

УДК 615.478

Расчет оптимального количества диспетчеров на станции скорой помощи

Ю.Б. Ханжонков, В.В. Семенов, Ю.Г. Асцатуров, В.М. Фетисов

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства,
филиал Донского государственного технического университета*

Аннотация: в работе описана методика расчета оптимального количества диспетчеров для станций скорой помощи. В качестве критерия оптимальности выбран факт отсутствия очереди в телефонной линии при обращении к диспетчеру. Исходными данными при расчете являются средний ежесуточный поток заказов и среднее время оформления заказа диспетчером. Авторами разработана компьютерная программа, которая позволяет рассчитать оптимальное количество диспетчеров на станции скорой медицинской помощи. Работа выполнена в порядке творческого сотрудничества с Шахтинской больницей скорой медицинской помощи имени В.И. Ленина.

Ключевые слова: станция скорой медицинской помощи, оптимальное количество диспетчеров, методика расчета

Авторами разработана методика расчета оптимального количества диспетчеров на станции скорой медицинской помощи. Работа выполнена в порядке творческого сотрудничества с Шахтинской больницей скорой медицинской помощи имени В.И. Ленина.

От качества работы службы скорой медицинской помощи существенно зависит исход заболеваний в экстренных случаях. Диспетчер станции скорой помощи является промежуточным звеном между медработником и пациентом. Одним из факторов, влияющих на оперативность вызова машины скорой помощи, является количество диспетчеров по приему заявок от населения.

В качестве критерия оптимальности нами выбран факт отсутствия очереди в телефонной линии при обращении к диспетчеру. Исходными данными при расчете являются [1]:

1. Средний ежесуточный поток заказов;
2. Среднее время оформления заказа диспетчером.

Эти данные могут быть получены в результате статистического анализа деятельности станции скорой помощи за несколько предыдущих лет.

Сущность предложенной методики поясним путем решения конкретной задачи. Допустим имеется предприятие - станция скорой помощи, где прием заказов от населения производится по телефону через диспетчеров. Средний поток заказов составляет 406 заказов в сутки. Заказы от населения принимаются круглосуточно. Среднее время оформления заказа диспетчером равно 9 мин. Для удобства населению предприятие использует несколько телефонных линий, имеющих один телефонный номер. Каждую телефонную линию обслуживает один диспетчер.

Необходимо определить:

- оптимальное количество телефонных линий, чтобы среднестатистический абонент мог дозвониться до диспетчера с первого раза;
- вероятность того, что абонент дозвонится до диспетчера с первого раза;
- среднее время, за которое абонент дозвонится до диспетчера и оформит свой заказ.

Примем, что среднее время набора телефонного номера равно 0,5 мин. Если номер занят, то следующий звонок абонент делает через 1 мин.

Решение данной задачи выполним в следующем порядке:

1. Определим среднее часовое количество заказов от населения:

$$P_{\text{час}} = \frac{P_{\text{сут}}}{T_{\text{сут}}} = 406/24 = 16.917 \text{ заказов/час,}$$

где: $P_{\text{час}}$ - часовое количество заказов;

$P_{\text{сут}}$ - суточное количество заказов;

$T_{\text{сут}}$ - количество часов в одних сутках.

2. Определим среднее время, необходимое для обслуживания часового потока заказов:
-



$$T_{\text{час}} = \frac{\Pi_{\text{час}} \cdot T_{\text{нр}}}{60} = 16.917 \cdot 9 / 60 = 2.538 \text{ час.},$$

где: $T_{\text{час}}$ - среднее время, необходимое для обслуживания часового потока заказов;

$T_{\text{нр}}$ - среднее время приема одного заказа.

Так как на конце каждой телефонной линии у телефонного аппарата находится диспетчер, то расчет количества телефонных линий сведем к количеству диспетчеров. Рассчитаем оптимальное количество одновременно работающих диспетчеров, чтобы длина очереди к диспетчеру была не больше 1 человека [3].

