

Таким чином, одним з варіантів модернізації 9-го вузла, як структурної одиниці ТфЗК м. Донецька, є організація на його базі транспортного вузла мережі NGN, що забезпечує підключення по цифрових каналах типу xDSL до транспортної мережі абонентів усіх категорій для зони, що обслуговується.

Перелік посилань

1. Уолрэнд Дж. Телекоммуникационные и компьютерные сети. - М.: Постмаркет, 2001.- 408с.
2. Лебединский А.К., Павловский А.А., Юркан В.В. Системы телефонной коммуникации. - М.: Маршрут, 2003. - 496с.
3. <http://depesha.dc.donetsk.ua/> №4(608)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ ЗАДЕРЖЕК В ПРОТОКОЛАХ ПЕРЕДАЧИ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

Стафутин В.А., группа ТКС-00

Руководитель: к.т.н. Бессараб В.И.

Целью работы является исследование временных задержек при передаче сигнала через спутниковые каналы связи. В зависимости от того, какой протокол передачи будет выбран, можно делать выводы о возможности нормального функционирования определенных приложений в рассматриваемой корпоративной сети.

1. Передача сигнала в физической среде

Для расчета задержки в среде передачи необходимо знать расстояние r (дальность связи) между земной станцией с координатами ψ (широта) и φ (долгота) и ГСР с точкой стояния на долготе φ_p :

$$r = (r_3 + h) \sqrt{1 + \left(\frac{r_3}{r_3 + h}\right)^2 - 2 \frac{r_3}{r_3 + h} \cos \psi \cos(\varphi - \varphi_p)} \cong$$

$$\cong 42250 \sqrt{1.023 - 0.3 \cos \psi \cos(\varphi - \varphi_p)} \quad (1.1)$$

где $r_3=6375$ км – радиус Земли, $h=35875$ км – высота ГО.

Задержка в среде передачи составит:

$$\tau_p = r/c, \quad (1.2)$$

где $c=3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света.

2. Протоколы множественного доступа в спутниковых каналах связи.

Протоколы фиксированного доступа

Сравним задержки при ВРК и ЧРК. Пусть многопакетные сообщения имеют фиксированный объем V , кратный объему слота $V = lV_C$, где l — число кадров, необходимое для передачи сообщения при ВРК. Тогда для обоих методов фиксированного доступа справедливо: $\bar{\theta} = \frac{nV}{C}$, $\lambda \bar{\theta} = \frac{\lambda nV}{C} = \rho$, $\bar{\theta}^2 = (\bar{\theta})^2$, а для ВРК, дополнительно, $T_k = \theta/l$ [1].

$$\begin{cases} \bar{\tau}_{ВРК} = \frac{nV}{C} \left[\frac{2 - \rho + \frac{1}{l} \left(1 - \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho(1 - \rho)}{3l}\right)}{\left(2 + \frac{\rho}{l}\right)(1 - \rho)} - \frac{n-1}{nl} \right] \\ \bar{\tau}_{ЧРК} = \frac{nV}{C} \cdot \frac{2 - \rho}{2(1 - \rho)} \end{cases} \quad (2.1)$$

Из (2.1) следует, что различия в средней задержки при ЧРК и ВРК в наибольшей степени проявляются при передаче однопакетных сообщений ($l = 1$). С ростом l эти различия уменьшаются, а при $l \rightarrow \infty$ ЧРК и ВРК обеспечивают одинаковую задержку.

Рассмотрим зависимость отношения $\frac{\tau_{ЧРК}}{\tau_{ВРК}} = w(\rho, n, l)$ от загрузки канала связи ρ при $l=1$ (рисунок 2.1). Из построенных графиков видно, что в зависимости от числа каналов n $\tau_{ЧРК}$ может отличаться от $\tau_{ВРК}$ как в большую, так и в меньшую сторону. При $n=1$ ВРК обеспечивает большие задержки, при $n=2$ характеристики обоих способов передачи практически совпадают во всем

диапазоне изменения загрузки, а при $n > 2$ лучшую оперативность передачи сообщений обеспечивает ВРК.

$$w(\rho, n, l) = \frac{\frac{2 - \rho}{2(1 - \rho)}}{2 - \rho + \frac{1}{l} \left(1 - \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho(1 - \rho)}{3l}\right) - \frac{n - 1}{nl}} \quad (2.2)$$

По оперативности передачи различие характеристик ЧРК и ВРК в большей степени проявляется при малых загрузках канала ρ , при $\rho \rightarrow 0$ в зависимости от числа каналов ВРК может обеспечивать большую в 1,5 раза среднюю задержку при $n=1$, или меньшую в 2 раза при больших n . С увеличением загрузки канала ρ характеристики ЧРК и ВРК сближаются.

