

Исследование системы приема вызовов по специальным линиям связи

Investigation of the system for receiving calls via special communication lines

Габдуллин Р.Б.

Студент кафедры «Средства связи и информационная безопасность» Омского государственного технического университета
e-mail: Rustem.gabdullin@mail.ru

Gabdullin R.B.

Student of the Department "Communications and information security" of Omsk state technical University
e-mail: Rustem.gabdullin@mail.ru

Аннотация

Рассмотрены некоторые нюансы системы приема вызовов по специальным линиям связи. Важной задачей для сети специальной связи является ее оптимизация. С этой целью проведен подбор некоторых параметров сети связи, исходя из ряда заранее установленных критериев. Для оптимизации сети акцент задан на такие параметры, как вероятность потери вызова и пропускную способность в системе, количество линий связи и количество диспетчеров.

Ключевые слова: линия, диспетчер, система, пропускная способность, отказ, вызов.

Abstract

Some nuances of the system of receiving calls via special communication lines are considered. An important task for a special communication network is its optimization. For this purpose, some parameters of the communication network were selected based on a number of pre-established criteria. To optimize the network, the focus is set on parameters such as the probability of call loss and bandwidth in the system, the number of communication lines, and the number of dispatchers.

Keywords: line, dispatcher, system, bandwidth, failure, call.

Важным параметром системы приема вызовов по специальным линиям (СЛ) связи является ее пропускная способность. Данный параметр имеет зависимость от числа линий связи и диспетчеров. Часто используется схема параллельного подключения специальных линий к диспетчерским пультам. Получается, что каждый диспетчер имеет возможность принять вызов, поступивший от любой из специальных линий. Проведем более подробный разбор приема вызовов диспетчерами. Допустим, что каждый диспетчер занят приемом вызовов. Это значит, что очередной поступивший вызов будет ждать начала обслуживания (ожидание в СЛ, по которой он поступил). Число СЛ ограничено и, следовательно, в определенный момент времени, когда все СЛ заняты обслуживаемыми и ожидающими обслуживания вызовами, очередной поступивший вызов получит отказ в обслуживании. Получается, что в процессе приема вызовов по СЛ имеет место быть потеря вызова и ожидание начала обслуживания [1, с. 34-37]. Проведем эксперимент с увеличением СЛ. Увеличим количество СЛ с 1 до k . Задачей эксперимента является нахождение такого числа

СЛ, при котором выполняется следующее условие: $P_{отк} \leq P_k$. Нагрузка, которая создавалась бы в сети СЛ, может быть представлена следующим образом [2, с. 72-75]:

$$y = \lambda \cdot T_k, \quad (1)$$

где λ – величина интенсивности входного потока вызовов (примем, равной 0.3 выз/мин.), T_k – время обслуживания 1-го вызова (примем, равной 0.3 мин.).

Получаем:

$$y = 0.3 \cdot 0.3 = 0.09 \text{ мин-зан.}$$

Вероятность статуса «свободен» для всех СЛ при $k = 1$ определяется следующим образом:

$$P_{св.1} = \frac{1}{\sum_{m=0}^1 \frac{y^m}{m!}} = \frac{1}{1 + \frac{y^1}{1!}}, \quad (2)$$

где m – последовательность целых чисел (0, 1, 2, ..., k).

Вероятность статуса «занят» для всех СЛ (вероятность отказа в обслуживании), определяется следующим образом:

$$P_{отк.k} = \frac{y^k}{k!} \cdot P_{св.n} = \frac{y^k}{k!} \cdot \frac{1}{\sum_{m=0}^k \frac{y^m}{m!}} \quad (3).$$

Рассчитаем вероятность статуса «свободен» для всех СЛ при $k = 1$:

$$P_{св.1} = \frac{1}{1 + \frac{0.09}{1!}} = 0.917.$$

Вероятность статуса «занят» для всех СЛ при этом:

$$P_{отк.1} = \frac{0.09^1}{1!} \cdot 0.917 = 0.083.$$

Допустим, что вероятность потери вызова $P_k = 0.001$. Тогда получается, что условие $P_{отк.1} \leq P_k$ не соблюдается. Следовательно, проводим эксперимент при $k = 2$. Вероятность статуса «свободен» для всех СЛ при $k = 2$ определяется следующим образом [3, с. 695-696]:

$$P_{св.2} = \frac{1}{1 + \frac{0.12}{1!} + \frac{0.12^2}{2!}} = 0.914.$$

Вероятность отказа при этом определяется по формуле:

$$P_{отк.2} = \frac{0.09^2}{2!} \cdot 0.914 = 0.0037.$$

Условие $P_{отк.2} \leq P_k$ также не соблюдается. Производим увеличение количества СЛ ($k = 3$). Рассчитаем вероятность статуса «свободен» для всех СЛ при $k = 3$:

$$P_{св.3} = \frac{1}{1 + \frac{0.12}{1!} + \frac{0.12^2}{2!} + \frac{0.12^3}{3!}} = 0.9139.$$

Вероятность отказа при этом определяется по формуле:

$$P_{отк.3} = \frac{0.09^3}{3!} \cdot 0.9139 = 0.00011.$$

Сравнивая полученное значение $P_{отк.3}$ и заданное значение P_k , приходим к выводу, что условие $P_{отк.3} \leq P_k$ соблюдается. Таким образом, принимаем число линий специальной связи $k = 3$.