3. Зададимся первоначальным количеством диспетчеров:

$$n = \text{INT}(T_{\text{час}} + 1) = \text{INT}(2.538 + 1) = 3.$$

где: n - количество диспетчеров,

INT-функция, которая удаляет дробную часть числа без округления этого числа.

4. Подберем количество диспетчеров, чтобы длина очереди не превышала 1 человека. Длину очереди будем определять по формуле:

$$L_{\text{оч}} = \frac{T_{\text{час}}^{n+1}}{n \cdot n! \cdot (1 - \frac{T_{\text{час}}}{n})^2 \cdot S},$$

где: $L_{\text{оч}}$ - длина очереди;

$$S = \text{Sum} + \frac{T_{\text{час}}^{n+1}}{n! \cdot (n - T_{\text{час}})} - \text{элемент знаменателя выражения для } L_{\text{оч}};$$

$$\text{Sum} = \sum_{j=0}^n \frac{T_{\text{час}}^j}{j!} - \text{вспомогательный параметр.}$$

5. Рассчитаем длину очереди при количестве диспетчеров, равном 3.

Определим вспомогательный параметр Sum:

$$\text{Sum} = (2.538^0)/0! + (2.538^1)/1! + (2.538^2)/2! + (2.538^3)/3! = 9.480.$$

Определим элемент знаменателя S:

$$S=9.480+(2.538^{(3+1)})/(3! \cdot (3-2.538))=24.420.$$

Определим длину очереди $L_{оч}$:

$$L_{оч}=(2.538^{(3+1)})/(3 \cdot 3! \cdot (1-2.538/3)^2 \cdot 24.420)=3.968.$$

Длина очереди получилась больше 1, поэтому количество диспетчеров $n=3$ увеличиваем на 1 и снова производим расчет длины очереди.

6. Рассчитаем длину очереди при количестве диспетчеров, равном 4.

Определим вспомогательный параметр Sum:

$$Sum=(2.538^0)/0!+(2.538^1)/1!+(2.538^2)/2!+(2.538^3)/3!+(2.538^4)/4!=11.208.$$

Определим элемент знаменателя S:

$$S=11.208+(2.538^{(4+1)})/(4! \cdot (4-2.538))=14.205.$$

Определим длину очереди $L_{оч}$:

$$L_{оч}=(2.538^{(4+1)})/(4 \cdot 4! \cdot (1-2.538/4)^2 \cdot 14.205)=0.577.$$

Длина очереди меньше 1, поэтому количество диспетчеров $n=4$ считаем оптимальным. Длина очереди больше нуля. Это означает, что среднестатистический абонент может с первого раза не дозвониться до диспетчера.

7. Рассчитаем вероятность наличия очереди.

Если к диспетчерам предприятия отсутствует очередь из абонентов, то возможны следующие ситуации:

ситуация № 0 - все диспетчеры не заняты, т.е. в данное время диспетчеру никто не звонит;

ситуация № 1 - занят только 1 диспетчер;

ситуация № 2 - заняты 2 диспетчера;

ситуация № 3 - заняты 3 диспетчера;

ситуация № 4 - заняты 4 диспетчера;

Рассчитаем вероятности занятости диспетчеров при отсутствии очереди [2]:

$$P(k) = \frac{T_{\text{час}}^k}{k! \cdot S},$$

где: k - количество занятых диспетчеров.

Вероятность того, что все диспетчеры будут свободны:

$$P(0) = (2.538^0) / (0! \cdot 14.205) = 0.070.$$

Вероятность того, что будет занят 1 диспетчер:

$$P(1) = (2.538^1) / (1! \cdot 14.205) = 0.179.$$

Вероятность того, что будут заняты 2 диспетчера:

$$P(2) = (2.538^2) / (2! \cdot 14.205) = 0.227.$$

Вероятность того, что будут заняты 3 диспетчера

$$P(3) = (2.538^3) / (3! \cdot 14.205) = 0.192.$$

Вероятность того, что будут заняты 4 диспетчера:

$$P(4) = (2.538^4) / (4! \cdot 14.205) = 0.122.$$

Определим сумму вероятностей всех возможных состояний занятости диспетчеров, т.е. вероятность отсутствия очереди:

$$\begin{aligned} P_{\text{отс}} &= \sum P(k) = P(0) + P(1) + P(2) + P(3) + P(4) = \\ &= 0.070 + 0.179 + 0.227 + 0.192 + 0.122 = 0.789, \end{aligned}$$

где: $P_{\text{отс}}$ - вероятность отсутствия очереди.

