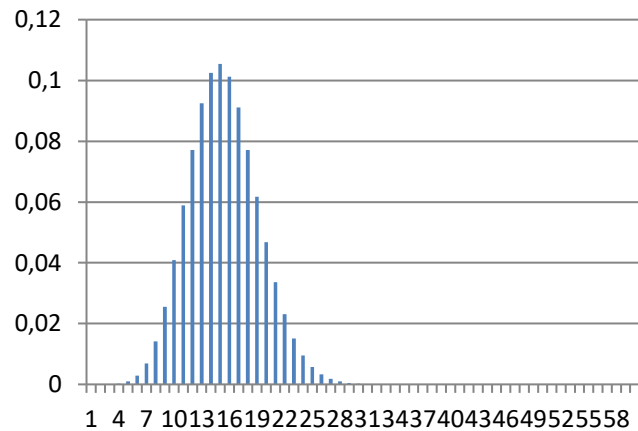
а) Время обслуживания 5 мин, интенсивность поступления заявок – 12 авт/ч.



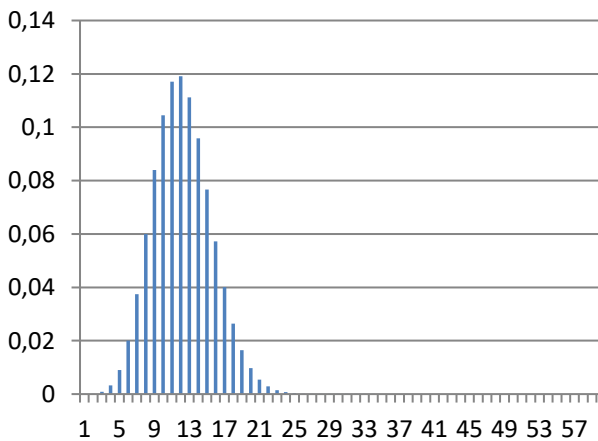
б) Время обслуживания 5 мин, интенсивность поступления заявок – 54 авт/ч.



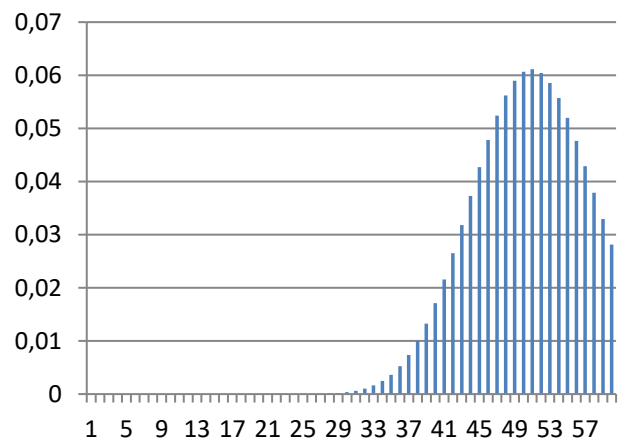
в) Время обслуживания 18 мин, интенсивность поступления заявок – 12 авт/ч.



г) Время обслуживания 18 мин, интенсивность поступления заявок – 54 авт/ч.



д) Время обслуживания 56 мин, интенсивность поступления заявок – 12 авт/ч.



е) Время обслуживания 56 мин, интенсивность поступления заявок – 54 авт/ч.

Рис. 1 – Вероятность занятости определенного количества стояночных мест

Минимальное время обслуживания (пребывания на стояночном месте) по результатам замеров, проведенных 6 января 2021 г., составляет 5 минут, максимальное – 56 минут, среднее значение зависит от времени суток и находится в диапазоне от 18 до 26 минут. За 1 час на парковку поступает 12-54 транспортных средств.

При маленьком значении времени обслуживания (5 мин.) и низкой интенсивности поступления заявок в систему (12 авт/ч) система загружена примерно на 16%, при этом высокая вероятность занятости только у 1-10 стояночных мест (рис. 1,а). При большом значении времени обслуживания (56 мин.) и высокой интенсивности поступления заявок в систему (54 авт/ч) существует вероятность того, что в системе будут заняты все места для стоянки $p_{60} = 0.029$ (рис.1, е).

Таким образом, парковочная система перестанет справляться с поступающими заявками только в том случае, если время обслуживания каждой заявки (или среднее время обслуживания всех заявок) будет выше 56 минут. Увеличение интенсивности поступления заявок в систему более чем 1,5 раза также приведет к отказам в обслуживании, так как постоянно будет заполнено более 90% стояночных мест.

Список литературы:

1. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций [Текст] / ТахаХемди А. – Москва., Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.