Теоретические задачи

1. Индукцией по количеству пакетов можно легко доказать, что процесс передачи пакетов устроен следующим образом: каждый пакет сначала какое-то время ждёт, а когда начинает отправляться, доходит до конца за то же время, как если бы пакет был всего один (то есть за время $N\frac{L}{R}$ секунд). Тогда давайте посмотрим на P-й по очереди пакет: сначала он ждал $(P-1)\frac{L}{R}$ секунд, пока остальные пакеты дойдут от источника до первого маршрутизатора, а потом начал отправляться сам, после чего ему потребовалось $N\frac{L}{R}$ секунд, чтобы дойти до конца. Тогда он (а значит и все пакеты) дойдёт до приёмника спустя $(N+P-1)\frac{L}{R}$ секунд.

2. 5 мегабайт = 40 Мбит = 40000 Кбит. Тогда через первый канал файл полностью пройдёт спустя $\frac{40000}{200} = 200$ секунд. Дальше всё зависит от того, как именно передаётся файл: если он должен сначала полностью пройти через первый канал и только потом начать двигаться дальше, то всего потребуется $200 + \frac{40}{2} + \frac{40}{3} \approx 233.33$ секунды. Если же биты передаются непрерывно, то потребуется примерно $200 + \frac{1}{3000000} + \frac{1}{2000000} \approx 200$ секунд.

3. Предположим, что в каждый момент времени не более 11 пользователей передавали данные. Это значит, что за всё время было передано не более $11t \cdot 100 \cdot 10^3 = 1.1t \cdot 10^6$ бит информации (t — сколько времени в секундах пользователям был доступен канал). С другой стороны, если каждый пользователь использовал канал 20% времени, и каждый пользователь передаёт данные со скоростью 100 Кбит в секунду, всего они должны были передать $60 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot t \cdot 0.2 = 1.2t \cdot 10^6$ бит информации. Получили противоречие, тогда точно найдётся момент времени, в который хотя бы 12 пользователей передавали бы данные одновременно, то есть это произойдёт с вероятностью 1.

4. Воспользуемся полученной формулой из первого задания: в данном случае у нас есть $P = \frac{X}{S}$ пакетов, $N = 3$ соединения, каждый пакет имеет длину $L = 80 + S$. Тогда все пакеты дойдут до хоста Б за время $(N+P-1)\frac{L}{R} = \left(\frac{X}{S} + 2\right)\frac{80+S}{R} = \frac{1}{R}\left(160 + 2S + X + \frac{80X}{S}\right)$. Нужно миниимизировать это выражение по S на множестве натуральных чисел. Мы знаем, что $R > 0$, поэтому на него можно домножить; после этого можно выкинуть слагаемые X и 160, поскольку они не зависят от S, получим $2S + \frac{80X}{S} \to \min\limits_{S \in \mathbb{N}} \iff S + \frac{40X}{S} \min\limits_{S \in \mathbb{N}}$.

   Пусть $f(S) = S + \frac{40X}{S}$, $g(S) = f(S+1) - f(S)$. Очевидно, что на некотором префиксе натуральных чисел $g < 0$, а потом всё время $g \geqslant 0$. Тогда ответом будет первое S, для которого $g(S) \geqslant 0$.

   $g(S) \geqslant 0 \iff 1 + \frac{40X}{S+1} - \frac{40X}{S} \geqslant 0 \iff 1 - \frac{40X}{S(S+1)} \geqslant 0 \iff 40X \leqslant S(S+1) \iff S^2 + S - 40X \geqslant 0$. Решив квадратное уравнение, получим, что $S \geqslant \frac{-1+\sqrt{1+160X}}{2} \implies S = \lceil \frac{-1+\sqrt{1+160X}}{2} \rceil$