Система массового обслуживания (СМО) состоит из какого-либо числа обслуживающих единиц (например, числа каналов связи). Работа любой СМО состоит в выполнении поступающего на нее потока требований (заявок). Заявки поступают на систему в случайные и не случайные моменты времени. Обслуживание каждой поступившей заявки продолжается какое-то время, после чего канал освобождается. В зависимости от числа каналов СМО обладает пропускной способностью, которая позволяет более или менее справляться с потоком заявок. Различают:

- абсолютную пропускную способность – число заявок, которое система может обслужить в единицу времени;
- относительную пропускную способность – среднее отношение числа обслуженных заявок к числу поданных.

Относительная пропускная способность сети спец. связи рассчитывается по формуле:

$$P_{обс.} = 1 - P_{отк.з} \quad (4).$$

Получаем:

$$P_{обс.} = 1 - 0.00011 = 0.99989$$

То есть получается, что сетью специальной связи будет обслужено 99,9% поступивших вызовов. Абсолютная же пропускная способность сети спец. связи рассчитывается по следующей формуле:

$$A = \lambda \cdot P_{обс.} \quad (5).$$

Получаем:

$$A = 0.3 \cdot 0.99989 = 0.2999 \text{ час}$$

То есть диспетчер способен обслужить в среднем 0,2999 сообщения в минуту.

Время обслуживания диспетчером 1-го вызова:

$$T_{обс.} = T_k + T_{обр.з} \quad (6)$$

где $T_{обр.з}$ – время обработки диспетчером принятого вызова.

Получаем:

$$T_{обс.} = 0.3 + 3 = 3.3 \text{ мин} \approx 0.055 \text{ час.}$$

Полная нагрузка на всех диспетчеров за 24 часа (при $\lambda = 0.2 \cdot 60 = 12 \text{ выз/ч}$) определяется по формуле:

$$T_{полн} = 24 \cdot \lambda \cdot T_{обс.} \quad (7).$$

Получаем:

$$T_{полн} = 24 \cdot 0.2 \cdot 60 \cdot 0.055 = 15.84 \text{ час}$$

Допустимая нагрузка на 1-го диспетчера за 1 смену с учетом коэффициента занятости диспетчера рассчитывается по формуле:

$$T_{доп} = K_{доп} \cdot T_{макс.з} \quad (8)$$

где $K_{доп}$ – коэффициент занятости диспетчера (примем равным 0.5); $T_{макс.з}$ – максимальная нагрузка на одного диспетчера за смену.

$$T_{доп} = 0.5 \cdot 24 = 12 \text{ час-зан.}$$

Определим необходимое число диспетчеров [4, с. 30-32]:

$$n_{д} = \frac{T_{полн}}{T_{доп}} \quad (9)$$

$$n_{д} = \frac{15.84}{12} = 1.32$$

Округляя результат в большую сторону, получаем число диспетчеров – 2. Итак, при оптимизации сети спецсвязи было выявлено, что для обеспечения установленной вероятности потери вызова и пропускной способности спецсвязи необходимо иметь 3 линии связи и 2-х диспетчеров.

Литература

1. *Корольков А.П.* Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие. В 2 ч. Ч.1. / Корольков А.П. [и др.] – Санкт-Петербург: СПУ ГПС МЧС России, 2012. – 172 с.
2. Диспетчерская служба МЧС России [Текст]: учебно-методическое пособие. В 2 ч. Ч.1. Основы диспетчерской службы / Бородин М.П., Гайсин О.Н., Меткин М.В. [и др.]; под общ.ред. В.С.Артамонова. – Санкт-Петербург: СПбУ ГПС МЧС России, 2012. – 176 с.
3. *Панина О.П.* Расчет основных характеристик систем оперативной связи. [Текст] / Панина О.П., Некрасов Д.П. // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. - 2018. – Изд.: Воронежский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (Воронеж). – Т.1. – №9. – С. 694-696.
4. *Вериго А.М.* Цифровые системы технологической радиосвязи [Текст] / Вериго А.М., Климова Т.В. // Автоматика, связь, информатика. – 2000. – №4. – С. 30–32.