

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ПЕРЕДАЧИ ОБСЛУЖИВАНИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ К МОБИЛЬНОСТИ И НАГРУЗКЕ**

**Бондаренко Е.И., Кравчук С.А.**

*Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ», Украина*

*E-mail: ye.bondarenko@gmail.com*

### **Research of handover in wireless networks considering with mobility and load control requirements**

It is widely expected that next-generation wireless communication systems will be heterogeneous, integrating a wide variety of wireless access networks. Special interest is focused on combining of cellular networks (GSM/GPRS and WCDMA) and wireless local area networks (WLANs) to provide complementary features in terms of coverage, capacity and mobility support. It is considered that a heterogeneous network of the future will be based on cellular / WLAN interworking and analysis of complex handover traffic rates in the system is one of the most essential issues.

При построении универсальных гетерогенных сетей все большее значение приобретают беспроводные сети связи. Ключевой особенностью таких сетей является поддержание мобильности абонентов. На сегодняшний день известно много различных технологий радиодоступа, положение которых в гетерогенной сети следующего поколения будет только укрепляться. Стремление пользователей к абсолютной свободе порождает множество мобильных сервисов и услуг. Одной из основных процедур по обеспечению мобильности выступает процедура передачи обслуживания (ПОб). Постоянно растущая потребность в большей скорости передачи, обработке большего количества данных с предоставлением максимально возможных показателей качества дает толчок к постоянному совершенствованию и разработке новых сетей и технологий, что в свою очередь приводит к постоянному улучшению механизмов обеспечения мобильности, и как следствие механизмов реализации процедуры ПОб [4].

Разнообразие типов современного трафика и различных сервисов предполагает наличие эффективных механизмов по обеспечению ПОб. Целью данной работы является усовершенствование математических методов анализа процедуры ПОб как альтернативы практическому моделированию, где при их корректном применении можно будет улучшить эффективность управления ресурсами сети в целом.

Каждый с моделируемых сетевых узлов будет представлен в виде системы массового обслуживания для оценки показателей качества QoS, таких как вероятности блокирования вызова, вероятности потери вызова передачи обслуживания и определения приема вызова и распределения ресурсов. Анализ системных характеристик и оценка производительности взаимодействия в

гетерогенных беспроводных сетях будет произведена на основании методов иерархических сотовых сетей.

Большинство предшествующих исследований акцентировали внимание на разработке межсетевых архитектур. Организация сетевого обмена рассматривается с точки зрения выбора доступа, контроля безопасности, управления мобильностью и др. Высоко детализированное моделирование в специальных программных пакетах является очень сложным и не всегда реализуемым, особенно при исследовании разнообразных систем при определении вероятностей редких событий и нахождении значений устойчивых состояний [1].

Именно для преодоления данных ограничений при моделировании следует разработать некоторые аналитические методы для общего анализа интеграции сотовых сетей и локальных беспроводных сетей связи. Главным преимуществом этого подхода будет возможность добавления ряда численных методов по оптимизации сети и избежание ошибок, внесенных каким-либо программным продуктом при моделировании [2].

Как уже упоминалось ранее, работа проводится на основании теории сетей массового обслуживания (СМО), которая является мощным математическим инструментом при оценке производительности многих крупномасштабных инженерных систем и широко применяется в сфере телекоммуникаций. Самая сеть будет представлена в виде группы узлов, каждый с которых представляет собой «услугу». В общем случае абоненты могут появляться и уходить из системы в любом из узлов. Таким образом, клиенты могут свободно входить в систему, выходить из нее, двигаться внутри от одного узла к другому. Причем характер их движения – случайный, то есть они могут двигаться не обязательно по определенным путям, уходить из системы со случайных узлов, возвращаться назад или вообще не покидать систему.

Важным способом оценки мобильности является использование показателя трафика ПОб в процентном соотношении от нового трафика по следующей формуле:

$$\lambda_n = \frac{n}{\mu} \lambda_l = v \lambda_l$$

Где,  $\lambda_n$  - показатель трафика ПОб;  $\lambda_l$  – показатель общего количества звонков в соте;  $v$  – параметр, который определяет среднее количество трафика ПОб на один вызов.

WLAN в силу своей зоны работы внутри помещений имеет свойство «низкой» мобильности, в то время как мобильность пользователей в сети сотового покрытия намного выше и в случае их наложения поведения мобильности несколько осложняется. Таким образом несложные математические расчеты представления мобильности в среде сотовой связи несколько усложняются использованием «тяжелых» коэффициентов в выражениях, что заметно усложняет анализ. В качестве решения предложено использование двухступенчатого гиперэкспоненциального распределения для аппроксимации времени пребывания пользователей в сети WLAN. Согласно

ему функция плотности вероятности времени пребывания пользователя внутри WLAN определяется:

$$f_{T_r^w}(t) = \frac{a}{a+1} \frac{1}{\frac{1}{a} * \frac{1}{\eta^w}} e^{-a\eta^w t} + \frac{1}{a+1} \frac{1}{a * \frac{1}{\eta^w}} e^{-\frac{\eta^w}{a} t} \quad a \geq 1, \quad t \geq 0$$

Где  $a$  – параметр изменения мобильности;  $\frac{1}{\eta^w}$  – численное значение длительности  $T_r^w$  нахождения пользователя внутри зоны WLAN.

Исходя из этого выражения большая часть мобильных абонентов  $\frac{a}{a+1}$  остается в зоне покрытия сети WLAN на время  $\frac{1}{a} * \frac{1}{\eta^w}$ , в то время как меньшая часть  $\frac{1}{a+1}$  имеет «время жизни»  $\frac{1}{a * \eta^w}$ .

Аналитические методы позволяют обеспечить многокритериальную оценку сети и оптимизацию процедур передачи обслуживания в условиях интеграции беспроводных сетей. Адекватность предложенных методов будет проверена программными средствами моделирования и может использоваться для дальнейших исследований, не ограничиваясь показателями мобильности и типом трафика.

Таким образом с помощью применения теории СМО получено модель сети на базе очередей для оценки потоков трафика в гетерогенной беспроводной сети. Для упрощения анализа трафика ПОБ была улучшена схема сетевой топологии, предложенная в работе [3], которая позволяет эффективно преобразовывать абстрактные потоки трафика в четкое графическое представление, а затем в решаемую систему уравнений и предложено новый аналитический подход в оценке параметров качества QoS на базе использования Марковских процессов.

### Литература

1. R. Srikant and W. Whitt, Simulation run lengths to estimate blocking probabilities, ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, Vol. 6, no. 1, pp. 7-52, January 1996
2. D. E. Everitt, Traffic engineering of the radio interface for cellular mobile networks, Proc.IEEE, vol. 82, no. 9, pp. 1371-1382, September 1994
3. Guozhi Song. Queueing Networks for Vertical Handover: diss..Ph.D.- London, 2009.- 120 pages.
4. Jaydip Sen. “Mobility and Handoff Management in Wireless Networks”, Book Chapter in “Trends in Telecommunications Technologies”, Christos. J. Bouras (Ed.), INTECH Publishers, Croatia, March, 2010. Chapter 22, pp. 457- 484.