

Задачи

Задача 1

Средняя пропускная способность $a = 3/4W$ байт/RTT. Увеличение окна перегрузки происходит $W - W/2 = W/2$ раз, то есть $T = W/2 = 2/3a$.

Задача 2

а) Рассмотрим два случая. Если $S/R + RTT > 3S/R$, то сервер будет отправлять 1 пакет, затем 2, затем 4, из которых дойдут 3, затем 2, затем 3, затем 4, из которых дойдут 3, затем последний оставшийся пакет. Итого $7(S/R + RTT) + RTT$ на установку соединения. Если же $3S/R > S/R + RTT > 2S/R$, то сервер будет отправлять 1 пакет, затем 2, затем 4, из которых дойдут 2, затем 2, затем 3, из которых дойдут 2, затем 1, затем 2, затем 3, из которых дойдут 2, затем последний оставшийся пакет. Итого $9(S/R + RTT) + RTT$ на установку соединения, если половина от окна размера 3 округляется до 1. Если же она округляется до 2, то аналогично получается $8(S/R + RTT) + RTT$.

б) Рассмотрим два случая. Если $S/R + RTT > 8S/R$, то размер окна сервера будет расти: 1, 2, 4, 8 пакетов и, поскольку $15 = 1 + 2 + 4 + 8$, на этом все пакеты будут переданы. То есть потребуется $4(S/R + RTT)$ на передачу данных и еще RTT на установку соединения. Если же $8S/R > S/R + RTT > 4S/R$, то размер окна сервера будет расти: 1, 2, 4, 8, тут часть пакетов (≤ 4) теряется и сервер их переотправляет (размер окна будет 4). Итого $5(S/R + RTT)$ на передачу данных и еще RTT на установку соединения.

в) Если $S/R > RTT$, ни один пакет не успеет дойти до клиента за RTT, то есть передачу данных не осуществить.

Задача 3

Размер окна будет увеличиваться

$$W/2, (1 + \alpha)W/2, \dots, (1 + \alpha)^{n-1}W/2, (1 + \alpha)^n W/2 = W$$

Из последнего равенства $n = \ln 2 / \ln(1 + \alpha)$

Пакеты теряются при последнем увеличении окна, то есть количество потерянных пакетов $(1 + \alpha)^n W/2 - (1 + \alpha)^{n-1} W/2 = W - W/(1 + \alpha) = W\alpha/(1 + \alpha)$

То есть частота потерь (количество потерянных пакетов за RTT времени)

$$W\alpha/(1 + \alpha)n = W \frac{\alpha}{1 + \alpha} \frac{\ln(1 + \alpha)}{\ln 2} = W \frac{\alpha}{1 + \alpha} \log_2(1 + \alpha) - \text{линейная зависимость от длины окна.}$$

Если же под частотой потерь подразумевается доля потерянных пакетов, то вычислить ее можно как

$$W\alpha/(1 + \alpha) / (W/2 + (1 + \alpha)W/2 + \dots + (1 + \alpha)^{n-1}W/2 + (1 + \alpha)^n W/2) = 2\alpha/(1 + \alpha) / (1 + (1 + \alpha) + \dots + (1 + \alpha)^{n-1} + (1 + \alpha)^n) = 2\alpha^2/(1 + \alpha)(2\alpha + 1)$$

Даже если не проводить вычисления до конца, видно, что доля потерянных пакетов не зависит от размера окна.

Задача 4

Сначала за RTT_{FE} клиент соединяется с внешним сервером, после чего за RTT_{BE} внешний сервер шлет запрос дата-центру, который обрабатывает его какое-то время и отправляет ответ (окно большое, поэтому содержит все пакеты ответа). Наконец за $3RTT_{FE}$ внешний сервер пересылает ответ клиенту. Таким образом, время отклика равно $4 \cdot RTT_{FE} + RTT_{BE} + \text{время обработки}$.