

Применение методов теории массового обслуживания для организации оперативных процессов в магазине*

Н.А. Панкина
канд. тех. наук, доцент

16 мая 2014 г.

Аннотация

В статье рассмотрена задача определения количества контролеров-кассиров и кассовых аппаратов в супермаркете при известном потоке покупателей, в каждый планируемый интервал времени. Может быть полезна практическим работникам розничной торговли и студентам соответствующих специальностей.

Содержание

1	Понятия и определения	1
2	Расчет одноканальной однофазной системы массового обслуживания	3
3	Определение количества контролеров-кассиров в супермаркете	3
4	Приложение	5

1 Понятия и определения

Рассмотрим торговый зал магазина, в который в случайные моменты времени приходит случайное количество покупателей, на обслуживание каждого из которых как продавцы, так и кассиры затрачивают какое-то время. Очевидно, что чем больше продавцов и кассиров будет занято в торговом зале, тем быстрее будут обслуживаться покупатели, но тем выше будут издержки обращения торгового предприятия и меньше его прибыль за счет увеличения расходов на оплату труда. С другой стороны, недостаточное количество продавцов или кассиров может привести к возникновению значительных очередей и потере наиболее нетерпеливых покупателей, т.е. к снижению товарооборота и в конечном итоге также к снижению прибыли. Следовательно, актуальной является задача определения оптимальной численности торгового персонала, обеспечивающего эффективное обслуживание и минимально возможные издержки.

*Текст из книги — Организация и управление торговым предприятием: Учебник / Под ред. д-ра экон. наук, проф. Л.А.Брагина, д-ра экон. наук, проф. Т.П.Данько. — М.:ИНФРА-М, 2005. — 303 с.

Подобные задачи возникают при определении численности сотрудников оптового склада, определении необходимого количества торгово-технологического оборудования, организации ремонта и замены вышедшего из строя оборудования и в ряде других случаев. Их объединяет случайный характер происходящих событий и возможность возникновения очередей на обслуживание. Для решения таких задач требуется применение математико-статистических методов, разработкой которых занимается специальная математическая дисциплина — *теория массового обслуживания*.

В терминах теории массового обслуживания каждое требование на обслуживание (в нашем примере — покупатель) называется заявкой. Случайно появляясь в те или иные моменты времени, они образуют *поток заявок*. Поток заявок можно охарактеризовать его интенсивностью — средним числом заявок в единицу времени.

Обслуживающий персонал (в нашем случае — продавцы, кассиры, контролеры-кассиры) называют *приборами обслуживания*. Прибор обслуживания также имеет численную характеристику — интенсивность обслуживания, которая показывает, какое количество заявок может быть обслужено в среднем в единицу времени.

Приборы обслуживания, расположенные друг за другом, образуют канал обслуживания, а каждый отдельный прибор, перед которым возможно возникновение очереди, называется фазой обслуживания. Все приборы обслуживания одного предприятия образуют систему массового обслуживания (СМО). Некоторые разновидности СМО представлены на рис. 1.



Рис. 1: Разновидности систем массового обслуживания

Возможны и более сложные варианты, когда, например, покупатель обращается к продавцу, чтобы выбрать товар, затем оплачивает его стоимость в кассе и снова возвращается за товаром.

2 Расчет одноканальной однофазной системы массового обслуживания

Пусть продавец отдела магазина может обслужить в среднем M чел./ч. В течение часа к продавцу обращается L покупателей. Пользуясь терминами теории массового обслуживания, продавец представляет собой прибор обслуживания. Функционирование такой системы можно представить в виде одноканальной однофазной СМО (рис. 1, а). Величина L будет представлять собой интенсивность потока заявок, а M — интенсивность обслуживания.

Величина

$$K = L/M$$

называется коэффициентом загрузки системы. Если $K < 1$, то система в состоянии обслужить всех приходящих покупателей, в противном случае очередь будет неограниченно увеличиваться.

Все дальнейшие расчеты справедливы только для случая $K < 1$.

Величина K показывает, какую часть рабочего времени продавец занят обслуживанием покупателей, т.е.

$$T_{ob} = K \times T_{sm},$$

где T_{ob} — время, занятое обслуживанием покупателей;

T_{sm} — продолжительность смены (без учета обеденного перерыва).

Очевидно, что свободное время продавца, когда он не занят обслуживанием, определится как

$$T_{sv} = T_{sm} - T_{ob}.$$

Решение уравнений, описывающих данную СМО, дает возможность определить среднюю длину очереди к продавцу (т.е. количество покупателей, ожидающих в очереди) и среднее время ожидания в очереди:

$$R = K^2/(1 - K); \quad T = K/[M(1 - K)].$$

где R — среднее количество покупателей в очереди к продавцу; T — среднее время ожидания в очереди.

Таким образом, приведенные соотношения позволяют определить средний размер очереди к продавцу, среднее время, затрачиваемое на покупку, и время занятости продавца, что может быть использовано для рациональной организации торгового зала и определения численности персонала. Необходимые для расчета интенсивность потока покупателей L и интенсивность обслуживания M могут быть получены путем хронометража.

3 Определение количества контролеров-кассиров в супермаркете

В супермаркете, работающем по принципу самообслуживания, покупатели отбирают нужные товары, комплектуют покупку и попадают в узел расчета, где контролер-кассир осматривает товары, определяет стоимость покупки, пробивает чек и выдает сдачу. Если все контролеры-кассиры заняты, то вновь подходящие покупатели образуют очередь перед каждым из них. Следовательно, функционирование узла расчета супермаркета

можно представить в виде однофазной многоканальной СМО, аналогичной показанной на рис. 1, в, с неизвестным пока количеством каналов.

