Список литературы:

1. Гущин А. Н. Базы данных: учебно-методическое пособие / А.Н. Гущин. – 2-е изд., испр. и доп. - М.; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 311 с.
2. Медведкова И.Е. Базы данных / И.Е. Медведкова, Ю.В. Бугаев, С. В. Чикунев; Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»; науч. ред. Г.В. Абрамов. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014. - 105 с.

Управление очередью в бюджетных учреждениях здравоохранения

*Мелехова Е.Е., Демидова А.А., студенты,
Сибирский институт управления,
филиал Российской академии народного
хозяйства и государственной
службы при Президенте Российской Федерации,
г. Новосибирск
E-mail: melekhova.ee@yandex.ru,
demidova200796@gmail.com*

*Научный руководитель:
к.п.н., доцент Геращенко М.М.*

В настоящее время теория массового обслуживания играет важную роль в анализе эффективности работы сотрудников и качестве предоставляемых услуг. Теория массового обслуживания или же теория очередей реализуется через наличие клиентов, вызовов, сигналов, места обслуживания и обработки, передачу. Теория очередей представляет собой раздел теории вероятности, где изучаются массовые обслуживания с помощью математических моделей [1].

Теория массового обслуживания (ТМО) изучает взаимосвязь между количеством каналов, производительностью, эффективностью числа заявок, и выбора наилучшего пути управления различными процессами [1]. Теория очередей (Queueing theory) описывает функционирование сложных систем массового обслуживания, находящихся под воздействием значительного числа неупорядоченных случайных событий, с целью повышения эффективности (увеличения пропускной способности, уменьшения времени обслуживания, сокращения затрат и т.п.) [2].

Практически теорию очередей можно применять в разных сферах, таких как банковское обслуживание клиентов, таможенные терминалы, городское движение транспорта, справочные центры, многофункциональные центры. В данной статье будет рассмотрено применение теории очередей в бюджетных медицинских учреждениях.

У большинства жителей России посещение бюджетного учреждения здравоохранения ассоциируется с огромной потерей времени в очереди. Считаем необходимым решить эту проблему. Качество обслуживания гражданами оценивается, как неудовлетворительное.

Как сделать так, чтоб очередей в поликлиниках не было? Избежать таких ситуаций, когда человек находится в очереди около часа или не попадает на прием к

врачу совсем? Применим теорию очередей, которая поможет определить, сколько сотрудников необходимо нанять и как распределить клиентов.

В настоящее время терапевты прикреплены к определенному участку. Записаться заранее можно только на первый прием, но эта запись, в большинстве случаев, является условной (так как приходят пациенты и повторно и в третий раз). Время записи и время фактического приема не совпадает, у кабинета возникает живая очередь. Сделав наблюдение и рассчитав показатели с помощью табличного процессора Excel, были получены следующие данные (см. табл.1).

Таблица 1

Расчет загрузки терапевтов на основе наблюдения

Врач	N	τ_c	λ	ρ	KBп	KBс	Wq	W	Lq	L
Терапевт №1	16	17,187	0,067	1,146	0,449	0,169	∞	∞	∞	∞
Терапевт №2	17	16,235	0,071	1,285	0,797	0,188	∞	∞	∞	∞
Терапевт №3	12	17,500	0,050	0,875	0,667	0,176	29,139	46,639	1,457	2,332

N- количество пациентов, которые пришли на прием в день наблюдения. Как видно из таблицы в данный день к терапевтам пришло разное количество пациентов. К терапевту №2 на самом деле пришло 20 пациентов, но 3 посетителя, увидев большую очередь, не стали ждать и ушли.

τ_c (среднее время обслуживания), среднее значение времени обслуживания каждого клиента. В Excel используется формула СРЗНАЧ. Все терапевты работают примерно с одинаковой скоростью.

λ (средняя частота обращений, клиентов в минуту), частное от деления количества пациентов у одного терапевта и временем работы этого терапевта. Терапевты в данный день работали 230 минут.

ρ (средний коэффициент Загрузки работника) = $\tau_c * \lambda$. Мы видим, что загруженность первого и второго терапевта слишком велика. Они не смогут принять всех пациентов в данный день или же им придется переработать.

KBп (коэффициент вариативности прибытия) - величина, характеризующая вариативность процесса обращений. Если он равен нулю, то для системы характерны детерминированные обращения, если равен 1 – абсолютно случайные (независимые) обращения, если меньше 1 - обращения по расписанию или обращения с негативной корреляцией, если больше 1 - всплески обращений или обращения с позитивной корреляцией. Результат получается от разницы деления стандартного отклонения интервала времени между последовательными прибытиями на средний интервал времени между прибытиями пациентов. В данном случае коэффициент вариативности прибытия находится в интервале от нуля до единицы, что означает, что пациенты в поликлинику приходят в разное, независимое друг от друга время. Есть те, кто записывался на время и те, кто хочет попасть на прием в порядке живой очереди. Так и было при наблюдении: в одно время у кабинета был 1 или 2 человека, в другое создавалась очередь из 5 человек.

