УДК 004.942

Е. В. Иванова – магистрант кафедры моделирования вычислительных и электронных систем
Г. С. Евсеев (канд. техн. наук, доц.) — научный руководитель

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКА ЗАПРОСОВ К ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ НА БАЗЕ ПОЛУМАРКОВСКИХ ЦЕПЕЙ

В данной статье рассматривается модель системы передачи данных по стандарту IEEE 802.16e. Имитационную модель сети можно условно разделить на две части: модель входного трафика абонентов и модель планировщика ресурсов на базовой станции. Рассмотрим первую часть модели.

Для моделирования системы необходимо промоделировать поток поступления заявок. Для типичного Интернет-соединения (или сессии) можно выделить два состояния: активный режим, во время которого происходит передача данных, и режим ожидания, во время которого передача данных не происходит.

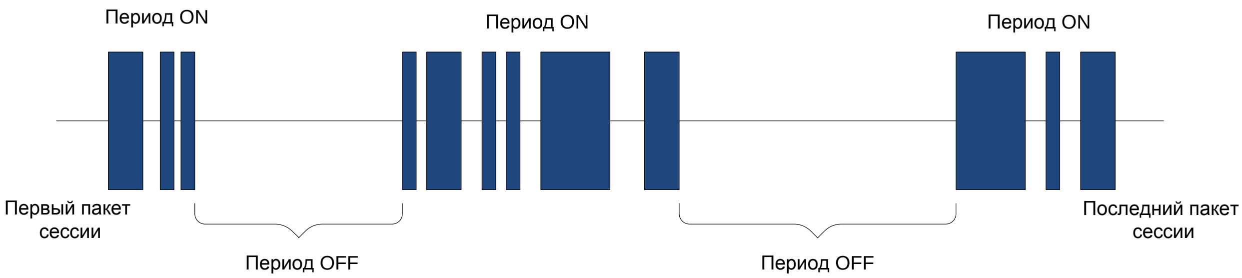

Рис. 1. HTTP – трафик. Марковская модель

Такая модель сессии представлена в [3], и рекомендована для моделирования типичного Интернет трафика. Активный и ждущий режимы сессии называются соответственно периодами ON и OFF (см. рисунок 1). Во время периода ON, абонент запрашивает ресурсы не постоянно, а по мере необходимости. Таким образом, типичное Интернет соединение можно описать как прерванный пуассоновский поток [3]. Длительности состояний ON/OFF распределены по экспоненциальному закону. Таким образом, если интенсивность переходов в состояние ON = λ_{ON}, то среднее время пребывания сессии в состоянии ON равно $1/\lambda_{ON}$. Соответственно, среднее время пребывания сессии в состоянии OFF равно $1/\lambda_{OFF}$. Таким образом, для вычисления вероятности пребывания сессии в состоянии ON применима формула $P_{ON}=\frac{\lambda_{OFF}}{\lambda_{ON}+\lambda_{OFF}}$ и, следовательно, вероятность пребывания сессии в состоянии OFF можно найти по формуле $P_{OFF}=\frac{\lambda_{ON}}{\lambda_{ON}+\lambda_{OFF}}$. Такая цепь состояний сессии является марковским процессом [4].

Интервалы между поступлением заявок в режиме ON описываются функцией распределения вероятностей $F(t)=1-e^{\lambda}$.

Интернет трафик, смоделированный с помощью марковского процесса, может содержать поток только со случайными, распределенными экспоненциально периодами включения и выключения передачи данных (см. рисунок 2). Однако в реальности эти периоды могут иметь неэкспоненциальное распределение, они могут быть даже фиксированными. В этом случае цепь состояний уже не может адекватно моделироваться марковским процессом. Полумарковские процессы являются естественным и важным обобщением процессов Маркова. Полумарковский процесс - это такой случайный процесс, который переходит из одного состояния в другое в соответствии с заданными распределениями вероятностей, а время пребывания процесса в каком-либо состоянии является случайной величиной, распределение которой зависит от этого состояния [2].

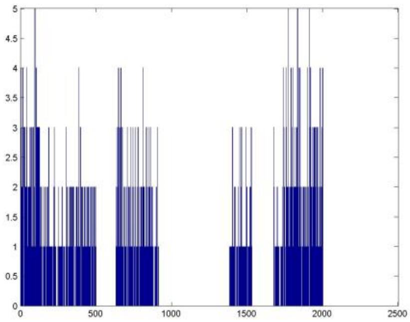

Рис. 2. Марковская модель

При тех же интенсивностях λ_{ON} и λ_{OFF}, что и для сессии, смоделированной с помощью марковской цепи, можно задать полумарковский процесс с неслучайной длительностью состояний.

На рисунке 3 изображен трафик пакетной передачи данных для следующих условий:

- длительность состояния ON распределена экспоненциально,
- длительность состояния OFF имеет фиксированное распределение вероятностей,
- время между пакетами в состоянии ON распределено экспоненциально.

На рисунке 4 изображен трафик пакетной передачи данных для следующих условий:

- длительность состояния ON имеет фиксированное распределение вероятностей,
- длительность состояния OFF имеет фиксированное распределение вероятностей,
- время между пакетами в состоянии ON распределено экспоненциально.

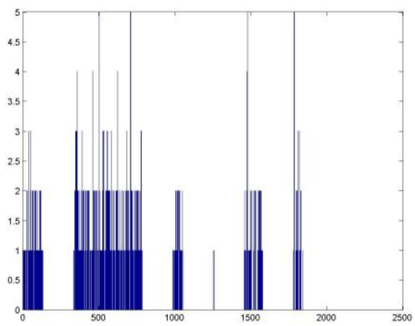

Рис. 3 Полумарковская модель

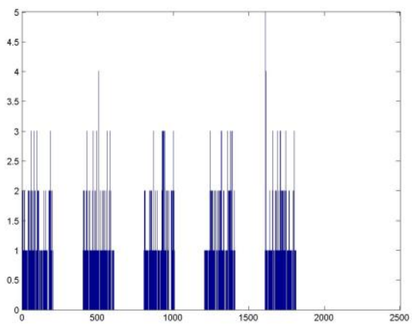

Рис. 4 Полумарковская модель

Исследование показало, что с использованием полумарковских процессов, при тех же значениях интенсивностей процессов ON/OFF, можно получить совершенно разные типы Интернет трафика, в зависимости от условий работы системы. Однако при моделировании сессии с помощью датчика для полумарковского процесса есть свои сложности. Для марковского процесса используется только экспоненциальное распределение, и для каждого значения датчика действуют вычисления по формуле:

$$\alpha_i = \frac{-1}{\lambda} \ln R_i$$

Если при использовании полумарковских процессов нужен датчик дискретной случайной величины или неэкспоненциального распределения, то для получения значения датчика, приходится, как правило, использовать обратное преобразование, что уменьшает скорость моделирования.

Библиографический список

1. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. М.: НАУКА, 1969. 564 с.
2. В. С. Королюк, С. М. Броди, А. Ф. Турбин, “Полумарковские процессы и их применения”, Итоги науки и техн. Сер. Теор. вероятн. Мат. стат. Теор. кибернет., 11, ВИНИТИ, М., 1974, 47–97
3. IEEE 802.16m Evaluation Methodology Document (EMD), 2009. 199 p.

4. Н.И.Портенко, А.В.Скороход, В.М.Шуренков, “МАРКОВСКИЕ ПРОЦЕССЫ”, Итоги науки и техн. Соврем, пробл. матем. Фундам. направления. — ВИНИТИ, 1989, — 46, — 2 С.5—248