

## **АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕГРУЗКАМИ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

### **Введение**

Для оценки производительности современных телекоммуникационных систем используются различные методы, которые позволяют систематизировать исходные статистические данные для последующих теоретических и практических исследований. С их помощью проводится анализ системы на предмет ее работоспособности, выполняется оценка объема выборки, необходимой для получения результатов, требуемой точности. При их использовании составляются вероятностные модели функционирования телекоммуникационной сети и выполняется анализ вводимых переменных. Переменные изменяются в рамках предлагаемых условий и прогнозируется поведение системы в изменяющихся условиях эксплуатации.

Однако есть и другие методы прогнозирования поведения телекоммуникационных систем, например, в условиях перегрузки. Эти методы основаны на анализе работы действующих в телекоммуникационных сетях протоколов. В основном рассматриваются протоколы транспортного уровня. В этом смысле протокол ТСР является одним из основных, поскольку имеет ряд преимуществ, например, работает с предварительным установлением соединения, предполагает повторные запросы и т.д. Но, кроме этих свойств, ТСР является лучшим индикатором неявной сетевой перегрузки. Потеря пакетов происходит и по причине, например, снижения надежности канала связи, что, в свою очередь, отражается на скорости передачи и, как следствие, приводит к снижению производительности. Эта проблема особенно актуальна для подверженных ошибкам беспроводных линий. ТСР использует два разных механизма для обнаружения потери пакетов. Первый метод использует таймер повторной передачи. Второй метод известен как быстрая ретрансляция.

Он направлен на усиление чувствительности системы к потерям пакетов. Считается, что канал перегружен в случае, если:

- 1) АСК не получен в течение предопределенного времени – тайм аут;
- 2) получен тройной дубликат АСК (4 АСК с одинаковым порядковым номером).

### **Алгоритмы управления перегрузками**

Алгоритм медленного старта

Алгоритм медленного старта необходим для определения пропускной способности канала. В его реализации участвуют два компонента:

1) скользящее окно (Sliding Window, SW), управляемое получателем путем сообщения отправителю максимального числа принимаемых пакетов (Receiver's Advertised Window, rwnd);

2) окно перегрузки (Congestion Window, CWND), управляемое отправителем и реагирующее на проблемы в сети (рис. 1).

Начинает работу алгоритм с отправки одного пакета, затем, для каждого полученного подтверждения (ACK), окно перегрузки (CWND) увеличивается на единицу, то есть фактически оно удваивается за время, равное RTT (round-trip time). Процесс передачи данных проиллюстрирован на рисунке 1.

В процессе передачи данных наблюдается экспоненциальный рост CWND. Окно достигает максимума  $CWND = RTT * \log_2(\text{MaxWin})$  [1].

### Алгоритм предотвращения перегрузок

Предотвращение перегрузок (Congestion Avoidance) реализуется при помощи Slow-Start (рисунок 2).

Алгоритм реализации:

if (cwnd <= ssthresh)

cwnd += 1;

else

cwnd += 1/cwnd;

В случае тайм-аута

ssthresh = min(cwnd, rwnd) / 2; cwnd = 1.

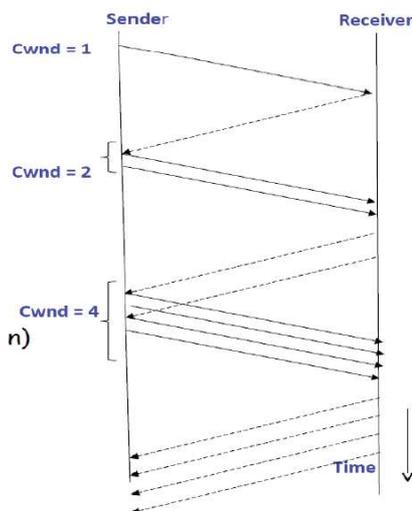


Рисунок 1 – Процесс передачи данных (Slow Start)

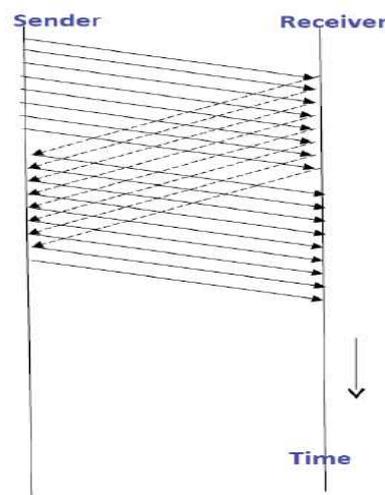


Рисунок 2 – Предотвращение перегрузок Slow-Start

Реализация приведенного алгоритма проиллюстрирована на рисунке 3.



Рисунок 3 – Реализация алгоритма CA

Экспоненциальный рост продолжается до значения ssthreshold (Slow Start Threshold), которое указывается в конфигурации TCP на хосте. Далее начинается линейный рост по  $1/CWND$  на каждый подтвержденный сегмент до тех пор, пока не достигнет  $RWND$ , либо придет тайм-аут, что означает ACK не получен в течение предопределенного времени.

Как только зафиксирован тайм-аут, передача снова начинается по алгоритму медленного старта, а значение ssthreshold уменьшается вдвое от размера  $CWND$ . Далее, алгоритм медленного старта будет выполняться вновь до значения ssthreshold.

### Заключение

В статье рассматриваются механизмы определения пропускной способности каналов, ограничения длительных интервалов ожидания с целью предотвращения перегрузок и получения оценки производительности телекоммуникационных систем. Алгоритмы быстрая ретрансляции и быстрого восстановления направлены на адаптацию скорости отправки на основе наблюдаемой перегрузки, таким образом и происходит предотвращение перегрузки в сети.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Kurose J., Ross K.W. Computer Networking: A Top Down Approach, Pearson, 7th edition, 2017. 864p. (in English)
2. Varma S. Internet Congestion Control, Kaufmann, 2015. 286p. (in English)
3. Peterson L., Davie B.S. Computer Networks, Elsevier, 5th edition, 2012. 813p. (in English)
4. RFC 793. Transmission Control Protocol, RFC 793, September, 1981.