KBс (коэф. Вариативности обслуживания) – величина, характеризующая вариативность процесса обслуживания. Для ее определения необходимо среднеквадратичное отклонение распределения времени обслуживания поделить на

среднее время обслуживания. В нашем случае вариативность обслуживания небольшая, но она есть, так как проблемы у пациентов разные и диагностика занимает неодинаковое время.

W_q (среднее время ожидания в очереди), данная величина, можно сказать, показывает сколько примерно простоят пациент, если пойдет к врачу. Так как у первого и второго терапевта загрузка большая, есть возможность, что клиент придет, простоят в очереди, но так и не попадет к врачу. W_q рассчитывается по формуле:

$$W_q = \tau_c \times \frac{\rho}{1-\rho} \times \frac{1}{2} \times [KB_{\text{п}}^2 + KB_{\text{с}}^2]$$

W показывает сколько в среднем клиент находится в поликлинике (ожидание и обслуживание). По расчётам получается, что клиенты терапевта №1 и терапевта №2 могут так и не попасть на прием.

L_q (среднее количество клиентов в очереди) и L (среднее количество клиентов в поликлинике (в очереди и в обслуживании)) вычисляются путем умножения средней частоты обращений λ на W_q и W соответственно. У терапевта №1 и №2 посетителей слишком много.

Таким образом только загрузка терапевта № 3 приемлемая. При этом очень высокий коэффициент вариативности прибытия пациентов (0,67), в связи с чем мы видим значительное среднее время ожидания и обслуживания.

Для того, чтобы изменить такой отрицательный результат, можно предложить поликлинике не распределять пациентов строго по участкам. Для эффективного использования времени работы терапевтов и качественного обслуживания пациентов необходимо ввести электронную очередь. Данный программно-аппаратный комплекс позволит формализовать и оптимизировать управление потоком посетителей. Все пациенты будут распределяться к терапевтам в зависимости от их загрузки. Рассмотрим пример объединения очередей к трем терапевтам в одну очередь (см. табл. 2).

Таблица 2

Объединенная очередь к трем терапевтам

S	N _{объед}	τ_c	$\lambda_{\text{объед}}$	ρ	KB _п	KB _с	W_q	W	L_q	L
3	45	16,911	0,187	1,057	0,848	0,177	∞	∞	∞	∞

S- Количество терапевтов.

Загрузка стала ниже, чем у отдельно взятого терапевта №1 и №2, но она осталась слишком большой. То есть если бы в поликлинику пришли 45 клиентов, то три терапевта принимали бы их 105,7 % своего рабочего времени, что физически невозможно. Мощности трех терапевтов недостаточно для того, чтобы обслужить всех посетителей. Если добавить одного обслуживающего терапевта, то получится следующее (см. табл. 3).

Объединенная очередь к 4 терапевтам

S	N _{обье} д	τ_c	$\lambda_{обьед}$	ρ	KBп	KBс	W _q	W	L _q	L
4	45	16,911	0,187	0,793	0,848	0,177	4,631	21,542	0,868	4,039
4	48	16,911	0,200	0,845	0,848	0,177	7,147	24,058	1,429	4,812

Четыре терапевта – оптимальное решение. Если в поликлинику придет 45 человека, они смогут на должном уровне всех принять. Считается, что коэффициент загрузки, равный 0,8, является балансом между эффективной работой специалиста и достойным качеством обслуживания. Время ожидания в очереди составляет 4,6 минут, что вполне приемлемо. Четыре терапевта смогли бы принять и тех трех пациентов, которые не стали дожидаться приема.

Итак, необходим еще один терапевт. Кроме того, учитывая значительную вариативность прибытия пациентов, для возможности принять всех пациентов и сокращения времени ожидания возможно объединить их в одну очередь.

Но для того, чтобы принимать управленческие решения такого характера, необходим более полный анализ процесса. Так как каждый день ситуация разная. На количество пациентов, обращающихся в поликлинику, может влиять сезон, инфекция. То есть появление человека в поликлинике предугадать нельзя. Поэтому необходимо установить систему управления электронной очередью, благодаря которой анализ статистических данных и работа с отклонениями (вариативностью процессов) возможны в реальном времени. Станет возможным установить, когда возникает очередь и оперативно применять меры по ее устранению.

Список литературы:

1. Грибакова Я.Ю., Визняк Е.М., Дышловой И.Н. Теория массового обслуживания // Инновационные научные исследования: теория, методология, практика сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции. 2017. URL: http://elibrary.ru/download/elibrary_27660524_13890206.pdf (дата обращения: 26.02.2017).

2. Осипов Л.А. Алгоритм решения проблемной задачи теории очередей // Журнал Наука и техника транспорта. 2009. № 4. URL: http://elibrary.ru/download/elibrary_14339195_38884103.pdf (дата обращения: 26.02.2017).