

УДК 656

Система обслуживания КФС-авто

Болошко П.М., студент гр. ТЛБ-201, ИИТМА, 2 курс

Данг Е.Х., студент гр. ТЛБ-201, ИИТМА, 2 курс

Семенова О.С., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Процесс приобретения товара или услуги практически всегда можно описать с помощью теории массового обслуживания (ТМО). Основным понятием ТМО является заявка, поступающая в систему с заданной интенсивностью. В зависимости от типа СМО (системы массового обслуживания) заявка перед обслуживанием может находиться в очереди заданное или случайное время. После выхода из очереди заявка поступает в канал обслуживания, в котором обслуживается, и затем покидает систему.

Выделяют следующие характеристики СМО:

p_n – вероятность того, что в системе находится n заявок на обслуживание;

L_s – среднее число находящихся в системе заявок на обслуживание;

L_q – среднее число заявок, находящихся в очереди;

W_s – средняя продолжительность пребывания заявки в СМО;

W_q – средняя продолжительность пребывания заявки в очереди;

$\lambda_{эфф}$ – часть потока клиентов, которая обслуживается в системе;

$\lambda_{отк}$ – часть потока клиентов, которая получает отказ в обслуживании.

Для примера рассмотрим систему КФС-авто (г. Кемерово, пр-т. Ленинградский 28В). Данная СМО имеет одно окно выдачи товара, у окна может остановиться только один автомобиль (М/М/1/1). В результате эксперимента установлено, что автомобили подъезжают к КФС-авто в среднем утром 4 авт/час; днем 10 авт/час, ранним вечером 15 авт/час, поздним вечером 20 авт/час (рис.1).

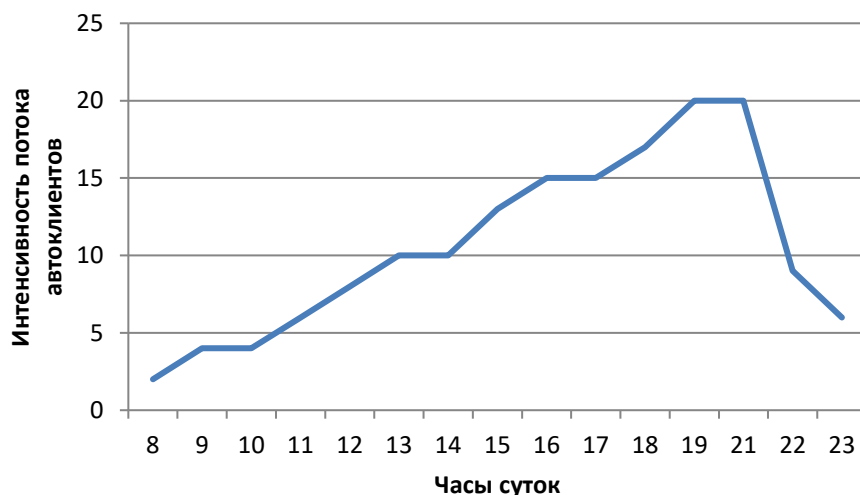


Рис.1 – График зависимости интенсивности потока автоклиентов от времени

Для выполнения заказа клиента в среднем требуется 4,5 минуты, следовательно, $W_s = 4,5$ мин, интенсивность обслуживания клиентов $\mu = \frac{1}{W_s} = 13,3$ авт/ч. По формуле $\lambda_{отк} = \frac{\lambda^2}{\mu + \lambda}$ определим количество клиентов, которое получит отказ в обслуживании:

$$9-10\text{ч: } \lambda_{отк} = \frac{4^2}{13,3+4} = \frac{16}{17,3} = 0,9 \frac{\text{авт}}{\text{час}};$$

$$13-14\text{ч: } \lambda_{отк} = \frac{10^2}{13,3+10} = \frac{100}{23,3} = 4,3 \frac{\text{авт}}{\text{час}};$$

$$16-17\text{ч: } \lambda_{отк} = \frac{15^2}{13,3+15} = \frac{225}{28,5} = 7,95 \frac{\text{авт}}{\text{час}};$$

$$19-21\text{ч: } \lambda_{отк} = \frac{20^2}{13,3+20} = \frac{400}{33,3} = 12 \frac{\text{авт}}{\text{час}};$$

Таким образом, отказ в утренние часы с 9-10ч будет составлять 22,5%, в дневные часы с 13-14ч составляет 43%, с 16-17 ч составляет 53%, с 19-21ч – 60%.

Поток автоклиентов, которые будут обслужены $\lambda_{эфф}$, найдем по формуле $\lambda_{эфф} = \lambda - \lambda_{отк}$, следовательно, с 9-10 часов процент обслуженных клиентов составит 77,5%, с 13-14 часов – 57%, с 16-17 часов – 47%, с 19-21 часов – 40%.

