

УДК 621.32

Г.А. КУЧУК, А.А. МОЖАЕВ, С.Г. СЕМЕНОВ

*Харьковский университет Воздушных сил им. И. Кожедуба, Украина***ИССЛЕДОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ИНФОРМАЦИИ О ВОЗДУШНОЙ ОБСТАНОВКЕ**

Проведены исследования влияния отдельных параметров мультисервисных телекоммуникационных сетей на такой критерий качества обслуживания, как своевременность.

телекоммуникационные сети, исходный цифровой поток радиолокационной информации, маршрутизация

Введение

Одним из элементов управления воздушным движением является непосредственное управление полетами, которое невозможно без непрерывного радиолокационного контроля воздушной, метеорологической и орнитологической обстановки [1]. В настоящее время основными источниками радиолокационной информации (РЛИ) являются наземные радиолокационные станции (РЛС), которые работают автономно или в составе автоматизированных систем управления (АСУ). В АСУ осуществляется обмен обработанной РЛИ, но алгоритмы обработки в РЛС (особенно «старого парка»), далеки от оптимальных, что приводит к искажению информации о воздушной обстановке и ухудшению качества принятия решений должностными лицами центров управления. Решить эту проблему можно осуществляя отображение полной информации о воздушной обстановке в центрах управления. Для этого необходимо наряду с формализованной информацией, циркулирующей в телекоммуникационной сети АСУ передавать исходный цифровой поток РЛИ, который схож по поведению с потоком «живого» видео. Для передачи информации такого рода наиболее применима современная технология мультисервисных телекоммуникационных сетей (ТС).

Анализ литературы и постановка задачи. Моделированию передачи информации в телекоммуни-

кационных сетях различных структур посвящены работы многих авторов [2 – 5]. Но, несмотря на это, возможности применения методов управления передачей информации и в частности методов маршрутизации для обеспечения качества обслуживания при передаче различного рода информации (видео, данные) изучены недостаточно.

На основе разработанных математических моделей передачи информации [3 – 7] проведем исследование влияния отдельных характеристик мультисервисных ТС на качество обслуживания в процессе передачи и распределения видеoinформации при использовании метода адаптивной маршрутизации.

Исследование мультисервисной ТС по критерию вероятности своевременной доставки сообщений

Одним из показателей качества обслуживания является вероятность своевременной доставки сообщения Q_{kn} [2], которая в полносвязной мультисервисной ТС равна:

$$Q_{kn} = Q_{a,d} + Q_{z,l} \cdot \quad (1)$$

$$\text{где } Q_{ad} = \frac{1}{(1+\gamma)} \cdot \frac{1}{(1+\mu)} \cdot \frac{\rho_{z,l}(k_2 - \lambda_{ad})}{\rho_{z,l}k_2 - \lambda_{ad} + v(1 + \frac{\rho_{z,l}k_2k_n}{vk_2 + d})} \cdot P_{a,d} -$$

вероятность своевременной доставки сообщения на маршруте, состоящего из линии связи «а \curvearrowright d» без транзитных узлов;

$$Q_{z,l} = \frac{1}{(1+\gamma)} \cdot \frac{1}{(1+\mu)} \cdot \left[\frac{e^{-v_3/(m\rho_3)} \left(1 - \frac{\lambda_{z,l}}{m\rho_3}\right)}{1 - \frac{\lambda_{z,l}}{v_3} \left(1 - e^{-v_3/(m\rho_3)}\right)} \right]^n \times (1 - P_{a,d})$$

вероятность своевременной доставки сообщения на оставшихся m маршрутах; $\gamma = v/r$ – относительная интенсивность старения по интенсивности коммутации; $\mu = v/l$ – относительная интенсивность старения по интенсивности распространения; $k_n = 1 - k_2$ – коэффициент простоя линии связи; $\lambda_{ad} = \varphi_{ad} \cdot \lambda$ – интенсивность потока информации в линии связи «a → d»; $\rho_3 = \rho_{z,l} k_2$ – эксплуатационная пропускная способность линий связи; $v_3 = v \cdot \left(\frac{1 + \rho_3 k_n}{v k_2 + d}\right)$ – эквивалентная интенсивность старения сообщения.

