

УДК 681.5

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Батыр С.С., студент; Суков С.Ф., доцент, к.т.н.

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

На данный момент основную часть компьютерных коммуникационных систем занимают сети с транспортным протоколом IP или, сокращенно, IP-сети.

Этот протокол разрабатывался в 70-ых годах XX в. как временный и не рассчитывался на столь длительную эксплуатацию. Он предусматривает пакетную передачу данных, адреса назначения и отправителя находятся в начале пакета. Сведений о предпочтительном пути передачи, о допустимом времени задержки он не содержит. Также он имеет жесткие ограничения по числу адресуемых компьютеров.

Основная задача IP протокола – доставка дейтаграмм. Выбором путей доставки занимаются маршрутизаторы. При передаче большого числа дейтаграмм по высокоскоростному каналу возможно переполнение входного буфера маршрутизатора, что приведет к потере пакетов. Это является не желательным явлением, так как приходится перепосылать дейтаграммы, что ведет к увеличению трафика. В качестве показателя, отражающего качество канала связи, возьмем число потерянных дейтаграмм или пакетов. Он позволяет однозначно характеризовать канал связи: чем больше число потерянных пакетов, тем хуже канал.

Очевидно, что для повышения качества канала необходимо снижение числа потерянных пакетов до минимально возможного уровня.

Наиболее простой, но в то же время самый дорогостоящий метод – увеличение ширины полосы пропускания канала связи, подключенного к маршрутизатору и увеличение быстродействия самого маршрутизатора.

Но возможен и другой вариант: управление потоком дейтаграмм. Вместо того, чтобы переполнять очередь маршрутизатора, дейтаграммы будут задерживаться в очередях на участке сети до маршрутизатора. Причем внедрение технологии управления трафиком с верху до низу, на всех узлах сети, позволит снизить потери пакетов до минимального уровня.

В этом случае избыточный трафик вместо того, чтобы переполнять очередь маршрутизатора, будет задерживаться на нижних участках. Это увеличит время отклика удаленной системы, но оно останется в пределах допустимого.

Также это позволит управлять сетью передачи данных: при перегрузках одного участка оно позволит перенаправить часть трафика на другие участки, но в тоже время снизит нагрузку перегруженного участка до уровня максимальной

пропускной способности.

Сеть превратиться в сложный многосвязный объект со сложными динамическими характеристиками. Управление таким объектом будет многоконтурным: первый контур – управление потоком дейтаграмм в канале связи между двумя узлами (маршрутизатор <-> маршрутизатор, маршрутизатор <-> коммутатор, коммутатор <-> рабочая станция), второй контур охватывает несколько первых и т.д.

Закон управления для такой сложной системы, очевидно, будет не простым и вывести его эмпирически не представляется возможным.

Анализом систем и синтезом законов управления занимается теория автоматического управления (ТАУ). Представив сеть в виде комбинации звеньев, станет доступным огромный по своим возможностям аппарат ТАУ.

Несмотря на то, что большинство процессов в сети носит случайный характер, ТАУ позволит моделировать поведение сети при различных вариациях нагрузок и конфигурациях сети. В ТАУ разработаны механизмы обеспечения устойчивости систем, возможна разработка закона управления для систем с изменяющимися параметрами, можно построить регулятор, обеспечивающий оптимальное управление по заданным критериям. Поэтому использование ТАУ весьма привлекательно для анализа сетей. Основная проблема будет заключаться в построении адекватной модели и разработке "исполнительных механизмов". Синтез закона управления, моделирование процессов в сети при использовании этого закона уже разработано в ТАУ и лишь необходимо правильно интерпретировать полученные результаты

С точки зрения ТАУ IP-сеть представляет собой совокупность звеньев с нелинейными характеристиками. Так как характеристики могут иметь сложный вид, имеет смысл на начальном этапе использовать возможности имитационного моделирования в среде Simulink, позволяющей строить системы из стандартных звеньев.

Для построения адекватной модели необходима информация об объектах моделирования. IP-сеть с физической стороны представляет собой объединение в одну систему некоторого числа компьютеров, коммутаторов и маршрутизаторов, соединенных между собой линиями связи. Выделим отдельные звенья в этой системе, исходя из задач, которые они выполняют в системе.

Выделяются следующие звенья:

1. компьютер – источник и приемник сигнала с возможностью управления и буферизации данных;
2. линия связи(кабели, хабы) – звено задержки;
3. коммутатор, модем – звено задержки с возможностями управляемости и буферизации;
4. маршрутизатор – звено, управляющее потоком данных с возможностью буферизации;

Под буферизацией понимается возможность хранения некоторого объема

передаваемых данных внутри устройства.