Если предположить, что интенсивность обслуживания у всех контролеров-кассиров одинакова, то общий поток покупателей будет равномерно распределяться по всем контролерам-кассирам. Тогда, используя приведенные выше соотношения:

$$R = K_1^2 / (1 - K_1); \quad T = K_1 / [M(1 - K_1)].$$

где

R — среднее количество покупателей в очереди к каждому контролеру-кассиру;

T — среднее время ожидания в очереди;

M — среднее количество покупателей, которое может быть обслужено одним контролером-кассиром в единицу времени;

$K_1 = L_1 / M$ — коэффициент загрузки каждого контролера-кассира;

L_1 / M — среднее число покупателей, подходящих к каждому контролеру-кассиру в единицу времени;

L — среднее число покупателей, подходящих к узлу расчета в единицу времени;

N — количество кассовых кабин узла расчета.

Это можно сделать исходя из ограничений на длину очереди и время ожидания в очереди. Так, если желательно, чтобы очередь к каждому контролеру-кассиру не превышала в среднем некоторой заданной величины R_n , то количество кассовых кабин N можно определить следующим образом:

$$N = L / K_1 M.$$

Величина K_1 , входящая в выражение для N , вычисляется как решение квадратного уравнения

$$K_1^2 + R_n K_1 - R_n = 0,$$

где R_n — средняя допустимая длина очереди, чел.

Полученные соотношения позволяют определить количество кассовых кабин и контролеров-кассиров исходя из ограничения на длину очереди. Однако небольшая величина очереди еще не гарантирует быстрого обслуживания, поэтому в ряде случаев целесообразно осуществлять расчет исходя не из длины очереди, а из времени ожидания в очереди. В этом случае количество кассовых кабин можно определить из соотношения

$$N = [L(1 + T_n M)] / T_n M^2,$$

где T_n — средняя допустимая величина времени ожидания в очереди.

Приведенные соотношения получены для случая, когда интенсивность потока покупателей и интенсивность обслуживания постоянны. В общем случае эти величины не являются постоянными. Так, например, для магазина, расположенного в жилом районе, в будние дни характерно увеличение потока покупателей в промежутке от 10 до 12 ч, когда большинство домохозяек отправляется за покупками, и от 17 до 19 ч, так как в это время заканчивается рабочий день и жители района заходят в магазин по пути с работы. В выходные и праздничные дни картина будет другая. Величина интенсивности обслуживания также может изменяться, например, в связи с усталостью работника к концу рабочего дня.

Для того чтобы учесть неравномерность потока покупателей и возможные колебания интенсивности обслуживания, необходимо разбить рабочий день на несколько интервалов, внутри которых эти величины можно с достаточной степенью точности считать

постоянными, и повторить расчет величины N одним из описанных выше способов для каждого интервала и каждого дня недели. Для удобства дальнейшего использования целесообразно выбирать длительность интервала равной одному часу. Рассчитанные значения N покажут, сколько контролеров-кассиров достаточно иметь в течение каждого часа рабочего дня супермаркета в различные дни недели, а наибольшее из значений N будет соответствовать необходимому количеству кассовых аппаратов узла расчета.

Получившиеся результаты будут носить приблизительный характер, но точность их, как правило, вполне достаточна для того, чтобы рассчитать узел расчета супермаркета и составить обоснованный график выхода на работу контролеров-кассиров.

4 Приложение

Программу для расчета количества кассиров в супермаркете можно бесплатно скачать на сайте www.mnogosmenka.ru

Окно программы изображено на рисунке 2.

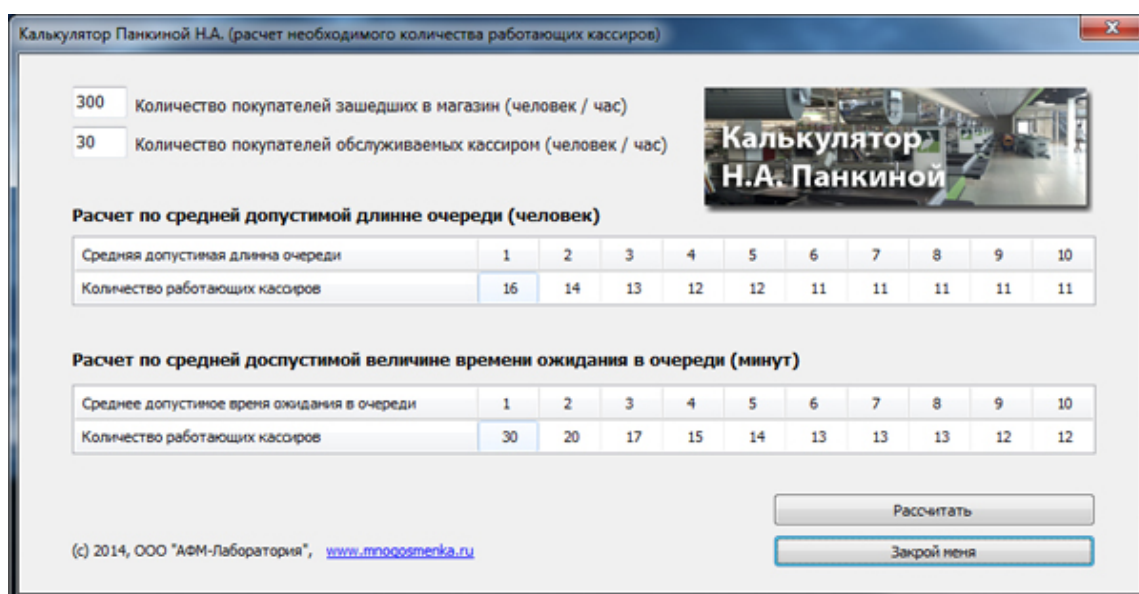


Рис. 2: Окно программы — «Калькулятор Н.А. Панкиной»