

УДК 681.324:621.325

А.А. Можаяев

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба

КОНЦЕПЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ В ЦИФРОВЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Проведен анализ качества предоставления услуг в широкополосных цифровых сетях с интеграцией служб. Изучены параметры нагрузки, влияющие на скорость и качество передачи телекоммуникационного трафика. Приведены результаты исследований зависимости качества передачи информации от семантической прозрачности сети. Предложены различные механизмы управления, позволяющие получить максимальную скорость передачи информации.

цифровые сети, вероятность искажений, нагрузка сети, семантическая прозрачность

Введение

Постановка задачи и анализ литературы.

Качество предоставления услуг в широкополосных цифровых сетях с интеграцией служб (Ш-ЦСИС) зависит от особенностей принципа асинхронно-адресной передачи информации (АТМ), который используется в этих сетях. Используя возможности, предоставляемые АТМ, пользователи получают гибкий доступ к соответствующим сетевым ресурсам, а сетевые операторы возможность гибкого распределения ресурсов. Введение категорий АТМ-сервиса позволило устанавливать виртуальные соединения каналов и сетей с различным качеством предоставляемых услуг [1 – 3]. Характеристики качества обслуживания в сети зависят от уровня нагрузки Ш-ЦСИС. Каждый из уровней нагрузки, в свою очередь, характеризуется различными скоростями передачи информации и рядом параметров (семантическая прозрачность, временная прозрачность, потери сообщений, задержки и джиттера).

Рассмотрим один из вышеперечисленных параметров. Семантическая прозрачность (СП) сети определяется как способность сети транспортировать сообщения от источника к получателю с приемлемым числом ошибок [4 – 6].

При заданной системе передачи прозрачность сети обеспечивается:

- 1) кодированием сообщения;
- 2) повтором сообщения по требованию приемника;
- 3) комбинацией приемов п.1 и 2.

Наиболее важной характеристикой, определяющей СП, является вероятность искажения битов информации – коэффициент ошибок по битам P_{BER} (BER – Bit Error Rate)

$$P_{BER} = N_{BE} / N_{BT}, \quad (1)$$

где N_{BE} – общее число ошибочных битов; N_{BT} – общее число переданных битов.

Для различных систем передачи информации измерение P_{BER} фактически сводится к набору статистики. Так как в системах передачи и передающей среде вероятность искажения бита оказывается различной (в современных волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС) величина $P_{BER} \cong 10^{-9}$), то для получения репрезентативных результатов статистики требуется различное время. При повышении значения вероятности P_{BER} происходит увеличение числа повторных передач поврежденных пакетов, что, в свою очередь, приводит к значительному увеличению нагрузки [4 – 6]. Такое увеличение нагрузки, в свою очередь, приводит к изменению семантической прозрачности. При резком увеличении загрузки сети, которая наблюдается в настоящее вре-

мя, взаимосвязь между качеством функционирования телекоммуникационной сети, уровнями ее управления и изменениями параметров сети еще не имеют достаточно точных количественных оценок. Вот почему проблема изменения семантической прозрачности телекоммуникационной сети в зависимости от используемого протокола управления является **актуальной научной задачей**.

Целью данной статьи является оценка изменения параметров трафика телекоммуникационной сети от уровней управления при различных уровнях потерь пакетов в сети.

Результаты теоретических исследований

Проанализируем, как влияют различные уровни управления сети на потери передаваемой информации и увеличении нагрузки сети. При использовании протокола управления «скользящее окно» [5] повышение нагрузки можно оценить по формуле:

$$R(n) = \frac{W}{2} \frac{1 - (1 - P_{BER})^{nL}}{(1 - P_{BER})^{nL}}, \quad (2)$$

где W – размер окна; n – число звеньев передачи; L – длина пакета, бит.

На рис. 1 представлена зависимость увеличения трафика от изменения P_{BER} на звене передачи.

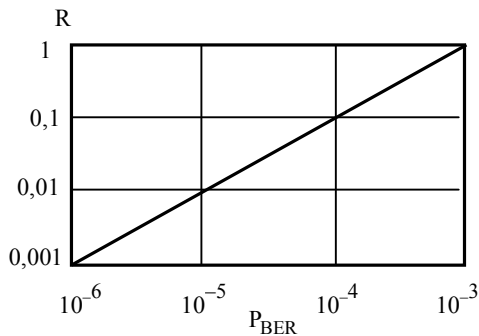


Рис. 1. Зависимость увеличения нагрузки от вероятности ошибки P_{BER} на звене передачи

График построен для случая пяти звеньев передачи ($n = 5$). На рис. 1 трафик оценивается по отношению к исходному трафику. Так, например, если $R(P_{BER}) = 1$, то это означает, что число передаваемых пакетов удваивается.