Рассмотрим, как повлияет на работу СМО увеличение среднего времени обслуживания клиентов на 1,5 минуты. В этом случае, средняя продолжительность пребывания заявки в СМО W_s увеличится до 6 мин, а интенсивность обслуживания μ уменьшится до 10 авт/ч.

Определим часть потока клиентов, которая получит отказ в обслуживании:

$$9-10\text{ч: } \lambda_{отк} = \frac{4^2}{10+4} = \frac{16}{14} = 1,1 \frac{\text{авт}}{\text{час}};$$

$$13-14\text{ч: } \lambda_{отк} = \frac{10^2}{10+10} = \frac{100}{20} = 5 \frac{\text{авт}}{\text{час}};$$

$$16-17\text{ч: } \lambda_{отк} = \frac{15^2}{10+15} = \frac{225}{25} = 9 \frac{\text{авт}}{\text{час}};$$

$$19-21\text{ч: } \lambda_{отк} = \frac{20^2}{10+20} = \frac{400}{30} = 13,3 \frac{\text{авт}}{\text{час}};$$

Процент отказа автоклиентам в утренние часы с 9-10 часов составил 27,4%, в дневные часы с 13-14 часов – 50%, с 16-17 часов – 60%, с 19-21 часов – 66,5%.

Таким образом, количество автоклиентов КФС-авто сократится с 9-10 часов на 5%, с 13-14 часов на 7%, с 16-17 часов сократиться на 7%, с 19-21 часов на 6,5%.

Рассмотрим, как повлияет на работу СМО добавление дополнительного канала обслуживания (М/М/2/2). При этом поток автоклиентов не изменится, а интенсивность обслуживания увеличится в два раза $\mu = 26,6$.

$$9-10\text{ч: } \lambda_{отк} = \frac{4^2}{26,6+4} = \frac{16}{30,6} = 0,5 \frac{\text{авт}}{\text{час}}; \quad 12,5\%$$

$$13-14\text{ч: } \lambda_{\text{отк}} = \frac{10^2}{26,6+10} = \frac{100}{36,6} = 2,7 \frac{\text{авт}}{\text{час}}; \quad 27\%$$

$$16-17\text{ч: } \lambda_{\text{отк}} = \frac{15^2}{26,6+15} = \frac{225}{41,6} = 5,4 \frac{\text{авт}}{\text{час}}; \quad 36\%$$

$$19-21\text{ч: } \lambda_{\text{отк}} = \frac{20^2}{26,6+20} = \frac{400}{46,6} = 8,6 \frac{\text{авт}}{\text{час}}; \quad 43\%$$

Следовательно, разница в отказах при работе по модели М/М/1/1 и М/М/2/2 составляет в период с 9-10 часов 10%, с 13-14 часов – 16%, с 16-17 часов 17%, с 19-21 часов 17% (рис.2).

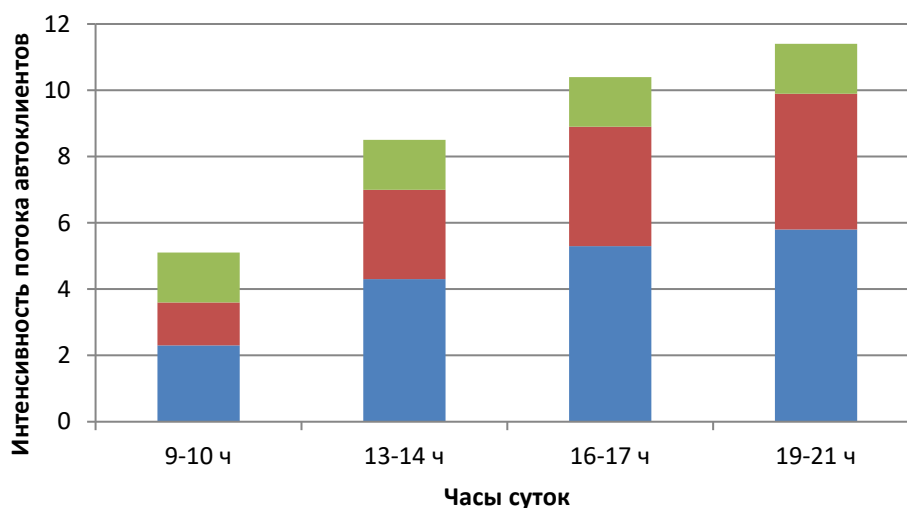


Рис.2 – График зависимости интенсивности отказа автоклиентов с одним окном выдачи от интенсивности отказа автоклиентов с двумя окнами выдачи товара

На рис.2 синим цветом показана часть потока автоклиентов, которые получили отказ, когда в KFC-авто было одно окно выдачи товара (М/М/1/1). Красным цветом показана часть потока автоклиентов, которые получили отказ, когда в KFC-авто стало два окна выдачи товара (М/М/2/2). Зеленым цветом показано количество заявок в системе (интенсивность потока автоклиентов).

Рациональность открытия второго окна выдачи товара зависит от суммы заказов автоклиентов и стоимости расходов на открытие дополнительного окна.

Список литературы:

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