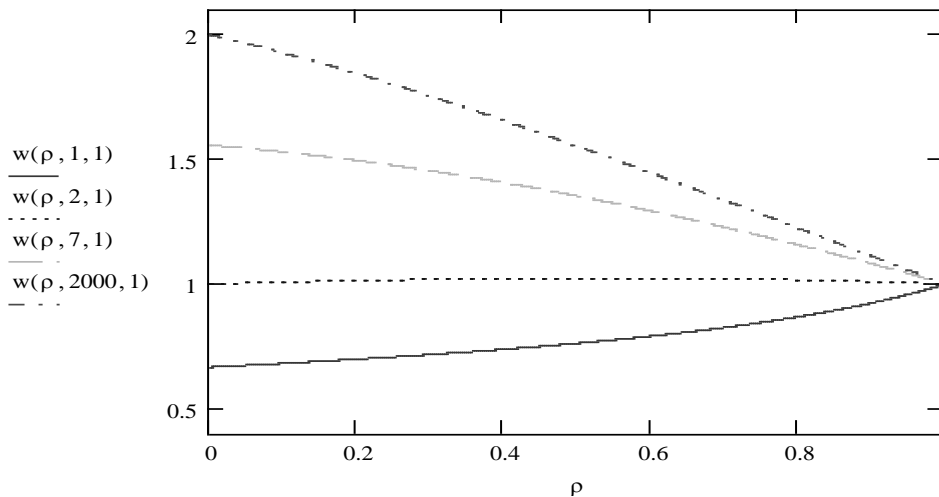


Рисунок 2.1 – Сравнительная характеристика задержек при ВРК и ЧРК ($l=1$)

Рассмотрим зависимость $\frac{\tau_{\text{ЧРК}}}{\tau_{\text{ВРК}}} = w(\rho, n, l)$ от числа пакетов в сообщении l при фиксированной загрузке канала ρ (рисунок 2.2). Из построенных характеристик видно, что различие по оперативности передачи между ЧРК и ВРК быстро уменьшается с ростом l . При $l \geq 4$ ВРК уже незначительно превосходит ЧРК по оперативности.

Таким образом, фиксированный доступ с ВРК и ЧРК обеспечивают близкие значения оперативности передачи сообщений, но все же ВРК имеет немного лучшие характеристики относительно ЧРК.