При малой величине P_{BER} управление «от звена к звену» мало эффективно, так как вероятность ошибок оказывается крайне малой. Более эффективным в этом случае является управление от «конца к концу». Рис. 2 иллюстрируют случай управления на звене и управления от «конца к концу». На них представлена зависимость увеличения нагрузки от изменения вероятности ошибки P_{BER} . При управлении от «конца к концу» рассмотрен случай пяти звеньев. Рис. 2,а соответствует случаю, когда длина пакета составляет 53 октета, рис. 2, б соответствует случаю, когда длина пакета составляет 1000 октетов.

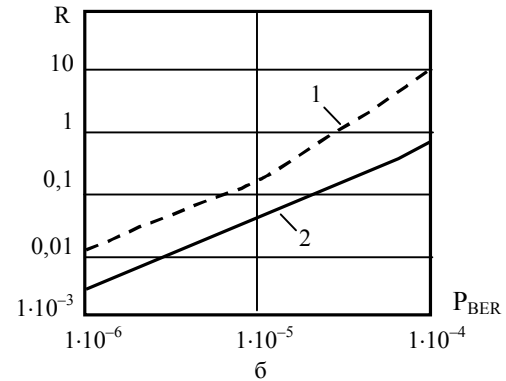
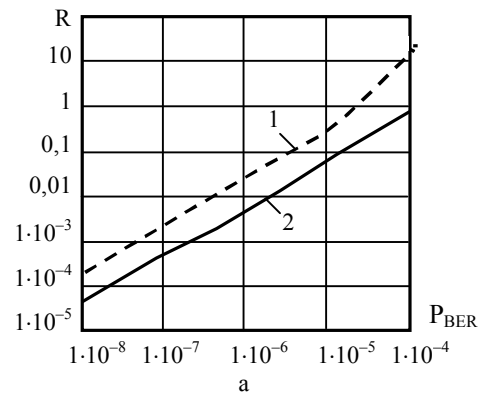


Рис. 2. Зависимость изменения загрузки звена от изменения вероятности ошибки на звене: 1 – управление от «конца к концу», пять звеньев; 2 – управление на одном звене передачи (при длине пакета а – 1000, б – 53 октета)

Чем меньше величина P_{BER} в канале, тем более эффективным оказывается управление от «конца к концу» по сравнению с управлением на звене. На рис. 3 представлена зависимость эффективности управления от «конца к концу» по сравнению с управлением на «звене» для стандартной ячейки длиной $53 \times 8 = 424$ бит от изменения величины P_{BER} .

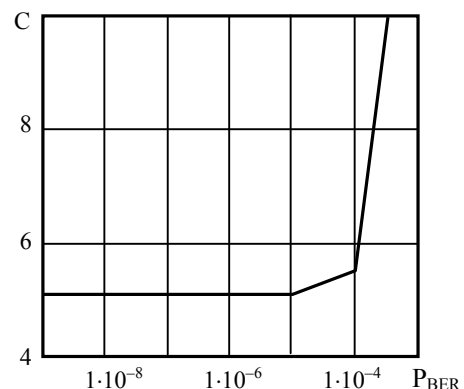


Рис. 3. Зависимость изменения эффективности от вероятности ошибки

Эффективность будем оценивать отношением нагрузок тракта с управлением на n звеньях и управлением на одном звене:

$$C = \frac{R(n)}{R(1)}, \quad (3)$$

при этом предполагается, что между пользователями имеется пять звеньев передачи ($n = 5$), т.е.:

$$C = \frac{R(5)}{R(1)}. \quad (4)$$

Из графика, представленного на рис. 3, следует, что до величины $P_{BER} \leq 10^{-5}$ управление от «конца к концу» практически не отличается от управления «на звене». Действительно, при $P_{BER} = 10^{-9}$ $C = 5,0$, а при $P_{BER} = 10^{-5}$ $C = 5,04$.

