

К АНАЛИЗУ СРЕДНЕГО ДОХОДА ДЛЯ МОДЕЛИ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ ХЭНДОВЕР-ВЫЗОВОВ К РАДИОРЕСУРСАМ СЕТИ LTE

Маркова Е.В., Кушхов Х.А.

Российский университет дружбы народов, mkatyushka@mail.ru, xxxusikk@gmail.com

Построены четыре модели схем управления доступом к радиоресурсам сети LTE. Схемы основаны на приоритетном обслуживании хэндовер-вызовов. Предложены формулы для расчета величины среднего дохода, полученного для каждой модели. Ключевые слова: LTE, управление доступом, хэндовер-вызов, полученный доход.

Введение

В сетях подвижной связи 4-го поколения LTE двумя наиболее важными показателями качества обслуживания [1,2] в случае перегрузки сети являются вероятность блокировки нового вызова и вероятность прерывания хэндовер-вызова. В связи с тем, что абоненту сотовой подвижной связи выгоднее принять отказ в обслуживании при первой попытке установления соединения, чем столкнуться с разрывом соединения, хэндовер-вызовы являются более приоритетными по сравнению с новыми вызовами [3].

Схемы управления доступом для хэндовер-вызовов

Выделяют четыре схемы приоритетного управления доступом к ресурсам сети [2]:

1. схема с резервированием и приоритетным занятием зарезервированных ресурсов,
2. схема с резервированием и приоритетным занятием полностью доступных ресурсов,
3. схема с пороговым управлением для новых вызовов,
4. схема с вероятностным управлением для новых вызовов.

В докладе рассматривается сота сети LTE с пиковой пропускной способностью C единиц канального ресурса (ЕКР), на которую поступают два пуассоновских потока вызовов: хэндовер-вызовы с интенсивностью λ_H ($H=Handover$) и новые вызовы с интенсивностью λ_N ($N=New\ call$). Среднее время обслуживания вызовов любого типа равно μ^{-1} , без ограничения общности будем считать $\mu^{-1} = 1$. Пусть стоимость хэндовер-вызова равна $K > 1$, а стоимость нового вызова равна 1. Интенсивность среднего дохода, полученного оператором при применении схем управления доступом, основанных на приоритетном обслуживании хэндовер-вызовов, определяется по формуле:

$$H = K \cdot \lambda_H P\{x \notin B_H\} + 1 \cdot \lambda_N P\{x \notin B_N\}, \quad (1)$$

где x – вектор, описывающий состояние системы в некоторый момент времени, а B_H и B_N – множества блокировок хэндовер и новых вызовов соответственно.

Расчет среднего дохода

Первый тип схем управления доступом – схемы с резервированием некоторого числа ресурсов R для обслуживания хэндовер-вызовов (рис. 1.а, 1.б).

Для схемы 1 при приоритетном занятии зарезервированных ресурсов поступающие в систему хэндовер-вызовы сначала занимают выделенные зарезервированные ресурсы, а только затем ресурсы, доступные для вызовов обоих типов (рис. 1.а). Обозначим число занятых зарезервированных ЕКР m_R ($R=Reserved$), а число занятых полностью доступных ЕКР m_F ($F=Fully\ accessible$). Состояние модели описывает вектор (m_R, m_F) в пространстве состояний

$$X_1 = \left\{ (m_R, m_F) : m_R = \overline{0, R}, m_F = \overline{0, C-R} \right\}. \quad (2)$$

Средний доход при использовании схемы 1 определяется по формуле:

$$H_1 = K\lambda_H \left(\sum_{m_R=0}^{R-1} \sum_{m_F=0}^{C-R} \pi_1(m_R, m_F) + \sum_{m_F=0}^{C-R-1} \pi_1(R, m_F) \right) + 1\lambda_N \sum_{m_R=0}^R \sum_{m_F=0}^{C-R-1} \pi_1(m_R, m_F), \quad (3)$$

где $\pi_1(m_R, m_F)$, $(m_R, m_F) \in X_1$ – стационарное распределение вероятностей, которое не представимо в мультипликативном виде и находится численно.

Для схемы 2 при приоритетном занятии полнодоступных ресурсов поступающие в систему хэндовер-вызовы сначала занимают ресурсы доступные для вызовов обоих типов, а только затем зарезервированные (рис. 1.6). Обозначим общее число обслуживаемых вызовов n . Тогда пространство состояний модели имеет вид

$$X_2 = \{n : 0 \leq n \leq C\}.$$

Средний доход при использовании схемы 2 определяется по формуле:

$$H_2 = K\lambda_H \sum_{n=0}^{C-1} \pi_2(n) + 1\lambda_N \sum_{n=0}^{C-R-1} \pi_2(n), \quad (4)$$

