

УДК 621.396.218:519.676

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕБУЕМОГО КОЛИЧЕСТВА КАНАЛОВ СВЯЗИ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОННЫХ СИСТЕМ

К. т. н. О. А. Гомцян, О. Д. Усикян

Государственный инженерный университет Армении

Армения, г. Ереван

gygrig@seua.am, hovsep_husikyan@mail.ru

Предложен метод определения такого количества каналов связи мобильных телефонных систем (МТС), при котором обеспечивается незначительный риск их нехватки. Метод основан на вероятностной модели связности элементов МТС.

Ключевые слова: канал, мобильное пространство, базовая станция, система.

При моделировании МТС применяются методы автоматического проектирования и компьютерного анализа. На эксплуатируемых системах предварительные расчеты размещения новой базовой станции (БС) все операторы делают самостоятельно. Возникает необходимость из существующих для этого расчета многочисленных методов выбрать один. На практике эти методы интуитивные и приближенные.

Одна из важнейших задач, которую необходимо решить при проектировании МТС, – это определение такой величины телекоммуникационного ресурса (количество каналов связи), которая была бы достаточна для обслуживания известного потока заявок с данными (нормированными) характеристиками их обслуживания.

В настоящей работе разработан один из таких методов, который позволяет оценить зависимость числа каналов связи МТС от количества абонентов системы.

Как показывают статистические исследования МТС, зависимость количества каналов m_i в пространственной структурной единице от количества разных пространственных структурных единиц в мобильных пространствах (МП) в среднем характеризуется функцией [1]

$$m_i = m_{0(i-1)} N_{i-1}^\alpha, \quad (1)$$

где m_i — среднее количество каналов связи на i -ом иерархическом уровне; $m_{0(i-1)}$ — среднее количество каналов связи на $(i-1)$ -ом иерархическом уровне; N_{i-1} — количество элементов, находящихся на $(i-1)$ -ом иерархическом уровне, под элементами здесь понимаем или мобильные телефоны (МТ), или МП, или БС; α — коэффициент занятости каналов в диапазоне $0,3 \leq \alpha \leq 0,8$.

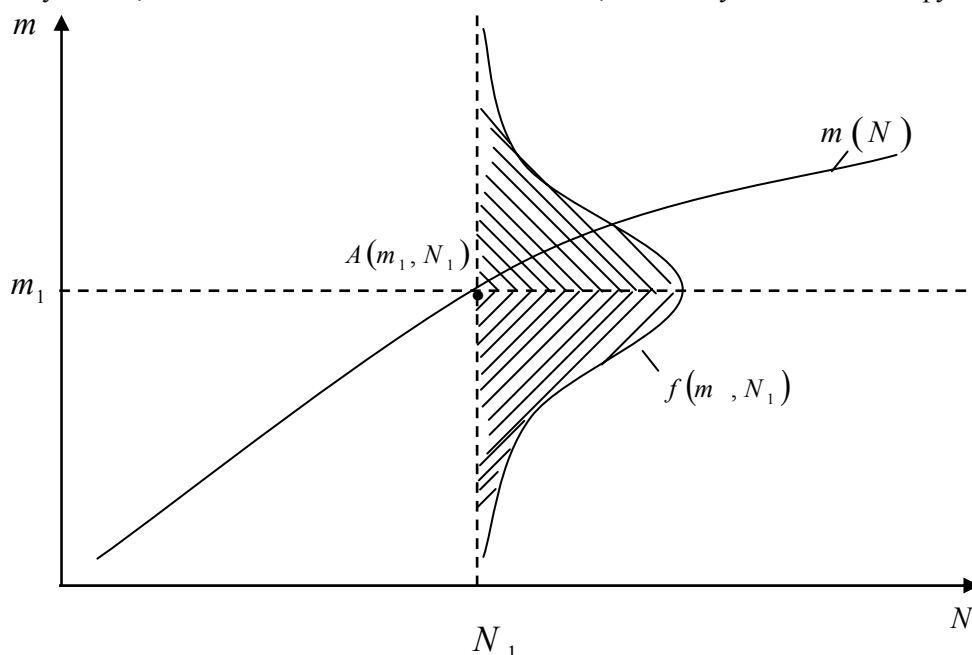
На рисунке изображена зависимость количества каналов связи m одной соты от количества абонентов N , находящихся в поле ее (соты) действия (целевая функция). Эта зависимость получена в результате обработки статистических данных [2].

Как показывают статистические исследования МТС, в общем случае каналы связи с одним и тем же числом элементов N отличаются друг от друга. Это означает, что зависимость (1) верна только для усредненных значений m .

На произвольном уровне МТС число каналов связи $m(N)$ в общем случае является случайной величиной, распределение которой достаточно точно описывается нормальным законом [2]. Это означает, что из модели территориальной единицы системы сотовой связи выделяются группы с одинаковым количеством абонентов. В общем случае требуется разное количество каналов связи, равное случайному числу m . Для случайного числа каналов функция распределения $f(m, N_1)$ приведена на рисунке.

Следовательно, если N_1 — количество МТ (абонентов) в МП, а m_1 — число каналов связи, то когда число каналов связи для N_1 абонентов $m(N_1)$ окажется больше, чем m_1 , осуществить все вы-

зовы в МП не удастся, так как каналов связи недостаточно, что следует из целевой функции $m(N)$.



