

1.

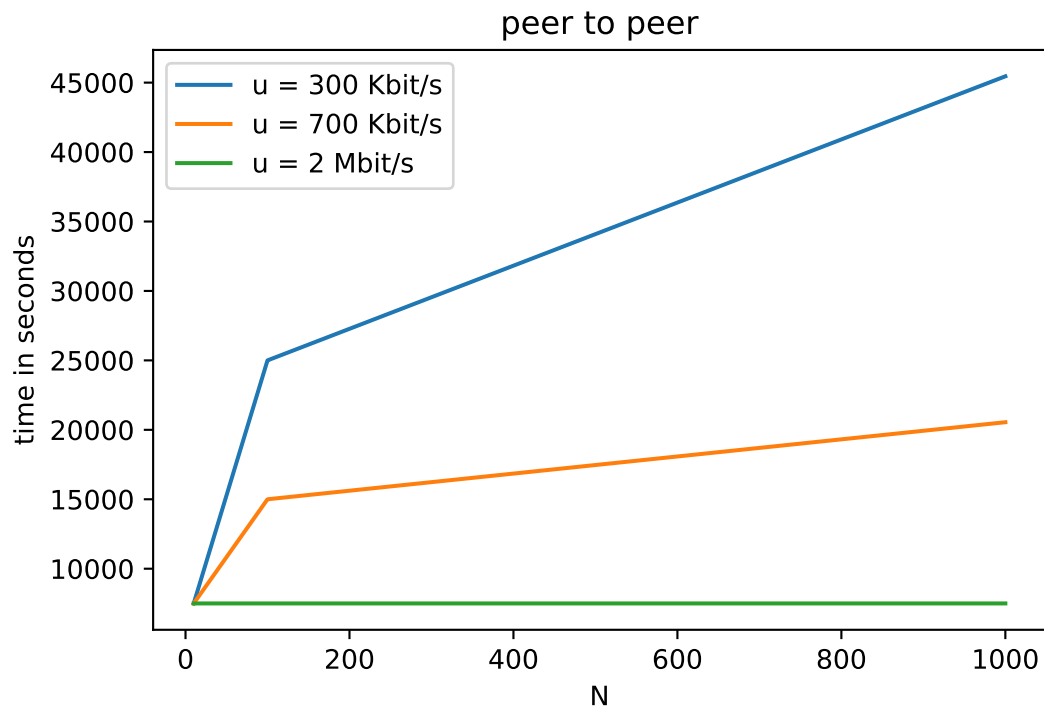
2. • Сначала рассмотрим случай клиент-серверной раздачи: $D_{c-s} \geq \max\{NF/u_s, F/d_{\min}\}$.
Здесь от u ничего не зависит, поэтому достаточно зафиксировать значение N .

- При $N = 10$ получаем $D_{c-s} \geq \max\left\{\frac{10 \cdot 15 \cdot 10^9}{30 \cdot 10^6}, \frac{15 \cdot 10^9}{2 \cdot 10^6}\right\} = 7500$ с.
- При $N = 100$ получаем $D_{c-s} \geq \max\left\{\frac{100 \cdot 15 \cdot 10^9}{30 \cdot 10^6}, \frac{15 \cdot 10^9}{2 \cdot 10^6}\right\} = 50000$ с.
- При $N = 1000$ получаем $D_{c-s} \geq \max\left\{\frac{1000 \cdot 15 \cdot 10^9}{30 \cdot 10^6}, \frac{15 \cdot 10^9}{2 \cdot 10^6}\right\} = 500000$ с.

- В случае одноранговой раздачи $D_{p2p} \geq \max\{F/u_s, F/d_{\min}, NF/(u_s + \sum u_i)\}$.
В нашем случае $F/u_s = \frac{15 \cdot 10^9}{30 \cdot 10^6} = 500$ с., $F/d_{\min} = \frac{15 \cdot 10^9}{2 \cdot 10^6} = 7500$ с.
Осталось посчитать $\frac{NF}{u_s + \sum u_i}$ при всех значениях N и u .

