

МОДЕЛЬ СЕТИ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ С ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ С АДАПТИВНЫМ ДОСТУПОМ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Щекотихин В.М., Илюхин А.А.

Академия ФАПСИ, г. Орел

Большинство исследований [1,2], посвященных вопросам повышения эффективности функционирования сетей спутниковой связи, проводятся в предположении стационарности трафика пользователей, алгоритма многостанционного доступа и отсутствия преднамеренных воздействий. Однако решение этой задачи для сетей спутниковой связи с подвижными объектами (ССПО) ведомственного назначения связано с необходимостью поддержания заданного качества обслуживания заявок пользователей в нестационарных условиях функционирования и выполнения дополнительных требований по безопасности и скрытности, что обуславливает актуальность разработки алгоритмов динамического управления процедурой доступа к ресурсу ретранслятора.

Наряду с традиционными протоколами доступа к ресурсу (МДЧР, МДВР, МДКР) в современных сетях спутниковой связи используется способ предоставления ресурса ретранслятора по требованию пользователей на основе протоколов случайного доступа ALOHA, S-ALOHA, CSMA, P-CSMA. Для ведомственной сети спутниковой связи, кроме того, в работе протоколов может использоваться гибкая регламентация доступа отдельных категорий абонентов, учитывающая их приоритетность и, соответственно, требования по своевременности предоставления ресурса.

Разнообразие возможных вариантов построения сети, алгоритмов функционирования и множества воздействий на ССПО приводит к необходимости разработки адекватных имитационных моделей ССПО, позволяющих на основе анализа вероятностно-временных характеристик (ВВХ) сетей (вероятность успешного обслуживания, вероятностью отказа, среднее время предоставления ресурса и т.д.) определить рациональные (оптимальные) решения по их построению.

Разработана аналитико-имитационная модель ССПО, основу которой составляет программная реализация потоков заявок пользователей с произвольным распределением, протоколов адаптивного доступа и вариантов возмущений в виде ложных заявок на обслуживание и энергетического подавления каналов доступа.

Качество функционирования ведомственной ССПО определяется на основе оценки вероятности своевременного предоставления $P_r(t_o \leq t_o^{mp})$ (доступности) единицы ресурса для всех r категорий пользователей $r = \overline{1, R}$. При использовании протоколов случайного доступа такой показатель связан с канальной проходимостью S (вероятностью успешного прохождения пакета запроса), определяемой как [2]:

$$S = \frac{G[1 - G + \alpha G(1 + G + 0.5\alpha G)]e^{-\alpha G(1+2\alpha)}}{G(1+2\alpha) - (1 - e^{-\alpha G}) + (1 + \alpha G)e^{-G(1+\alpha)}}$$

где параметр $\alpha = \frac{\tau_d}{T_p}$;

τ_d - временной интервал до обнаружения столкновения.

T_p - длительность пакета запроса.

G - поступающая нагрузка пользователей.

Адаптация режима доступа в зависимости от предоставляемого трафика G и внешних воздействий обеспечивается рациональным выбором следующих параметров:

- вероятностью повторной передачи пакета запроса p ;
- длительностью пакета запроса T_p ;
- скоростью передачи в канале доступа R_{kd} ;
- ограничение доступа для определенных категорий пользователей $r_{огр}$;

В работе модели учитывается инерционность системы управления режимом доступа относительно периода возмущений с использованием экстремальных и игровых подходов.

В случае фиксирования режима доступа поддержание требуемых показателей эффективности функционирования сети осуществляется управлением параметров канала доступа.

В результате проведения исследований на модели выявлены границы диапазонов входной нагрузки под рассматриваемые режимы доступа, обеспечивающие при этом поддержание требуемых показателей качества обслуживания в условиях преднамеренных воздействий.

Результаты моделирования иллюстрируют превосходство тех или иных режимов доступа в различных условиях функционирования ССПО.

Математической основой разработанной имитационной модели явился аппарат теории управляемых марковских цепей, теории массового обслуживания и математической статистики.

Модель ССПО реализована на пакета прикладных программ MatLab и позволяет проводить исследование процесса функционирования сетей спутниковой связи в условиях наиболее приближенных к реальным.

Таким образом, представленная аналитико-имитационная модель ССПО в отличие от известных [5] позволяет анализировать ВВХ в условиях нестационарной нагрузки пользователей и преднамеренных воздействий в широком спектре возможных режимов доступа к ресурсу. По результатам моделирования даются рекомендации по рациональному выбору вариантов организации сетей ССПО и процедур обслуживания заявок пользователей в них.

Литература

1. Тасака С. Протоколы многостанционного доступа систем спутниковой пакетной связи. Сравнительные характеристики// ТИИЭР, 1984, Т.82. С.157-168.
2. Шелухин О.И., Лукьянцев Н.Ф. Цифровая обработка и передача речи. / Под ред. О.И. Шелухина. – М.: Радио и связь, 2000. – 456 с.: ил.
3. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания: Пер. с англ. - М.: Машиностроение, 1979.- 432с.
4. Щекотихин В.М. Терновой И.Л. Оптимизация ресурсов телекоммуникационных систем/ Под ред. проф. Терентьева В.М.- Орел.: ВИПС,1999.-137с.
5. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания: Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.