



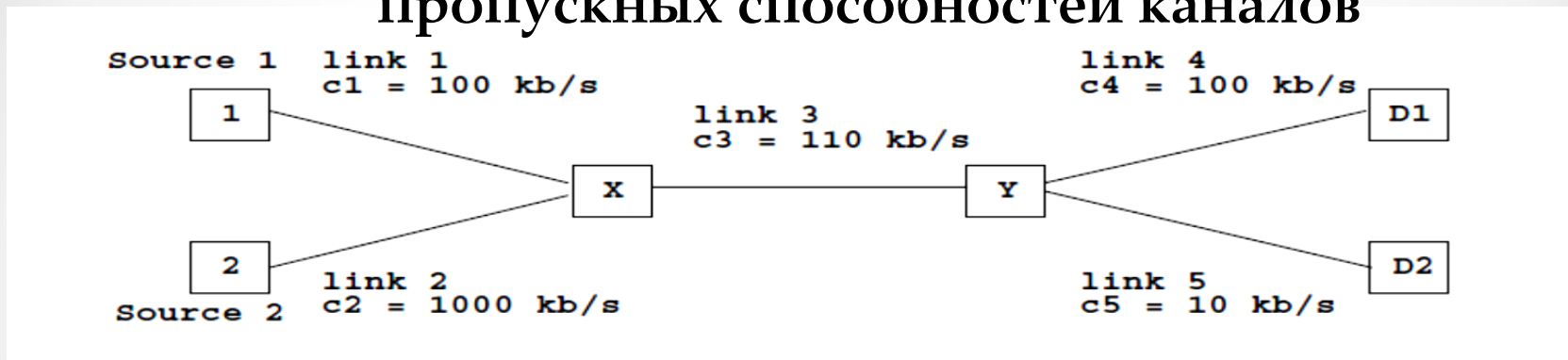
Повторенье мать ученья

Введение в компьютерные сети
чл.-корр. РАН Смелянский Р.Л.



Пример

Источники ничего не знают о распределении пропускных способностей каналов



$$\lambda_1 = 100\text{kb/s}$$

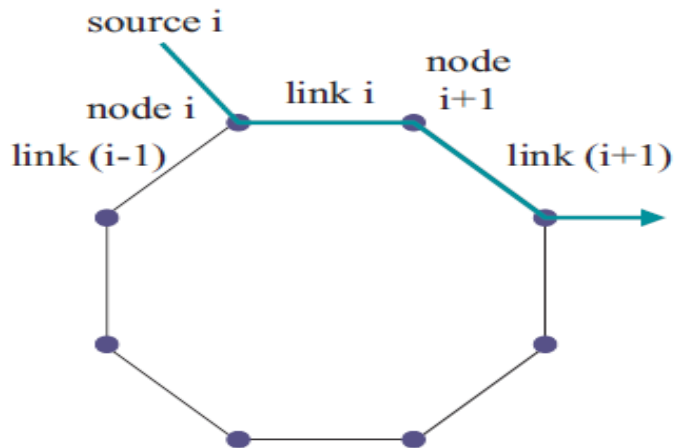
$$\lambda_2 = 1000\text{kb/s}$$

$$\lambda'_1 = \lambda'_2 = 10\text{kb/s} \text{ Общая пропускная способность} = 20\text{kb/s}$$

Вывод: отправитель должен знать, что у него впереди на пути



Пример



$$\begin{cases} \lambda'_i = \min \left(\lambda_i, \frac{c_i}{\lambda_i + \lambda'_{i-1}} \lambda_i \right) \\ \lambda''_i = \min \left(\lambda'_i, \frac{c_{i+1}}{\lambda'_i + \lambda_{i+1}} \lambda'_i \right) \end{cases}$$

$$\lambda' = \frac{c\lambda}{\lambda + \lambda'} \quad (*)$$

$$\lambda'' = \frac{c\lambda'}{\lambda + \lambda'}$$

$$\lambda' = \frac{\lambda}{2} \left(-1 + \sqrt{1 + 4\frac{c}{\lambda}} \right) \quad \lambda'' = c - \frac{\lambda}{2} \left(\sqrt{1 + 4\frac{c}{\lambda}} - 1 \right) \quad (**)$$

$$\sqrt{1+u} = 1 + \frac{1}{2}u - \frac{1}{8}u^2 + o(u^2) \quad \text{при } u \rightarrow 0$$