где $\pi_2(n)$, $n \in X_2$ стационарное распределение вероятностей

$$\pi_2(n) = \frac{(\lambda_H + \lambda_N)^n}{n!} \pi_2(0), \quad n = \overline{1, C-R}, \quad (5)$$

$$\pi_2(n) = \frac{\lambda_H^{n-C+R} (\lambda_H + \lambda_N)^{C-R}}{n!} \pi_2(0), \quad n = \overline{C-R+1, C}.$$

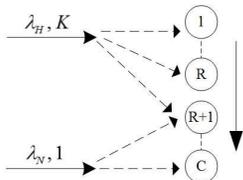


Рис. 1.а. Схема с резервированием и приоритетным занятием зарезервированных ресурсов

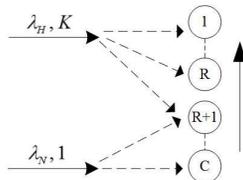


Рис. 1.б. Схема с резервированием и приоритетным занятием полнодоступных ресурсов

Второй тип схем – схемы с функциональным управлением для новых вызовов. Новые вызовы принимаются на обслуживание в соответствии с некоторыми правилами приема, определенными схемой доступа (рис. 2.а, 2.б).

Рассмотрим схему 3, обозначим k – максимальное число новых вызовов, которые могут быть приняты в систему на обслуживание (рис. 2.а). Пусть n_H – число обслуживаемых хэндовер-вызовов, а n_N – число новых вызовов. Состояние системы описывает вектор (n_H, n_N) в пространстве состояний

$$X_3 = \{(n_H, n_N) : n_H \geq 0, n_N \geq 0, n_N \leq k, n_H + n_N \leq C\}. \quad (6)$$

Средний доход при использовании схемы 3 определяется по формуле:

$$H_3 = K\lambda_H \sum_{n_N=0}^k \sum_{n_H=0}^{C-n_N-1} \pi_3(n_H, n_N) + 1\lambda_N \sum_{n_N=0}^{k-1} \sum_{n_H=0}^{C-n_N-1} \pi_3(n_H, n_N), \quad (7)$$

где $\pi_3(n_H, n_N)$, $(n_H, n_N) \in X_3$ стационарное распределение вероятностей

$$\pi(n_H, n_N) = \frac{\lambda_H^u \lambda_N^{n_N} \pi_3(0,0), (n_H, n_N) \in X_3}{n_H! n_N!} \quad (8)$$

Рассмотрим схему 4, пусть новые вызовы принимаются на обслуживание с определенной вероятностью $p_n, n = \overline{0, C-1}$, зависящей от количества текущих вызовов в системе n (рис.2.б). Пространство состояний модели имеет вид $X_4 = \{n : 0 \leq n \leq C\}$.

Средний доход при использовании схемы 4 определяется по формуле:

$$H_4 = \sum_{n=0}^{C-1} (K\lambda_H + 1\lambda_N p_n) \pi_4(n), \quad (9)$$

где $\pi_4(n), n \in X_4$ стационарное распределение вероятностей

$$\pi_4(n) = \frac{\prod_{i=0}^{n-1} (\lambda_H + \lambda_N p_i)}{i!} \pi_4(0), \quad n = \overline{1, C}. \quad (10)$$

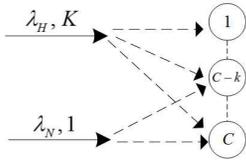


Рис. 2. а. Схема с пороговым управлением для новых вызовов

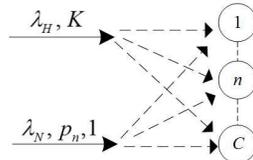


Рис.2.б. Схема с вероятностным управлением для новых вызовов

Выводы

В докладе представлены результаты численного анализа, направленного на определение схемы, позволяющей получить максимальный доход.

Литература

1. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. Сети мобильной связи LTE. Технологии и архитектура. – М.: Эко-Трендз, 2010. – 284 с.
2. Schneps-Schneppe M., Iversen V. B. Call Admission Control in Cellular Networks // The 6th meeting of COST IC0906 WiNeMO: Wireless Networking for Moving Objects. – November 2012. – Pp.1-10.
3. Гайдамака Ю.В., Заринова Э.Р., Самуйлов К.Е. Модели обслуживания вызовов в сети сотовой подвижной связи: Учебно-метод. пособие. – М.: Изд-во РУДН, 2008. – 72 с.

ON ANALYSIS OF MEAN REVENUE FOR RADIO ADMISSION CONTROL SCHEME MODEL FOR HANDOVER CALLS IN LTE NETWORK

Markova E.V., Kushhov H.A.

Peoples' Friendship University of Russia, mkatyushka@mail.ru, xxxusikk@gmail.com

Constructed four models schemes admission control to network LTE resources. Schemes are based on the service priority handover calls. Formulas are proposed for the calculation of the income revenue for each model.

Key words: LTE, radio admission control, handover calls, income revenue.