

Зимин И.В., Алымкулов С.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАЯВОК QoS ОТ ЗАГРУЗКИ ЛИНИИ, ОСНОВАННОЙ НА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КАНАЛЬНОГО РЕСУРСА ДЛЯ СЕРВИСОВ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

I.V. Zimin, S.A. Alymkulov

THE DEPENDENCE OF INDICATOR OF THE QUALITY OF SERVICE APPLICATIONS QOS FROM THE LOAD LINE BASED ON THE MODEL OF EVALUATION OF CHANNEL OF ONLINE FOR REAL-TIME SERVICES

УДК:621.391

В статье исследована зависимость показателей качества совместно обслуживания заявок от изменения основных параметров построения модели. Рассмотрен анализ зависимостей доли потерянного трафика от изменения коэффициента скученности трафика. Построенные расчётные схемы дают возможность исследовать зависимость показателей качества совместного обслуживания заявок от изменения интенсивности входного трафика. Анализ полученных данных открывает ряд свойств, которые можно использовать при решении задач проектирования и эксплуатации мультисервисных сетей связи.

In this paper, the dependence of quality of service together applications from changes in the basic parameters of model building. We consider the analysis of the dependence of the fraction of lost traffic congestion on the change rate of traffic. Post-Roen WIDE design models allow to investigate the dependence — dependence of quality of co-nance case 7-1 applications from changes in the intensity of input traffic. Analysis of the data reveals a number of his-leaf which can be used in problem solving projects tirovaniya and operation of multi-service networks.

Введение. Модель мультисервисной линии, рассмотренная [1], может изменяться при уточнении некоторых особенностей функционирования реальных систем связи. Большое значение имеют те конструкции, к которым применимы подходы, развитые для базовой модели. В статье будет рассмотрена более общая процедура формирования входного потока. Сохранив полностью схему функционирования модели, исследованной в [1,2], а также обозначения основных параметров и характеристик, изменим процесс моделирования интервала времени между последовательными поступлениями заявок на выделение канального ресурса от каждого из входных потоков.

Процесс поступления заявок. В базовой модели предполагалось, что заявки k — го потока поступают через интервал времени, имеющий экспоненциальное распределение с параметром λr . Значение λ не зависит от загрузки канального ресурса линии. В обобщённой модели соответствующее время также имеет экспоненциальное распределение, но теперь его параметр будет зависеть от значения n - числа заявок k — го потока уже находящихся на обслуживании. Вид зависимости определяется выражением:

$$\lambda r(n) = \Psi r + l r \cdot \zeta r \quad (1)$$

где — числа, удовлетворяющие ограничениям, необходимым для существования стационарного режима у случайного процесса, описывающего процесс занятия канального ресурса.

В теории телеграфика данная модель входного потока носит название потока ВРР (Bernoulli-Poisson-Pascal) по трём частным типам стационарного распределения числа обслуживаемых заявок на линии с неограниченным объёмом канального ресурса [9]. Укажем ограничения на изменение параметров соответствующие каждому из этих случаев, и обсудим их частные особенности.

1. Поток Бернулли (Bernoulli) (биномиальный поток). Чтобы задать поток данного типа, необходимо потребовать выполнения неравенства $\zeta_k < 0$. При этом отношение $\lambda_k = -\frac{\Psi_k}{\zeta_k}$ должно быть положительным

целым числом. Тогда $\lambda_k(t_k) = (n_k - t_k)(-\zeta_k)$. Значение n_k имеет интерпретацию числа пользователей, создающих анализируемый поток заявок на выделение канального ресурса, а $\gamma_k = -\zeta_k$ - параметр экспоненциально распределённого времени между последовательными заявками от одного пользователя. Для потока Бернулли максимальное число заявок k — го потока, находящихся на обслуживании, ограничено величиной n_k . В рассматриваемой модели интенсивность поступления заявок уменьшается с ростом числа заявок данного потока, находящихся на обслуживании. Пользователь услуг сети может находиться либо в состоянии отправки заявки, либо в состоянии передачи или приёма информационного сообщения, осуществляемого после занятия канального ресурса.

2. Пуассоновский поток (Poisson). Чтобы построить этот поток, необходимо потребовать выполнения равенства $\zeta_k = 0$. Тогда интенсивность входного потока определяется величиной $\lambda_k(t_k) = \Psi_k$. В рассматриваемой ситуации предполагается, что поток заявок генерируется бесконечным числом пользователей. Для исследуемой модели интенсивность поступления заявок не зависит от числа заявок, находящихся на обслуживании.

3. Поток Паскаля (Pascal) (отрицательный биномиальный поток). Чтобы задать этот поток потребуем, чтобы $\lambda_k = \frac{\Psi_k}{\zeta_k}$ было положительным целым числом, а ζ_k - просто положительным числом. Тогда $\lambda_k(t_k) = (n_k + i k)\zeta_k$ величина $\gamma_k = \zeta_k$. Для данной модели интенсивность поступления заявок увеличи-

вается с увеличением числа заявок рассматриваемого потока, находящихся на обслуживании.