Зависимость числа каналов связи m от количества абонентов N , находящихся в поле действия соты

Таким образом, всегда есть определенный риск, что количество каналов связи МП или БС будет недостаточным. Вероятность существования числа каналов связи m в зависимости от количества разных структурных единиц (МТ, или МП (сот), или БС) можно представить как вероятность того, что каналов связи достаточно, и все связи сотовых абонентов полностью реализуются не больше, чем m_1 раз, т. е.

$$P_n = P[m(N_1) \leq m_1]. \quad (2)$$

Эту вероятность можно определить с помощью уравнения поверхности $f(m, N_1)$, предложенного в [2], следующим образом:

$$P_n = \int_0^{m_1} f(m, N_1) dm, \quad (3)$$

где $f(m, N_1)$ — плотность распределения каналов связи для N_1 абонентов. Риск нехватки каналов связи в МП или БС определим как вероятность того, что число каналов связи для N_1 абонентов окажется больше, чем число каналов m_1 , т. е.

$$K = P[m(N_1) > m_1] = 1 - P_n. \quad (4)$$

Как следует из (3) и (4), чем больше число каналов связи в МП, тем меньше риск их нехватки. В этом случае каналов связи достаточно, и все связи сотовых абонентов полностью реализуются.

Так как $f(m, N_1)$ является плотностью нормального распределения вероятностей, то для любого конечного значения m_1 , согласно (3) и (4), всегда $P_n < 1$ и $K > 0$. Однако из [3] известно, что для любой нормально распределенной случайной величины X с математическим ожиданием m_x и стандартным отклонением σ_x с точностью до долей процента справедливы следующие выражения:

$$\begin{aligned} P(x < m_x) &= 0,5, \\ P(x < m_x + \sigma_x) &= 0,84, \\ P(x < m_x + 2\sigma_x) &= 0,98, \\ P(x < m_x + 3\sigma_x) &\approx 1. \end{aligned} \quad (5)$$

Отсюда можно определить число каналов связи в МП или БС в зависимости от количества абонентов N_1 , обеспечивающее фиксированное значение риска нехватки каналов связи:

$$\begin{aligned} m_1(K=0,5) &= \bar{m}(N_1), \\ m_1(K=0,16) &= \bar{m}(N_1) + \sigma_m(N_1), \\ m_1(K=0,02) &= \bar{m}(N_1) + 2\sigma_m(N_1), \\ m_1(K=0) &= \bar{m}(N_1) + 3\sigma_m(N_1), \end{aligned} \quad (6)$$

где $\bar{m}(N_1)$, $\sigma_m(N_1)$ — соответственно зависимость среднего значения и стандартного отклонения числа каналов связи от числа абонентов.

Как следует из (6), при $m_1 = \bar{m}(N_1) + 3\sigma_m(N_1)$ обеспечивается практически нулевой риск нехватки каналов связи, следовательно сотовых каналов связи достаточно, и все связи сотовых абонентов полностью реализуются. Дальнейшее увеличение числа каналов связи не имеет смысла, так как вероятность того, что число каналов связи для N_1 абонентов будет больше, чем $\bar{m}(N_1) + 3\sigma_m(N_1)$, приравнивается нулю.

Таким образом, можно порекомендовать следующий принцип выбора числа каналов связи в МП или БС:

$$m_1 = \bar{m}(N_1) + (1 \dots 2)\sigma_m(N_1). \quad (7)$$

В частном случае, если в качестве зависимости $\bar{m}(N)$ использовать (1), то зависимость числа каналов связи от количества абонентов определяется как

$$\bar{m}(N) = m_0 N^\alpha, \quad (8)$$

а если в качестве зависимости $\sigma_m(N)$ использовать аналогичную формулу

$$\sigma_m(N) = \sigma_0 N^\alpha, \quad (9)$$

то получим следующее выражение:

$$m_1 = [m_0 + (1 \dots 2)\sigma_0] N_1^\alpha, \quad (10)$$

где m_0 и σ_0 — соответственно среднее значение и стандартное отклонение числа каналов связи в МП или БС. Возможные пределы варьирования числа каналов связи в МП или БС, полученные с помощью (7) и (10), можно рассматривать как допуск, в пределах которого возможен выбор стандартного количества каналов связи в МП или БС.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Гомцяня О. А., Усикян О. Д. Основные соотношения для структуры иерархии мобильных телефонных систем // Труды XII МНПК «СИЭТ-2011». — Одесса, Украина — С. 185.
2. Husikyan L. D. Probability Model of the Mobile System's Channel Capacity // Proceedings of the 7th international conference «Computer Science and Information Technologies» (CSIT-2009). — Yerevan, 2009. — P.154—155.
3. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. — Москва: Государственное издательство физико-математической литературы. 1962. — С. 122.

Н. А. Gomtsyan, Н. D. Husikyan

The method of determining the required number of channels of mobile telephone systems.

The authors propose a method for determination of such an amount of communication channels of mobile telephone systems (MTS), which allows to provided a negligible risk of their shortage. The method is based on a probabilistic model of MTS elements connectivity.

Keywords: *channel, mobile, area, base station, system*