

УДК 621.019

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЯХ****МАМЕДОВ Ф.Г., ДЖАФАРОВ З.А***Азербайджанский Технический Университет*

В статье исследована модель СМО и метод расчета нагрузки, создаваемой вызовами услуг ИСС. Соотношения, полученные в результате моделирования, представляют собой практический интерес и позволяют определить нагрузку, создаваемую вызовами услуг ИСС с заданной вероятностью отказа при заданном качестве связи.

**Введение.** В условиях жесткой конкуренции, когда необходимо предоставить абонентам широкий спектр услуги интеллектуальной связи с высоким качеством, необходимо выбрать правильный подход к проектированию интеллектуальных сетей. Из вышесказанного возникает ряд вопросов о необходимости и целесообразности проектирования интеллектуальных сетей на различных этапах их эксплуатации. Остановимся на них несколько подробнее. Рассмотрим проблему с двух сторон: когда планируется развернуть интеллектуальную сеть на сетевую связь охватывающую заданную территории, и когда интеллектуальная сеть уже успешно эксплуатируется интеллектуальными абонентами.

На начальной стадии проектирования интеллектуальной сети возникает необходимость нахождения оптимального варианта соотношения между эффективностью и сложностью системы, что позволяет определить начальную конфигурацию сети и план дальнейшего ее развития. Эффективность достигается за счет обеспечения требуемого качества работы всей системы с минимальными затратами на оборудование, т.к. любое усложнение архитектуры системы приводит к удорожанию требуемого оборудования. Исходя из этого, необходимо с максимальной возможной точностью определить основные характеристики сети.

К основным характеристикам сети ИСС (ИСС — Интеллектуальная сеть связи, **IN-Intelligent Network**) можно отнести допустимую нагрузку, создаваемая вызовами IN-услуг. Внедрение IN порождает определенные трудности: во-первых, потоки IN-услуг крайне скученны, что требует управления нагрузкой IN; во-вторых, перегрузка IN влечет за собой перегрузку сети сигнализации, что крайне нежелательно, так как является общесетевым ресурсом.

Эта характеристика позволяет получить систему с заданной вероятностью отказа в обслуживании абонентов IN-услуг при заданном качестве связи.

Если рассмотреть эту проблему более подробно, то в целом эффективность проектирования будет достигаться за счет производительности IN- платформы, расчета нагрузки на базовую сеть связи, создаваемой вызовами услуг ИСС.

Рассмотрим другой вариант, когда интеллектуальная сеть достаточное время эксплуатируется, и мы имеем дело с опытным оператором. Допустим, что количество IN-абонентов непрерывно увеличивается. Тогда наступает такой момент, в ЧНН нагрузка на IN-платформу максимальна и она не справляется со всем объемом поступающих IN-вызовов. Абонентам поступают отказы в обслуживании.

**Допустимая нагрузка, создаваемая вызовами IN-услуг.** Проектирование ИСС, как и предварительный расчет нагрузки на базовую сеть связи, создаваемой вызовами услуг ИСС, обычно начинают с прогнозирования предполагаемой нагрузки, поэтому вопрос о нагрузке в IN-платформе, и в целом, во всей сети, является ключевым. Правильный расчет нагрузки делает IN-платформу гибкой, готовой к любым неординарным

ситуациям.

В настоящее время при расчете нагрузки ориентируются на данные, нормированные в рекомендации Международного союза электросвязи (ITU-T).

Правильный порог вероятности потерь возможно определить только после начала эксплуатации сети, когда нагрузка будет создаваться реальными вызовами с реальным трафиком, но, тем не менее, предварительные расчеты нагрузки позволят заложить тот фундамент, на котором будет основана вся сеть ИСС.

Модели телетрафика - неопенимое для этой цели средство. Модели полезны в различных областях сетевой архитектуры, сетевых распределений и оценок характеристик протоколов. Изначально традиционные модели телетрафика были разработаны для стационарных сетей связи. В частности, это была первая модель Эрланга для расчета вероятностей потерь в системе массового обслуживания.

ИСС является типичным примером системы массового обслуживания (СМО). В ней присутствуют все необходимые для этого характеристики СМО: случайный поток заявок, продолжительность IN-вызова, конечное число обслуживания каналов между SSP (Service Switching Point- узел коммутации услуг) и SCP (Service Control Point - узел управления услугами), предоставляемых абонентам интеллектуальной сети. Наибольший интерес, с точки зрения СМО, представляет модель для расчета нагрузки на базовую сеть связи, создаваемой вызовами услуг ИСС, с учетом конкретных параметров оборудования IN-платформы.