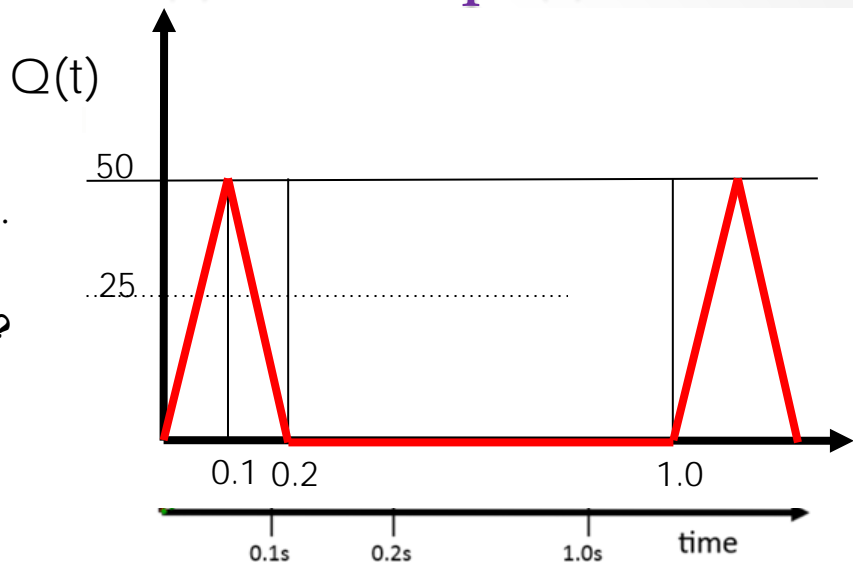
$$\lambda'' = \frac{c^2}{\lambda} + o\left(\frac{1}{\lambda}\right) \quad \text{при } \lambda \rightarrow \infty, \lambda'' \rightarrow 0$$

В сети с коммутацией пакетов отправитель должен регулировать скорость отправки пакетов с учетом состояния сети



Простая модель очереди

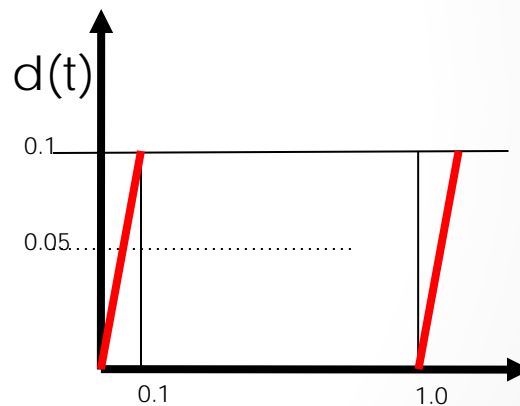
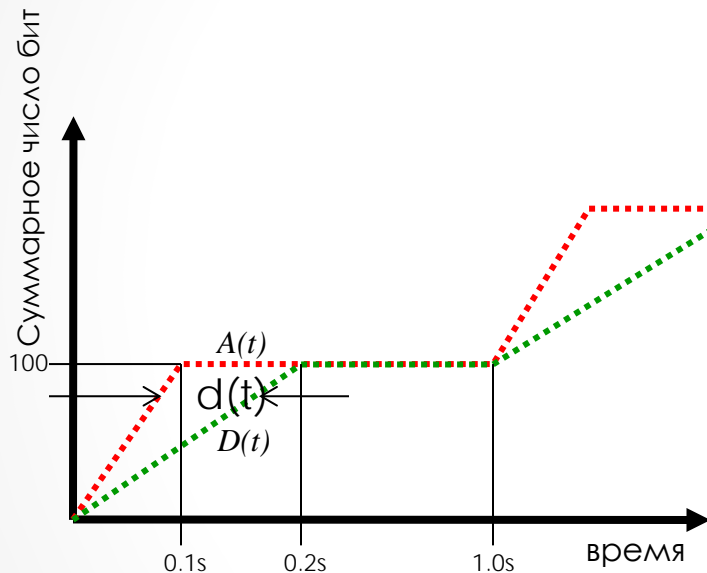
(а) Каждую секунду в очередь поступает пакет в 100 бит на скорости 1 000 б/с. Максимальная скорость отправки - 500 б/с. Какова максимальная длина очереди? Какова средняя длина очереди?



Решение: на каждой секунде очередь заполняется со скоростью 100 б за 0.1 с. За следующие 0.1 с очередь освобождается со скоростью 500 б/с. За первые 0.1 с поступит 100 б и уйдет 50 б, останется 50 б. на второй 0.1 с поступит 0 б, уйдет 50 б, останется 0 б. за последующие 0.8 с ничего не поступит и ничего не уйдет следовательно максимальная 50б, а средняя = $((50) + (0.8 \times 0)) / 10 = 5$



- (b) Сколько времени в среднем бит находится в очереди?



