

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ОПТИКИ АТМОСФЕРЫ СО РАН им. В.Е. ЗУЕВА



НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИИ СЛОЖНЫХ СТРУКТУР

**МАТЕРИАЛЫ
ДВЕНАДЦАТОЙ КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
4–8 июня 2018 г.**

*Мероприятие проведено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-07-20033)*

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2018

О ВЛИЯНИИ СОПЕРНИЧЕСТВА ЗА РАЗДЕЛЯЕМЫЕ СВЯЗНЫЕ РЕСУРСЫ НА ДОСТУПНУЮ ПОЛОСУ ПРОПУСКАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СОЕДИНЕНИЯ

Д.Е. Богущевский, П.А. Михеев, П.В. Приступна, С.П. Сущенко

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
ssp.inf.tsu@gmail.com

Важнейшей операционной характеристикой компьютерных сетей является быстродействие транспортных соединений, в значительной мере определяемое соперничеством за полосу пропускания межузловых каналов тракта передачи данных информационных потоков различных абонентов имеющих хотя бы часть общего маршрута. Естественной моделью многозвенного транспортного соединения является сеть систем массового обслуживания. Однако получение содержательного аналитического решения здесь возможно лишь в частных случаях. В то же время основным индикатором «внешней» нагрузки на тракт, в котором проложено исследуемое транспортное соединение, являются размеры очередей перед протокольными блоками данных рассматриваемого соединения в транзитных узлах. Мониторинг такого индикатора позволяет оценить распределение длин очередей в транзитных узлах от внешних по отношению к анализируемому соединению сетевых потоков и использовать при расчете операционных характеристик соединения и выборе протокольных параметров на время сеанса связи между заданной парой абонентов. Существующие модели управляющих процедур транспортного протокола [1,2] не позволяют учитывать нагрузку на разделяемые сетевые ресурсы пропускной способности отдельных межузловых каналов соединительного пути, обеспечиваемую мультиплексированием с другими абонентскими соединениями. В работе предложена математическая модель транспортного соединения, управляемого транспортным протоколом в режиме селективного повтора для произвольных значений длительности тайм-аута ожидания сквозных подтверждений развивающая результаты, полученные в [2,3]. Считаем, что размер окна управляющего протокола определяется величиной W , а $S > W$ – задает длительность тайм-аута ожидания подтверждения корректности доставки данных. Обмен данными между абонентами, соединенными трактом передачи данных моделируется двумерной цепью Маркова с дискретным временем и числом состояний равным длительности сквозного тайм-аута S по одному измерению, а по другому – увеличенной на единицу максимальной длине очереди: $N+1$, описывающей динамику очереди переданных, но не подтвержденных данных в узле-отправителе. В работе получены вероятности состояний цепи Маркова для произвольных значений характеристик тракта передачи данных, индикаторов нагрузки на разделяемые ресурсы транспортного соединения, протокольных параметров размера окна и тайм-аута ожидания сквозных подтверждений. Пропускная способность транспортного соединения, нормированная на физическую скорость передачи данных, определяется отношением среднего объема информации, передаваемой между получением двух последовательных квитанций, к среднему времени получения квитанции:

$$Z(W, S) = F_n F_0 \sum_{n=0}^N \frac{1}{n+1} \left[\sum_{l=2D-1+n}^{W+2D-2+n} (l-2D+2-n) P(l, n) + W \sum_{l=W+2D-1+n}^{S-1} P(l, n) \right].$$

Здесь F_n и F_0 – достоверности передачи информации в прямом и обратном тракте передачи данных соответственно, $P(i, n), i = \overline{0, S-1}, n = \overline{0, N}$ – вероятности состояний цепи Маркова, D – длина транспортного соединения, выраженная в количестве участков преприема. Проведен анализ показателя пропускной способности для трех областей признакового пространства нагрузочных и протокольных параметров, отличающихся содержанием и составом уравнений локального равновесия для состояний цепи Маркова и обусловленных различными соотношениями между протокольными параметрами, длительностью круговой задержки и нагрузочными характеристиками. Первая область для тракта произвольной длины определяется ограничениями снизу: $W \geq 1, S \geq W + N + 2D - 1, N \geq 0$. Вторая и третья области определяются ограничениями интервального типа для длительности тайм-аута получения квитанции $W \geq 2, W + 1 \leq S \leq W + N + 2D - 1, N \leq W - 2$ и $W \geq 2, W + 1 \leq S \leq N + 3, N \geq W - 2$ соответственно. Следует отметить, что третья область признакового пространства характеризуется значительным падением доступной полосы пропускания, обусловленным слишком коротким тайм-аутом, истекающим до завершения длительности круговой задержки при высоких внешних нагрузках конкурентных абонентских потоков.

Литература

1. Сущенко С.П. Математические модели компьютерных сетей. Томск : Издательский дом Томского государственного университета, 2017. 272 с.
2. Кокишев В.В., Михеев П.А., Сущенко С.П. Сравнительный анализ быстродействия селективного и группового режимов повторной передачи транспортного протокола // Автоматика и телемеханика. 2017. № 2. С. 65–81.
3. Кокишев В.В., Михеев П.А., Сущенко С.П. Анализ селективного режима отказа транспортного протокола в нагруженном тракте передачи данных // Вестник ТГУ. Управление, вычислительная техника и информатика. 2013. № 3. С. 78–94.