В теории телетрафика появление семейства потоков типа ВРР связано с традиционной характеристикой поступающих заявок на основе двух параметров: интенсивности предложенного трафика, выраженной в Эрлангах, и коэффициента скученности [7,8]. Обозначим эти параметры для k -го потока соответственно через a_k и z_k . Их формальные определения выглядят следующим образом. Будем считать, что заявки исследуемого потока обслуживаются линией, имеющей неограниченный каналный ресурс. Пусть p_i - стационарная вероятность нахождения на обслуживании i заявок. Тогда параметры a_k и z_k , определяются из выражений:

$$a_k = \sum_{i=0}^{\infty} i \cdot p_i, \quad z_k = - \sum_{i=0}^{\infty} i \cdot t^i \cdot p_i - a_k \cdot J \quad (2)$$

Для введенной модели входного потока можно получить формулы, связывающие параметры Ψ_k , ζ_k и a_k и z_k . Они имеют вид:

$$\begin{aligned} a_k &= \frac{\Psi_k}{a_k - \zeta_k}, & z_k &= \frac{\mu_k}{\mu_k - \zeta_k} \quad (3) \\ \Psi_k &= \frac{\mu_k a_k}{z_k}, & \zeta_k &= \frac{\mu_k (z_k - 1)}{z_k} \end{aligned}$$

Здесь μ_k — параметр экспоненциально распределённого времени занятия каналного ресурса на обслуживание заявок k -го потока. При использовании формул (3) необходимо следить за соответствием значений параметров области их определения и выполнением ограничений, требуемых для существования стационарного режима.

Для модели входного потока типа Бернулли значение $z_k < 1$, для пуассоновского потока $z_k = 1$, а для потока Паскаля величина $z_k > 1$. Таким образом, используя модели входного потока типа ВРР, можно получить любые комбинации параметров среднего значения и коэффициента скученности. Это делает потоки ВРР важным инструментом для реконструкции реальных потоков трафика от пользователей услуг мультисервисных сетей связи. При использовании моделей ВРР аппроксимация моментов поступления заявок на выделение каналного ресурса происходит уже на основе двух параметров, а не одного, как в ситуации пуассоновского потока. Процесс поступления заявок зависит от числа пользователей, находящихся на обслуживании, т.е. частоту поступления заявок можно теперь связать с нагрузкой линии связи. Построенную модель рекомендуется использовать в тех ситуациях, когда необходимо выделить небольшие группы абонентов, создающих существенный трафик.

Показатели занятия каналного ресурса. Перейдем к детальному анализу процесса занятия каналного ресурса в исследуемой модели мультисервисной линии. Пусть v — скорость передачи информации, выраженная в единицах каналного ресурса, необходимого для обслуживания поступающих заявок, n - число потоков заявок. Предполагается, что интервал времени между последовательными поступлениями заявок k -го потока имеет экспоненциальное распределение с параметром $\lambda_r(i_r) = \Psi_k + i_r \cdot \zeta_k$ зависящим от числа заявок рассматриваемого потока i_k , уже находящихся на обслуживании. Для принятия заявки k -го потока требуется B_k единиц ресурса линии. Соответствующий ресурс занимает на время, имеющее экспоненциальное распределение с параметром $k = 1, 2, \dots, n$. Поступившая заявка получает отказ и не возобновляется, если в момент принятия решения о её допуске на линии нет достаточного объёма свободного каналного ресурса. Конфигурация и отличительные свойства модели мультисервисной линии с обобщённой схемой формирования входного потока показаны на рис. 1.

Обозначим, как и раньше, через $i_k(t)$ число заявок k -го потока, находящихся в момент времени t на обслуживании. Функционирование модели во времени описывается многомерным Марковским процессом, определённым на конечном пространстве состояний S . Оно состоит из векторов (i_1, t_1, \dots, t_n) удовлетворяющих условию $\sum_{k=1}^n b_k t_k \leq v$. $r(t) = (i_0 \text{ и } i_2(t_1, \dots, t_n) \& \gg,$

Таким образом, по структуре введённый процесс ничем не отличается от аналогичного процесса, для анализа базовой модели мультисервисной линии [1,3]. Тем не менее, отличия существуют: например, в определении показателей QoS. Три вида характеристик потерь будут использоваться для анализа процесса обслуживания заявок k -го потока:

1. Вероятность потерь повремени $-n_{t_{te}}$, определяемая как доля времени, в течение которого ресурс линии не достаточен для обслуживания поступившей заявки. Данная характеристика показывает доступность каналного ресурса линии с позиции оператора.
2. Вероятность потерь по вызовам n_{tf} определяемая как доля потерянных заявок на выделение каналного ресурса. Данная характеристика показывает доступность каналного ресурса линии с позиции пользователя.
3. Доля Tt/i - потерянного трафика от величины предложенного трафика. Данная характеристика показывает выгоду, упущенную оператором из-за недостаточности каналного ресурса.