**Определение нагрузки, создаваемой вызовами услуг ИСС.** При оценке нагрузки и, следовательно, емкости в IN сетях пользуются распространенной моделью Эрланга для систем с отказами (вероятность поступления вызова в момент, когда все каналы заняты):

$$p_a = \frac{\frac{A^n}{n!}}{\sum_{i=0}^n \frac{A^i}{i!}} \quad (1)$$

Уравнение (1) представляет собой известную формулу Эрланга и связывает один из важнейших показателей качества функционирования сети - вероятность отказа  $p_a$  - со значениями нагрузки  $A$  и числа каналов  $n$ . Данная формула Эрланга является табулированной. Но, как оказалось на практике, это не всегда является удобным для расчетов нагрузки при проектировании интеллектуальной сети. Очевидная сложность процедуры определения нагрузки непосредственно при помощи формулы не позволяет рекомендовать ее для инженерного использования, тем более, что по ее виду ничего нельзя сказать о характере зависимости величины допустимой нагрузки от значений вероятностей отказа и числа каналов.

Точное решение уравнения (1) относительно нагрузки ( $A$ ) невозможно. В то же время со сколь угодно высокой точностью оно может быть получено одним из методов приближенного решения нелинейных уравнений, например, с помощью итерационной процедуры Ньютона.

Исходя из формулы Эрланга и учитывая высокоточную формулу Стирлинга

$$n! \approx \sqrt{2\pi n} n^n e^{-n} \quad (2)$$

воспользуемся методом итерационной процедуры Ньютона. В результате получаем следующие соотношения:

$$p_a = \frac{e^{-A} \left(\frac{Ae}{n}\right)^n (2\pi n)^{-\frac{1}{2}}}{F(n)}, \quad (3)$$

где

$$F(n) = e^{-A} \sum_{i=0}^n \frac{A^i}{i!}. \quad (4)$$

Основная трудность состоит в отыскании эффективной аппроксимации для функции  $F(n)$ . Как оказалось, удовлетворяющим этим условиям, достаточно точным и удобным для последующего использования является следующее приближение:

$$F(n) \approx F_1(n) = \exp[-A \exp(-cn)], \quad (5)$$

Таким образом, используя аппроксимацию (5) и формулу (3), получаем следующий приближенный вариант уравнения (1.):

$$p_a \approx \exp\left\{-A \left[1 - \exp\left(\frac{-n \ln(1.7811A)}{A - 0.5}\right)\right]\right\} \left(\frac{Ae}{n}\right)^n (2\pi n)^{-\frac{1}{2}}. \quad (6)$$

Логарифмируя обе части (6.), получаем:

$$D = n + n \ln\left(\frac{A}{n}\right) - A + A(1.7811A)^{-\frac{n}{A-0.5}}, \quad (7)$$

где

$$D = \ln(p_a \sqrt{2\pi n}). \quad (8)$$

В дальнейших рассуждениях большую роль играет параметр, который можно назвать критическим значением вероятности отказа в обслуживании  $p_{акр}$ . Величина  $p_{акр}$  разделяет множество возможных значений  $p_a$  на два подмножества:

$$I_1 = \left\{p_a / p_a < p_{акр}\right\}, \quad I_2 = \left\{p_a / p_a > p_{акр}\right\}. \quad (9)$$

Если  $p_a \in I_1$ , допустимая величина нагрузки меньше числа каналов  $n$ , т.е.  $A < n$ ; напротив, при  $p_a \in I_2$  имеет место обратное неравенство, т.е.  $A > n$ .

Зависимость критического значения вероятности отказа от числа каналов приводится на рис.1.

Решая уравнение (7) с учетом уравнений (8) и (9), получаем:

$$A = \begin{cases} n(1 - z_1), & \text{при } p_a \leq p_{кр}, \\ \frac{n}{1 - y_1}, & \text{при } p_a > p_{кр}, \text{ где} \end{cases} \quad (10)$$

$$p_{кр} = 0.00896 + \frac{\exp[f(n)]}{\sqrt{2\pi n}}, \quad f(n) = 0.5615 \exp\left[\frac{-[0.5772 + \ln n]}{2n}\right].$$