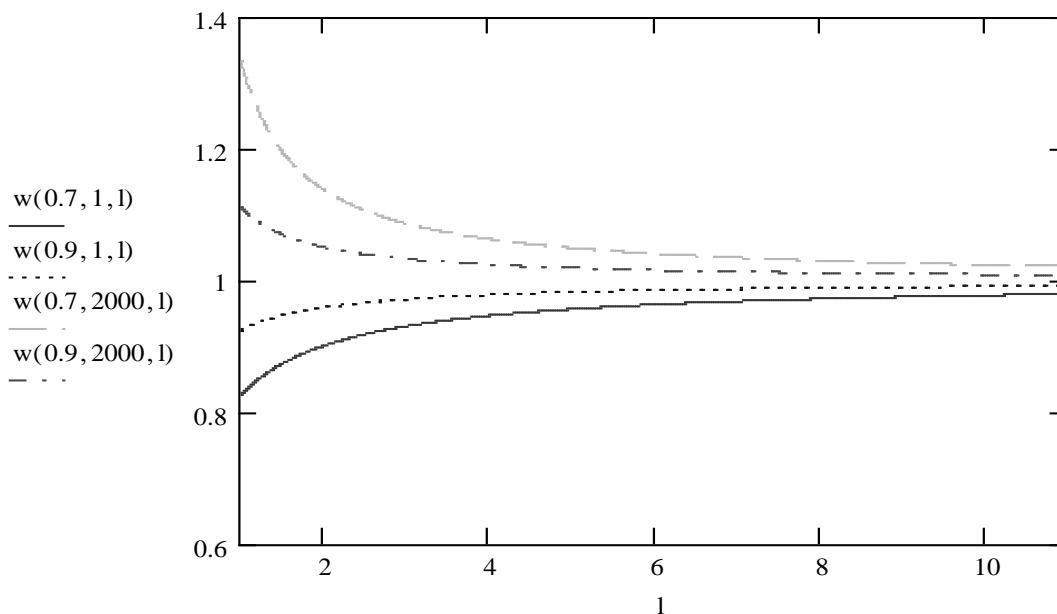


Рисунок 2.2 – Сравнительная характеристика задержек при ВРК и ЧРК

Протоколы случайного многостанционного доступа

Рассмотрим значения средней задержки для протоколов P-Aloha $\tau_1(\lambda)$ и для S-Aloha $\tau_2(\lambda)$ от λt . Для сравнения примем величину $\tau_p = 0.27c$ - задержка распространения в физической среде, $t = \frac{V_u}{C} = \frac{2,125}{64} = 33,2\text{мс}$ - длительность сообщения.

$$\tau_1(\lambda) = (\tau_p + t)e^{2\lambda t} + 7.5t(e^{2\lambda t} - 1) \quad (2.3)$$

$$\tau_2(\lambda) = (\tau_p + t)e^{\lambda t} + 7.5t(e^{\lambda t} - 1) + \frac{t}{2} \quad (2.4)$$

Из рисунка 2.3 видно, что при малых нагрузках канала связи протокол P-Aloha по оперативности немного превосходит S-Aloha, однако уже при небольшом увеличении загрузки ситуация меняется на противоположную.

Протоколы предоставления каналов по требованию

В протоколах с резервированием общая задержка складывается из задержки в запросном и информационном каналах, соотношение между которыми зависит от распределения суммарной пропускной способности канала (C) между запросным (C_3) и информационным ($C_{и}$) [1]:

$$\bar{\tau} = \tau_3(C_3) + \tau_{II}(C_{II}), \quad (2.5)$$

причем существует оптимальное значение (C_3) , минимизирующее суммарную среднюю задержку.

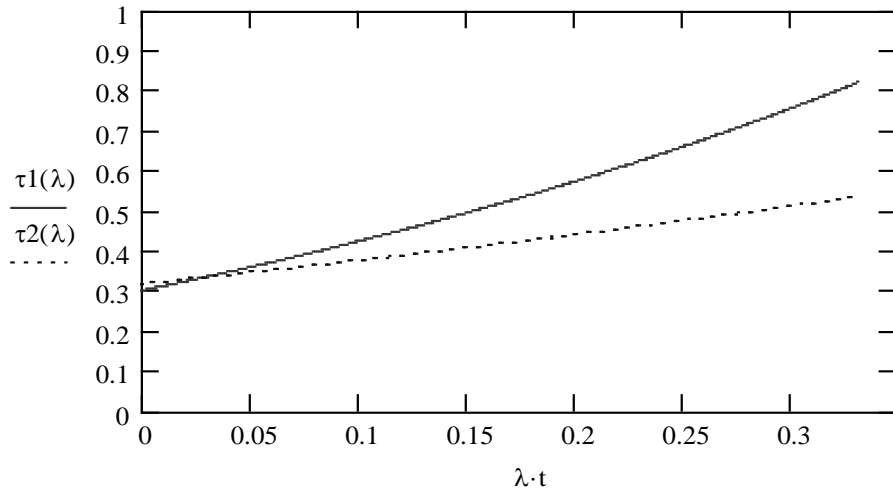


Рисунок 2.3 – Зависимость среднего времени задержки от загрузки при случайном доступе

Оптимальное значение C_3 слабо зависит от интенсивности входного трафика, однако при увеличении загрузки оптимум становится все более ярко выраженным и неправильное распределение пропускной способности может привести к насыщению одного из каналов. Аналогичные зависимости наблюдаются и при использовании в запросном канале протокола S-Aloha.

Зависимости для протоколов с резервированием будут иметь характеристики, схожие с характеристиками протоколов без резервирования. Отличие заключается наличием задержки в запросном канале, следовательно зависимости, показанные на рисунке 2.3 будут иметь такую же форму, но сдвинутся в правую сторону.

Перечень ссылок

1. Спутниковые сети связи: Учеб. пособие / В.Е. Камнев, В.В. Черкасов, Г.В. Чечин. – М.: «Альпина Паблишер», 2004. – 536 с.