Следовательно, вероятность того, что абонент дозвонится до диспетчера с первого раза равна 0.789.

8. Определим среднее время нахождения заказчика в очереди:

$$T_{\text{оч}} = \frac{L_{\text{оч}} \cdot 60}{\Pi_{\text{час}}} = 0.577 \cdot 60 / 16.917 = 2.0 \text{ мин.},$$

где: $T_{\text{оч}}$ - среднее время нахождения заказчика в очереди.

9. Определим среднее время, за которое абонент дозвонится до диспетчера и оформит свой заказ.

Согласно условию задачи среднее время набора телефонного номера равно 0,5 мин., а если номер занят, то следующий звонок абонент делает

через 1 мин. Таким образом, время цикла между двумя смежными звонками составляет 1,5 мин.

Определим количество циклов между звонками за время, пока абонент находится в очереди:

$$K_{ц} = 1 + \text{INT}(T_{оч}/T_{ц}) = 1 + \text{INT}(2.0/1,5) = 2$$

где: $K_{ц}$ - количество циклов между звонками за время, пока абонент находится в очереди,

$T_{ц}$ - длительность цикла между двумя смежными звонками.

Определим среднее время, за которое абонент дозвонится до диспетчера и оформит свой заказ:

$$T_{оф} = T_{пр} + K_{ц} \cdot T_{ц} = 9 + 2 \cdot 1,5 = 12.0 \text{ мин.},$$

где: $T_{оф}$ - время на телефонный звонок и оформление заказа,

$T_{пр}$ - время приема и оформления заказа диспетчером.

Результат решения задачи:

- 1) Оптимальное количество телефонных линий и одновременно работающих диспетчеров - 4;
- 2) Вероятность того, что абонент дозвонится до диспетчера с первого раза - 0.789;
- 3) Среднее время, за которое абонент дозвонится до диспетчера и оформит свой заказ - 12.0 мин.

Авторами разработана компьютерная программа, которая позволяет рассчитать оптимальное количество диспетчеров на станции скорой медицинской помощи. Эту работу необходимо периодически выполнять при изменении потока заявок от населения или при изменении условий работы диспетчеров, приводящих к изменению среднего времени оформления заказа.



Литература:

1 Ивченко Г.И., Каштанов В.А., Коваленко И.Н. Теория массового обслуживания / Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1982. 256 с.

2 Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей. Глава 10. Теория массового обслуживания. М., 1969, 368 с.

3 Ханжонков Ю.Б., Чернокнижникова А.П. Расчет оптимального количества диктофонов для Шахтинской больницы скорой медицинской помощи им.Ленина/ Сборник научных трудов ДГАС, вып. 20 "Радиоэлектроника и физико- химические процессы", г. Шахты- 1997- с.20-26.

References:

1 Ivchenko G.I., Kashtanov V.A., Kovalenko I.N. Teorija massovogo obsluzhivaniya / Uchebnoe posobie dlja vuzov. M.: Vysshaja shkola, 1982. 256 s.

2 Ventcel' E. S., Ovcharov L. A. Teorija verojatnostej. Glava 10. Teorija massovogo obsluzhivaniya. M., 1969, 368 s.

3 Hanzhonkov Ju.B., Chernoknizhnikova A.P. Raschet optimal'nogo kolichestva diktofonov dlja Shahtinskoj bol'nicy skoroj medicinskoj pomoshhi im.Lenina/ Sbornik nauchnyh trudov DGAS, vyp. 20 "Radiojelek-tronika i fiziko-himicheskie processy", g. Shahty- 1997- s.20-26.