После подстановки значений перечисленных вероятностей в формулу (1) при $v > 0$, $\rho_3 \geq \lambda_{ad}$, $m\rho_3 \geq \lambda_{z,l}$ получим следующее общее выражение для расчета вероятности своевременной доставки сообщений в полносвязной мультисервисной ТС:

$$Q_{kn} = \frac{1}{(1+\gamma)} \cdot \frac{1}{(1+\mu)} \times \left[\frac{\rho_3 - \lambda_{ad}}{\rho_3 - \lambda_{ad} + v_3} \cdot P_{a,d} + \frac{e^{-v_3/(m\rho_3)} \left(1 - \frac{\lambda_{z,l}}{m\rho_3}\right)}{1 - \frac{\lambda_{z,l}}{v_3} \left(1 - e^{-v_3/(m\rho_3)}\right)} \cdot (1 - P_{a,d}) \right]^n \quad (2)$$

При $\lambda \rightarrow 0$ функция $Q_{kn} = f(\lambda)$ стремится к своему максимуму. Из выражения (2) получаем, что

$$Q_{\max} = \lim_{\lambda \rightarrow 0} Q_{kn} = \frac{1}{(1+\gamma)} \cdot \frac{1}{(1+\mu)} \cdot \frac{\rho_3}{\rho_3 + v_3}, \quad v > 0. \quad (3)$$

Проведем анализ зависимости вероятности своевременной доставки (выражение (3)) от входящих в нее переменных.

На рис. 1 представлена зависимость $Q_{kn} = f(\lambda)$

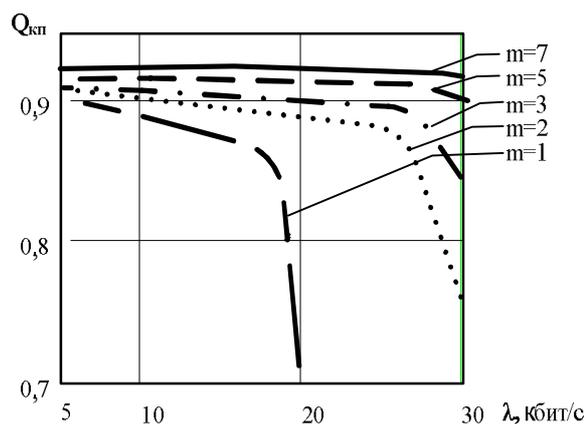


Рис. 1. Зависимость вероятности Q_{kn} от интенсивности λ

Рис. 1 иллюстрирует увеличение вероятности своевременной доставки сообщения при увеличении используемого для передачи информации количества маршрутов, и уменьшение вероятности своевременной доставки сообщения при увеличении интенсивности входного потока информации. Например, при увеличении интенсивности потока информации от 5 до 30 кбит/с вероятность своевременной доставки сообщения уменьшается для 3 маршрутов от 0,913 до 0,847, для 5 маршрутов – от 0,919 до 0,906. Следовательно, для обеспечения своевременной доставки информации ($Q_{kn} > 0,9$) интенсивностью 30 кбит/с необходимо использовать не менее 5 маршрутов, что обеспечит требования своевременности связи.

Рис. 2 иллюстрирует увеличение вероятности своевременной доставки сообщения при возрастании допустимого времени старения сообщений в сети для различного числа маршрутов. Очевидно, что использование для передачи информации пяти и более маршрутов позволит обеспечить вероятность своевременной доставки сообщений $Q_{kn} > 0,9$ при передаче РЛИ в реальном масштабе времени.

Рис. 3 иллюстрирует увеличение вероятности своевременной доставки сообщения при увеличении эксплуатационной пропускной способности линий связи и количества маршрутов передачи информации.

Таким образом, для своевременной ($Q_{kn} \geq 0,9$) передачи РЛИ интенсивностью $\lambda = 30$ кбит/с необ-

ходимо использование не менее пяти маршрутов передачи информации с эксплуатационной пропускной способностью линий связи – $\rho_3 \geq 19$ кбит/с.