В пакетно-ориентированных сетях используют и другую оценку – вероятность искажений пакетов информации P_{PER} PER (Packets Error Rate). Ее вычисляют как число ошибочно принятых пакетов к общему числу переданных пакетов:

$$P_{PER} = \frac{N_{PE}}{N_{PT}}, \quad (5)$$

где N_{PE} – число пакетов, переданных с ошибками; N_{PT} – общее число переданных пакетов.

Величина P_{PER} определяется за некоторое нормированное время и существенно зависит от свойств передающей среды.

Переполнение буферных накопителей принципиально может также привести к увеличению нагрузки на звено.

Однако на практике вероятность потерь ячеек оказывается экстремально малой ($P_{cell} \leq 10^{-9}$). О величине емкости буферных накопителей, обеспечивающих малую вероятность потерь ячеек, можно судить по рис. 4, для расчета которого была использована модель M/D/1/L ($L \neq \infty$). Кривая построена при интенсивности поступающей нагрузки на звено $\alpha = 0,8$ Эрл.

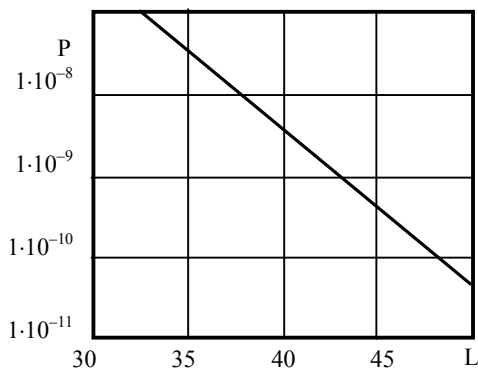


Рис. 4. Зависимость вероятности потерь ячеек от изменения емкости буферного накопителя при $\alpha = 0,8$ Эрл

Результаты исследований по влиянию емкости буферных накопителей на вероятность потери ячеек количественно и качественно согласуются с аналогичными исследованиями, связанными с проблемой буферизации [7].

Выводы

В результате исследований условий функционирования Ш-ЦСИС установлено, что показатели качества предоставления услуг в такой сети зависят от механизмов управления.

При сравнении различных механизмов управления, применяемых в сетях с интеграцией служб, доказано, что при малых значениях $P_{BER} \leq 10^{-5}$ более эффективным способом управления является управление от «конца к концу» по сравнению с управлением на звене. Если же величина P_{BER} достигает значений 10^{-4} , то возникает повышенная вероятность ошибки передачи информации и становится необходимым изменить управление от «конца к концу» на управление от «звена к звену», которое за счет повторной передачи поврежденной информации приводит к повышению нагрузки.

В дальнейшем желательно провести исследования влияния других параметров нагрузки, перечисленных в начале данной статьи, на показатели качества предоставления услуг в телекоммуникационной сети.

Список литературы

1. Можжев О.О., Рондін Ю.П., Любченко Н.Ю., Кривчач С.Ф. Метод оптимізації структур даних у розподіленій мережі // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2005. – Вип. 6 (46). – С. 114-118.
2. Кучук Г.А., Кірілов І.Г., Пашинев А.А. Моделирование трафика мультисервисной розподіленої телекомунікаційної мережі // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2006. – Вип. 9 (58). – С. 50-59.
3. Кочура В.О., Кучук Г.А., Можжев О.О. Моделирование динамических процессов в виртуальных соединениях // Збірник наукових праць Об'єднаного науково-дослідного інституту Збройних Сил. – Х.: ОНДІ ЗС, 2006. – Вип. 2(4). – С. 217-224.
4. Stallings W. ISDN and Broadband ISDN. McMillan Publ. Co., N.-Y., 1992. – 633 p.
5. Кучук Г.А. Моделирование трафика изолированного пульсирующего источника // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ, 2004. – Вип. 1. – С. 168-173.
6. Кучук Г.А., Стасева Я.Ю., Болубаш О.О. Розрахунок навантаження мультисервисної мережі // Системи озброєння і військова техніка. – 2006. – №4 (8). – С. 130-134.
7. Krieger M. Quellenmodellierung und Quellenanalyse in ATM-Vermittlungssystemen. VDI Verlag. Reihe 10: Informatik // Kommunikationstechnik. – 1991. – N. 157. – P. 140.

Поступила в редколлегию 20.12.2006

Рецензент: д-р техн. наук проф. А.И. Стрелков, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.