На начальном этапе анализа для источника примем следующие допущения: пакет данных представим импульсом единичной амплитуды случайной длительности, период между поступления импульсов - случайный. Характер распределения пакетов в реальных сетях заслуживает отдельного исследования. Принимая во внимание результаты исследований, проведенных в [1], можно сделать вывод о том, что классическое представление потока, заданного в виде стохастического потока с пуассоновским и экспоненциальными распределениями не соответствует действительности при коэффициенте использования канала более 0.5. Трафик компьютерных сетей при высоких коэффициентах использования проявляет свойства самоподобия. Из-за этого возможна быстрая перегрузка буферов устройств при небольших коэффициентах использования. Особенно это проявляется если размер буферов был рассчитан для нагрузки с классическими распределениями потоков.

На первом этапе исследований примем в виде источника сигнала генератор прямоугольных импульсов заданной длины.

Основную часть системы – "исполнительный механизм" занимает маршрутизатор.

С физической стороны он представляет собой входной буфер – емкостной элемент, элемент коммутации пакетов и выходные буфера. Так как переполнению обычно подвержен входной буфер, подключенный к высокоскоростной цепи, то на первом этапе моделирования остановимся на нем. С точки зрения ТАУ он представляет собой интегратор, охваченного обратной связью с нелинейным звеном в цепи обратной связи.

Реализуем маршрутизатор в виде схемы моделирования для пакета Simulink. Для упрощения примем следующие допущения:

- маршрутизатор имеет один вход и один выход (маршрутизатор типа "мост");
- процедура обслуживания очереди - Drop Tail (обрыв хвоста).

Данные допущения описывают достаточно простой маршрутизатор типа "мост", устанавливаемого на стыке разнородных сетей (Ethernet-PPP, Ethernet-Token Ring, Ethernet-ATM), но он является в тоже время наиболее распространенным среди потребителей Интернет. Более сложные маршрутизаторы используются в основном на крупных предприятиях с развитыми локальными сетями и провайдерами Интернет.

Тогда с использованием стандартных блоков Simulink схема будет иметь вид.

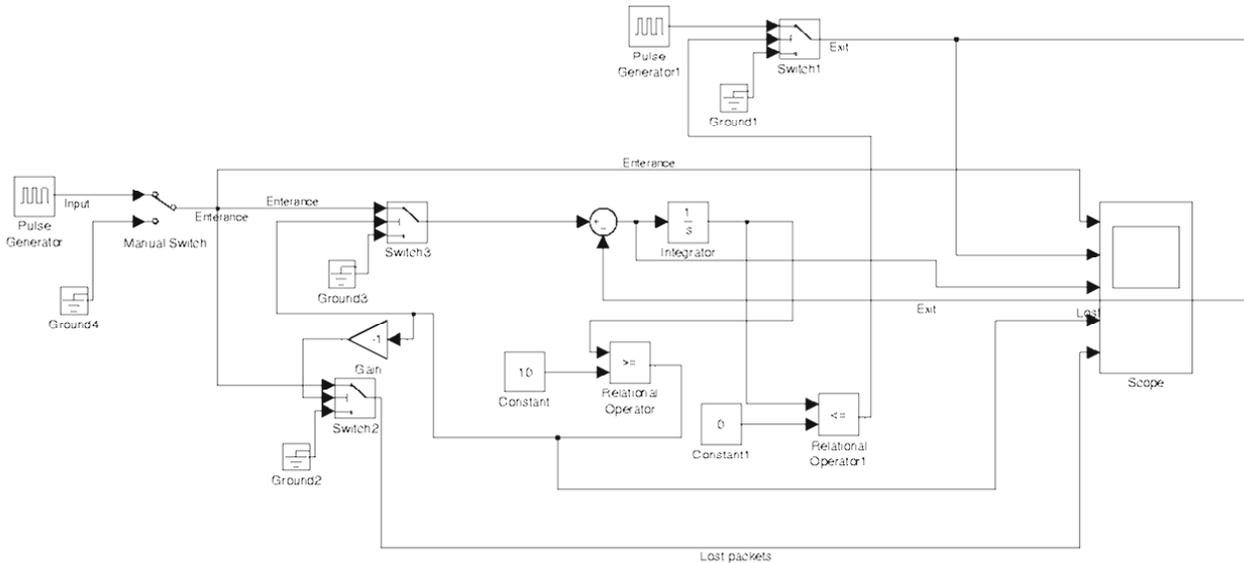


Рисунок 1 – Схема моделирования маршрутизатора

Данная схема позволяет изменять интенсивность поступления пакетов, отслеживает объем потерянных данных, возможно исследование поведения маршрутизатора при разных скоростях вход-выход.

Для дальнейших исследований необходимо объединение нескольких моделей в единую систему и использование более сложных источников сигнала.

Перечень ссылок:

1. Современные компьютерные сети. 2-е изд. / В. Столлингс. – СПб. : Питер, 2003. – 783 с.