ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МОДЕЛЕЙ КОРПОРАТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Иевлева С.Н., Иевлев Е.С.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Для выявления узких мест корпоративных компьютерных сетей (ККС) можно использовать такую характеристику производительности сети как скорость передачи данных. Очевидно, что скорость передачи данных является случайной величиной и зависит от многих факторов как внутренних, так и внешних.

Применение метода статистических испытаний для оценки параметров моделей ККС позволяет распространить вероятностный подход и на некоторые параметры, характеризующие скорость передачи данных в сети.

Введем понятие коэффициента загруженности элемента ККС, определяемого по формуле:

$$k_з(L) = W\{k_з(L)\},$$

где $k_з(L)$ – коэффициент загруженности L-го элемента сети в момент времени, вычисляемого по формуле:

$$k_з(L) = \frac{\lambda_p(L)}{\lambda_{max}(L)},$$

где $\lambda_p(L)$ – реальная скорость передачи данных по L-му элементу сети, $\lambda_{max}(L)$ – максимальная скорость передачи данных по L-му элементу сети.

Для получения значения $W\{k_з(L)\}$ необходимо многократно «разыграть» методом статистических испытаний скорость передачи данных в сети, каждый раз после «розыгрыша» фиксируя значение исследуемого коэффициента загруженности L-го элемента. Произведя достаточно большое количество «розыгрышей» N, фиксируем верхний доверительный предел эмпирического распределения, состоящего из N значений $k_з(L)$.

Применение коэффициента загруженности элементов позволяет с помощью метода статистических испытаний осуществить разбиение входящих в компьютерную сеть элементов по принадлежности их к критической, пограничной и рабочей зоне.

Иными словами, все элементы, входящие в ККС, должны быть отнесены к одной из трех зон:

а) критической зоне, к которой относятся все элементы с $W\{k_з(L)\} < p_1$, где значение p_1 близко к нулю ($p_1 \approx 0.1 \div 0.2$);

б) рабочей зоне, которая объединяет элементы со значениями $W\{k_з(L)\} > p_2$, где p_2 близко к единице ($p_1 \approx 0.8 \div 0.9$);

в) пограничной зоне, объединяющей элементы со средними значениями коэффициентов: $p_1 \le W\{k_з(L)\} \le p_2$.

При этом элементы, попадающие в критическую зону можно отнести к узким местам ККС.

Заметим, что алгоритм расчета вероятностных коэффициентов загруженности (и тем самым разбиения элементов, входящих в ККС, по зонам) может использовать и другой принцип, основанный на оценке вероятности попадания элемента в каждую из зон в случае конкретной реализации передачи трафика. Такая постановка вопроса относительно вероятности для определенного, фиксированного элемента (в случае реализации передачи трафика в ККС) оказаться в критической зоне, то есть обладать коэффициентом загруженности, близким к нулю, является вполне корректной.

Заметим, что для всех ККС со случайными оценками продолжительности передачи пакетированных данных мы в состоянии лишь оценить вероятность того, что элемент ККС будет иметь коэффициент загруженности, меньше p_1, то есть будет принадлежать к критической зоне. Действуя аналогичным образом в отношении всех входящих в ККС элементов, можно выделить группы, имеющие тенденцию лежать в критической зоне, и, наоборот, группу элементов, которые не попадают, как правило, на напряженные пути. Разбиение элементов, входящих в ККС, на «напряженные» и «ненапряженные» может быть проведено методом статистического моделирования (методом Монте-Карло) по следующей методике.

Зафиксируем две вероятности p_1 и p_2, причем $p_2 < p_1$. Установим, что если вероятность p_l для элемента l оказаться критической (то есть иметь коэффициент загруженности близкий к нулю) меньше значения p_2, то элемент l относится к «напряженной» зоне. Если же значение элемента p_l больше величины p_1, относим элемент l ко второй, «ненапряженной» зоне. При наличии неравенства $p_2 < p_l < p_1$ элемент l должен быть отнесен к третьей, «промежуточной» зоне. Моделируем продолжительность передачи пакетов данных по всем элементам, входящих в ККС, после чего определяем, какие из этих элементов (в ККС с фиксированными продолжительностями передачи данных по элементам) имеют коэффициент загруженности близкий к нулю – все эти работы будем считать «напряженными» и относящимися к «напряженной» зоне для случая одного «розыгрыша».

Многократно повторяя аналогичный «розыгрыш» (N раз), получаем для каждого элемента относительную частоту его попадания в «напряженную» зону $\overline{p_l} = \frac{N_l}{N}$, где N_l – количество случаев (из N «розыгрышей»), когда l-й элемент имеет значение $k_з(L)$ близкое к нулю. На основе теории проверки статистических гипотез сопоставляем величины $\overline{p_l}$, p_1, p_2 и принимаем решение, относить ли l-й элемент к первой («напряженной») группе, входит ли он во вторую («ненапряженную») или относится к третьей («промежуточной») зоне. Эта задача может быть решена на основании применения интегральной теоремы Муавра-Лапласа.