- При $N = 10, u = 300$ Кбит/с получаем $\frac{NF}{u_s + \sum u_i} = \frac{10 \cdot 15 \cdot 10^9}{30 \cdot 10^6 + 10 \cdot 300 \cdot 10^3} \approx 4545$ с., тогда $D_{p2p} \geq \max\{500, 7500, 4545\} = 7500$ с.
Кроме того, можно заметить, что максимум здесь достигается не в $\frac{NF}{u_s + \sum u_i}$, поэтому при увеличении u отношение $\frac{NF}{u_s + \sum u_i}$ будет убывать и максимум останется прежним. То есть при $N = 10, u = 700$ Кбит/с и при $N = 10, u = 2$ Мбит/с ответ по-прежнему будет 7500 секунд.
- При $N = 100, u = 300$ Кбит/с получаем $\frac{NF}{u_s + \sum u_i} = \frac{100 \cdot 15 \cdot 10^9}{30 \cdot 10^6 + 100 \cdot 300 \cdot 10^3} = 25000$ с., тогда $D_{p2p} \geq \max\{500, 7500, 25000\} = 25000$ с.
- При $N = 100, u = 700$ Кбит/с получаем $\frac{NF}{u_s + \sum u_i} = \frac{100 \cdot 15 \cdot 10^9}{30 \cdot 10^6 + 100 \cdot 700 \cdot 10^3} = 15000$ с., тогда $D_{p2p} \geq \max\{500, 7500, 15000\} = 15000$ с.
- При $N = 100, u = 2$ Мбит/с получаем $\frac{NF}{u_s + \sum u_i} = \frac{100 \cdot 15 \cdot 10^9}{30 \cdot 10^6 + 100 \cdot 2 \cdot 10^6} \approx 6522$ с., тогда $D_{p2p} \geq \max\{500, 7500, 6522\} = 7500$ с.
- При $N = 1000, u = 300$ Кбит/с получаем $\frac{NF}{u_s + \sum u_i} = \frac{1000 \cdot 15 \cdot 10^9}{30 \cdot 10^6 + 1000 \cdot 300 \cdot 10^3} \approx 45455$ с., тогда $D_{p2p} \geq \max\{500, 7500, 45455\} \approx 45455$ с.
- При $N = 1000, u = 700$ Кбит/с получаем $\frac{NF}{u_s + \sum u_i} = \frac{1000 \cdot 15 \cdot 10^9}{30 \cdot 10^6 + 1000 \cdot 700 \cdot 10^3} \approx 20548$ с., тогда $D_{p2p} \geq \max\{500, 7500, 20548\} = 20548$ с.
- При $N = 1000, u = 2$ Мбит/с получаем $\frac{NF}{u_s + \sum u_i} = \frac{1000 \cdot 15 \cdot 10^9}{30 \cdot 10^6 + 1000 \cdot 2 \cdot 10^6} \approx 7389$ с., тогда $D_{p2p} \geq \max\{500, 7500, 7389\} = 7500$ с.

Графики будут выглядеть следующим образом:



3. (a) Давайте каждому пиру отдавать данные непрерывно со скоростью $v = \frac{u_s}{N}$.
Так как $d_{\min} \geq \frac{u_s}{N}$, то все пиры будут успевать принимать все передаваемые

- данные. Тогда понятно, что каждый пир получит все данные за время $\frac{F}{v} = \frac{NF}{u_s}$, что и требовалось.
- (b) Давайте каждому пиру отдавать данные со скоростью $v = d_{\min}$. Так как $d_{\min} \leq \frac{u_s}{N}$, то $Nd_{\min} \leq u_s$, то есть сервер сможет отдавать данные с такой скоростью. Кроме того, понятно, что все клиенты будут успевать принимать эти данные, поскольку мы взяли минимальную скорость загрузки среди всех пиров. Тогда каждый пир получит данные за время $\frac{F}{v} = \frac{F}{d_{\min}}$.
- (c) Во-первых, заметим, что минимальное время не может быть меньше, чем $\max \left\{ \frac{NF}{u_s}, \frac{F}{d_{\min}} \right\}$, поскольку в таком случае оно либо меньше, чем $\frac{NF}{u_s}$, либо меньше, чем $\frac{F}{d_{\min}}$, но такого не может быть: серверу нужно передать суммарно NF бит данных, при этом его скорость отдачи не превышает u_s , то есть он не может передать данные быстрее, чем за $\frac{NF}{u_s}$; также все клиенты должны данные получить, рассмотрим того, у которого скорость загрузки равна d_{\min} . Он должен получить F бит данных, так что он не сможет сделать это быстрее, чем за $\frac{F}{d_{\min}}$.

Хорошо, теперь докажем, что можно передать данные за время ровно $\max \left\{ \frac{NF}{u_s}, \frac{F}{d_{\min}} \right\}$: рассмотрим два случая. Если $d_{\min} \geq \frac{u_s}{N}$, то по пункту (a) мы можем передать данные за время $\frac{NF}{u_s}$, но при условии $d_{\min} \geq \frac{u_s}{N}$ несложно видеть, что $\max \left\{ \frac{NF}{u_s}, \frac{F}{d_{\min}} \right\} = \frac{NF}{u_s}$. Если же $d_{\min} \leq \frac{u_s}{N}$, то по пункту (б) мы знаем, что данные можно передать за время $\frac{F}{d_{\min}}$. Но при условии $d_{\min} \leq \frac{u_s}{N}$ выполнено $\max \left\{ \frac{NF}{u_s}, \frac{F}{d_{\min}} \right\} = \frac{F}{d_{\min}}$. Тогда в обоих случаях мы научились передавать данные за время $\max \left\{ \frac{NF}{u_s}, \frac{F}{d_{\min}} \right\}$, что и требовалось.