где

$$z_1 = 2 \frac{n - Rr}{2nE - 1}, \quad R = \ln(p_a \sqrt{2\pi n}), \quad r = (1.7811n)^{1 + \frac{1}{2n}},$$

$$E = \ln(1.7811n), \quad y_1 = \frac{1.7811R - 1 + \frac{E}{2n}}{E - \frac{1}{2n} + \frac{E}{4n^2}},$$

Анализ проведенных исследований позволяет сделать следующие выводы:

1. Определение значения  $p_{кр}$  является первым этапом оценки допустимого значения нагрузки  $A$  и позволяет указать одну из границ диапазона изменения  $A$ . Если задаваемое значение  $p_a$  меньше (больше)  $p_{кр}$ , величина  $A$  будет меньше (больше)  $n$ . Это и есть ориентировочная оценка  $A$ .
2. Исследование расчетов подтвердило целесообразность исследования нагрузки при

вероятности потерь от **0.01** до **0.05**. Сравнительно небольшое возрастание нагрузки приводит к резкому росту вероятности отказа, т.е. к ухудшению качества обслуживания.

График зависимости между нагрузкой, создаваемой вызовами услуг **ИСС**, числом каналов и вероятностью потерь, приводится на рис 2.

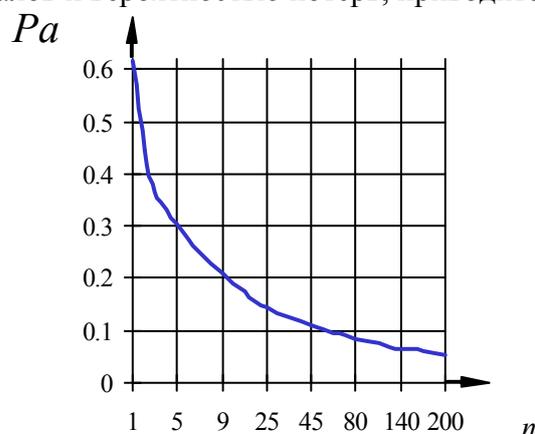


Рис.1. Зависимость критического значения вероятности отказа от числа каналов

В связи с этим, соотношения, полученные в результате моделирования, представляют собой практический интерес и позволяют определить нагрузку, создаваемую вызовами услуг **ИСС**, с заданной вероятностью отказа при заданном качестве связи.

Таким образом, полученная модель СМО и метод расчета нагрузки позволят операторам интеллектуальных сетей прогнозировать нагрузки на базовую сеть связи, создаваемая вызовами услуг **ИСС**.

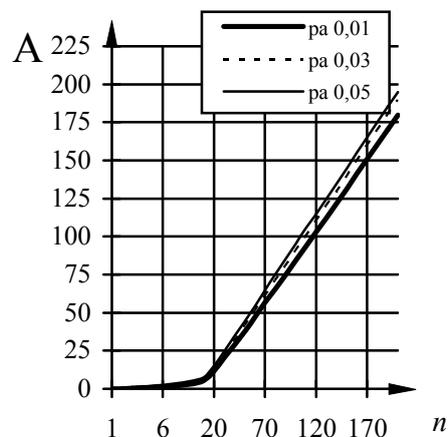


Рис.2. Зависимость значения нагрузки от числа каналов

1. К. Е. Самуйлов. Введение в архитектурную концепцию интеллектуальной сети, «Открытые системы», 2, 25-31, 1996
2. Б.Я.Лухтциндер, М.А.Кузьякин, А.В.Росляков, С.М.Фомичев. Интеллектуальные сети связи. – М.: Эко-Трендз, 2002

## INTELLEKTUAL ŞƏBƏKƏLƏRDƏ YÜKÜN TƏYİN EDİLMƏSİ

**MƏMMƏDOV F.H., CƏFƏROV Z.Ə.**

Məqalədə kütləvi xidmət sisteminin modeli və intellektual rabitə şəbəkəsi xidmətləri çağırışlarının yaratdıqları yükün hesablanması metodu tədqiq edilmişdir. Modelləşdirmə nəticəsində alınan ifadələr əyani maraq doğur və intellektual xidmət çağırışlarının yaratdıqları yükün intina ehtimalının verilmiş qiymətlərində təyin olunmasına imkan verir.

## DEFINITION OF LOADING IN INTELLECTUAL NETWORKS

**MAMEDOV F.H., JAFAROV Z.A.**

In article the Mass Service System model and method calculation of load created by calls of services **IN** are investigated. The ratios received as a result of modeling, represent practical interest and allow defining loading created by calls of services **IN** with the set probability of refusal at the set quality of communication.