

С. В. Биматов, С. П. Сущенко (Томск, ТГУ). **О влиянии длительности сквозного тайм-аута на быстродействие транспортного протокола.**

Одним из наиболее значимых индикаторов качества обслуживания пользователей компьютерных сетей является среднее время доставки прикладных данных взаимодействующим абонентам. Величина сквозной задержки абонентских сообщений определяется множеством параметров потока прикладной информации, тракта передачи данных и управляющих протоколов. Важнейшим параметром управляющей процедуры транспортного протокола, определяющим значения сквозной задержки, является длительность тайм-аута ожидания отправителем сквозной квитанции от получателя информационного потока. Одна из основных проблем построения моделей для изучения схем сквозного квитирования состоит в поиске адекватных распределений времени переноса прикладных сообщений в многозвенном тракте передачи данных. В работе, представленной данным сообщением, предложена дискретная модель детерминированного многозвенного тракта, состоящего из D участков переприема с одинаковым быстродействием и случайными очередями пакетов данных в транзитных узлах, размеры которых распределены по усеченному геометрическому распределению:

$$p_d(n) = p_d(0)q_d^n, \quad p_d(0) = (1 - q_d)/(1 - q_d^{N_d+1}),$$

$$n = 0, \dots, N_d, \quad d = 1, \dots, D, \quad q_d \in [0, \infty).$$

Здесь N_d — объем буферного накопителя d -го транзитного узла, q_d — параметр распределения длины очереди к выходному каналу маршрута в d -м узле. Усеченное геометрическое распределение охватывает достаточно широкий класс распределений. При $q = 0$ вся вероятностная масса данного распределения сосредоточена в начальном значении $p_d(0) = 1$ (очередь нулевого размера), при $q = \infty$ — в конечном значении $p_d(N_d) = 1$ (буферное пространство заполнено полностью), а при $q = 1$ получаем равномерное распределение длин очередей в узлах $p_d(n) = 1/(N_d + 1)$, $n = 0, \dots, N_d$. Наличие очередей в узлах вдоль тракта передачи данных обусловлено «боковым» трафиком, поступающим в транзитные узлы и имеющим часть общего пути с исследуемым маршрутом. Предполагается, что сквозная транспортировка управляется старт-стопным протоколом и на передачу данных выделяется тайм-аут длительностью $S \geq D$ интервалов размера t , необходимого для переноса пакета по одному участку переприема. Для исследования сквозной задержки в работе строится функция вероятностей передачи пакета по тракту длины D ровно за $k \geq D$ интервалов времени t :

$$f_D(k) = \prod_{d=1}^D p_d(0) \sum_{i_1=N_{\min_1}}^{N_{\max_1}} p_1(i_1) \dots \sum_{i_{D-1}=N_{\min_{D-1}}}^{N_{\max_{D-1}}} p_{D-1}(i_{D-1}) p_D \left(k - D - \sum_{d=1}^{D-1} i_d \right).$$

Здесь пределы суммирования удовлетворяют условию $0 \leq N_{\min_d} \leq N_{\max_d} \leq N_d$, $d = 1, \dots, D$ и выбираются таким образом, чтобы они охватывали все варианты сочетаний индексов суммирования i_d , $d = 1, \dots, D$, обеспечивающих достижимость адресата точно за время k . Поскольку при неполучении квитанции за время тайм-аута отправитель передает данные повторно, то в предположении неограниченности числа повторных передач для средней сквозной задержки, выраженной в количестве интервалов длительности t , справедливо:

$$\bar{T}(S, D) = \sum_{i=1}^{\infty} [(i-1)S + \bar{N}_D(S)](1 - F_D(S))^{i-1} F_D(S) = \bar{N}_D(S) + \frac{S(1 - F_D(S))}{F_D(S)},$$

где $F_D(S) = \sum_{k=D}^S f_D(k)$ и $\bar{N}_D(S) = \frac{1}{F_D(S)} \sum_{k=D}^S k f_D(k)$ — функция распределения и условное среднее время получения подтверждения отправителем за заданное время тайм-аута S соответственно. Исследования показывают, что для неограниченных размеров буферного пространства в транзитных узлах $N_d = \infty$, $d = 1, \dots, D$ и однородных параметрах распределений $q_d = q \leq 1$, $d = 1, \dots, D$ при изменении длительности тайм-аута от $S = D$ до $S = \infty$ средняя сквозная задержка характеризуется быстрым снижением от $\bar{T}(D, D) = D/q^D$ до асимптоты $\bar{T}(\infty, D) = D/q$. На основе полученных соотношений предложен метод выбора длительности тайм-аута S , обеспечивающий заданный уровень вероятности получения квитанции от получателя.