Задержка бита в среднем = 0.05с



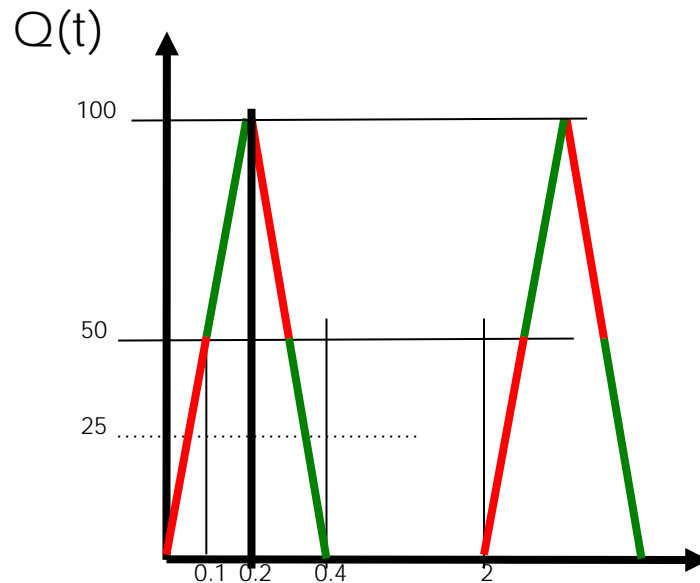
(с) Если пакеты в 100 бит будут поступать через случайные интервалы времени, то по сравнению со случаем равномерного поступления таких пакетов средняя длина очереди будет такой же, короче или длиннее?

Длиннее.

Когда пакеты поступают регулярно, их биты никогда не находятся в очереди одновременно (не пересекаются). При случайном поступлении может оказаться так, что в очереди будут находиться одновременно биты разных пакетов, увеличивая тем самым как время нахождения в очереди, так и длину самой очереди в среднем.



Случай с: Наложения пакетов увеличат среднюю длину очереди.

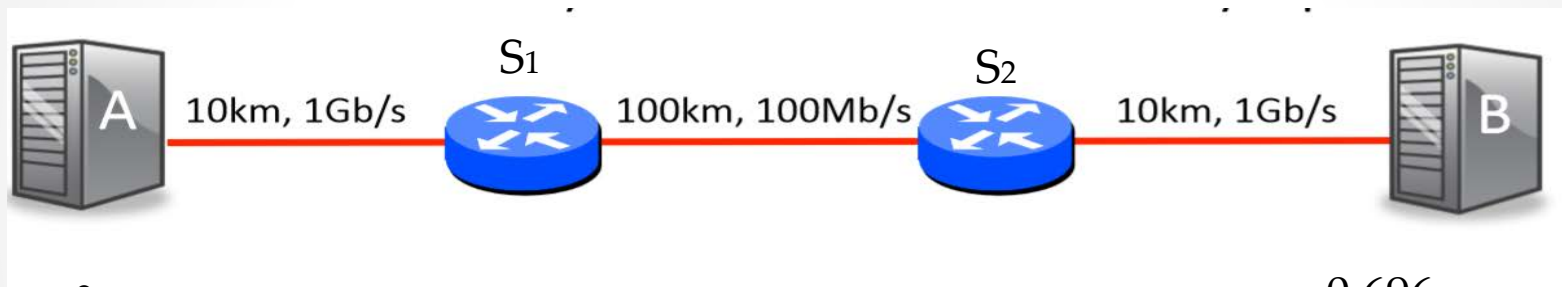


$$\text{Средняя длина очереди} = (100\text{б} + (0.6\text{с} * 0\text{б})) / 10 = 10 \text{ бит}$$



Пакетный коммутатор: пример

Приложению требуется скорость в 10 Mb/s и $e2e \leq 5 \text{ ms}$ при пакетах в 1000 Б , у B скользящее окно на 10 КБ .
Оценить необходимый размер буфера у S_i .



- задержка пакетизации и распространения получим 0.696 ms
- $Q \leq 4.304 \text{ ms}$ так как по условию общая задержка не более 5 ms
- разделим эту задержку равными долями между S_i (т.е. по 2.152 ms каждому)

$$B > 10 \text{ Mb/s} * 2.152 \text{ ms} = 21520 \text{ b} = 2690 \text{ B}$$