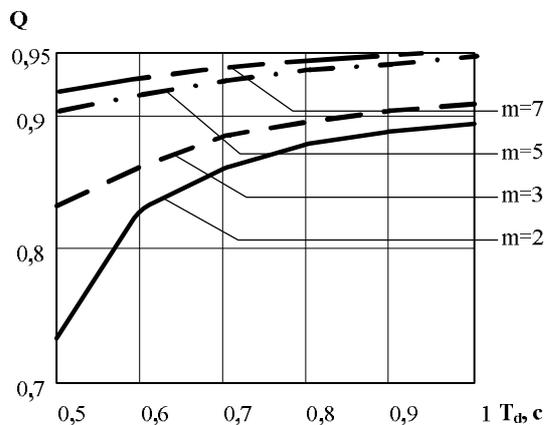


Рис. 2. Зависимость вероятности $Q_{кп}$ от среднего допустимого времени старения сообщений T_d

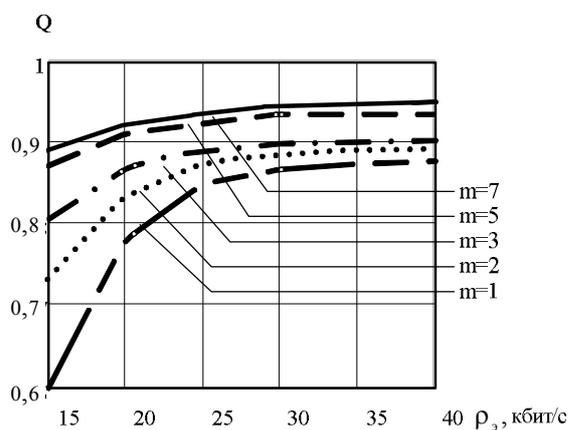


Рис. 3. Зависимость вероятности $Q_{кп}$ от эксплуатационной пропускной способности линий связи ρ_3

Выводы

Обеспечение своевременной передачи ИЦП РЛИ требует решения ряда проблем, обусловленных особенностями передачи такого рода информации с заданным качеством обслуживания.

Исследования показали, что увеличение интенсивности потока информации приводит к уменьшению вероятности своевременной доставки сообщений. Улучшить эту характеристику можно за счет снижения требований к времени доставки сообщения или увеличения количества используемых

маршрутов. Таким образом, для передачи ИЦП РЛИ с вероятностью своевременной доставки сообщения $Q_{кп} > 0,9$ необходимо использование не менее 5 маршрутов передачи информации с эксплуатационной пропускной способностью линий связи $\rho_3 \geq 19$ кбит/с.

Литература

1. Управление воздушным движением: Учебное пособие / Под. ред. В.М. Соловьева. – М.: Воениздат, 1987. – 152 с.
2. Зайченко Ю.П. Комп'ютерні мережі. – К.: Слово, 2003. – 256 с.
3. Захаров Г.П. Методы исследования сетей передачи данных. – М.: Радио и связь, 1982. – 208 с.
4. Королев А.В., Кучук Г.А., Пашнев А.А. Адаптивная маршрутизация в корпоративных сетях: Монография. – Х.: ХВУ, 2003. – 224 с.
5. Кириллов И.Г., Семенов С.Г. Комбинированный метод поиска множества путей передачи информации в телекоммуникационных сетях // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, 2005. – Вип.5 (5). – С. 90-94.
6. Семенов С.Г., Беленков А.Г., Можаяев А.А. Разработка распределенного метода многопутевой маршрутизации, основанного на потоковой модели с предвычислением путей // Моделювання та інформаційні технології: Збірник наукових праць. – К.:ПІМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2005. – Вип.32. – С.189-192.
7. Козелков С.В., Кузнецова М.Ю., Семенов С.Г. Оптимальний вибір віртуальної під мережі транзакції телекомунікаційної системи // Збірник наукових праць Об'єднаного НДІ Збройних Сил. – Х.: ОНДІ, 2006. – Вип.2 (4). – С. 211-216.

Поступила в редакцию 1.06.2006

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