

СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ ЧИСЛА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ

Н. Богомолова¹, О. Денисьева¹, А. Гобземис²

¹*Московский технический университет связи и информатики
ул. Авиамоторная 8а, Москва, 111024, Россия
E-mail: riga@nateks.ru*

²*Рижский технический университет
Калкю 1, Рига, LV-1658, Латвия
Тел. (+371) 9775576. E-mail: gobzemis@edi.lv*

В отличие от традиционного проектирования мобильных сетей связи в настоящей работе предлагается проектирование с учетом структурного состава пользователей с различными свойствами создаваемой ими нагрузки. На основании наблюдений за нагрузкой мобильных сетей связи были выделены три категории пользователей, воздействия которых на сеть принципиально различны: “несознательные” (с большим количеством коротких разговоров и SMS), “бизнес-пользователи” (с небольшим числом более длинных разговоров) и “традиционные”, делающие более редкие вызовы, но с большой длительностью.

Наибольшее влияние на пропускную способность сети оказывают “несознательные” пользователи, создающие большие нагрузки на устройства управления сетью. При этом доля оплачиваемой ими нагрузки мала. В работе предлагается уменьшить их влияние за счет заключения многоуровневых соглашений о качестве обслуживания (*SLA – Service Level Agreement*). Эти соглашения будут устанавливать определенный гарантированный объем услуг. За его неиспользование пользователям будут предлагаться дополнительные возможности, а за перерасход будет взиматься дополнительная плата.

Рекомендации, приведенные в работе, основаны на вычислении интегрального показателя оценки пропускной способности мобильной сети. Справедливость теоретического обоснования подтверждена имитационным моделированием на основе методов Монте Карло [4].

Ключевые слова: мобильные сети связи, качество обслуживания, имитационное моделирование.

1. ВВЕДЕНИЕ

Целью исследования является выработка рекомендаций по управлению мобильной сетью связи для обеспечения доступа (*access*) пользователей к любым услугам сети и одновременного увеличения их числа при обеспечении требуемого качества обслуживания [1].

В данной работе основное внимание уделяется влиянию различных групп пользователей на пропускную способность сети, а также предлагается уменьшить их влияние друг на друга за счет введения многоуровневого обслуживания для пользователей различных категорий. В многоуровневом соглашении о качестве обслуживания *SLA (Service Level Agreement)* между владельцем и пользователем должна быть определена зависимость качества обслуживания от суммы ежемесячных выплат. За определенную ежемесячную плату будет установлен определенный объем услуг, а за перерасход будет взиматься дополнительная плата. При введении определенных ограничений необходимо предложить пользователям дополнительные возможности. Увеличение пропускной способности позволит владельцу сети подключить большее число абонентов.

2. УЧЕТ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

При проектировании и прогнозировании нагрузок особое внимание уделяется пропускной способности сети связи. При функционировании сети процессы, происходящие в информационной сети (ИС), передающей полезную информацию, влияют на процессы, происходящие в сигнальной сети (СС), передающей служебную информацию, и наоборот. Так, увеличение потока заявок на соединения в ИС приводит к увеличению загрузки СС и, как следствие, к увеличению времени установления соединения. Но при этом увеличение времени

установления соединения приводит к возрастанию нагрузки на информационную сеть за счёт более долгого времени предварительного бронирования информационных каналов.

Для качественного обслуживания пользователей мобильной сети между временем занятия каналов в ИС и временем установления соединения в СС должно существовать определённое соотношение, которое необходимо соблюдать при эксплуатации сети. В работе [2] для оценки отношения информационной и сигнальной нагрузок, создаваемых потоком заявок между любыми двумя узлами коммутации (УК) в сети, например $УК_f$ и $УК_n$, было введено понятие коэффициента отношения информационной нагрузки к сигнальной – ψ_{fn} . Коэффициент ψ_{fn} равен отношению среднего времени занятия информационного пути к среднему времени установления соединения по сигнальному пути в данном направлении. Зная коэффициенты ψ_{ij} ($i, j=1, M$, где M – число УК в сети) для всех пар корреспондирующих узлов сети, можно получить интегральное значение коэффициента ψ для всей сети. Этот коэффициент определяет баланс нагрузок в ИС и СС.

В мобильных сетях, в отличие от фиксированных сетей, наблюдается более резкое изменение характеристик создаваемой пользователями нагрузки [2]. В частности, в этих сетях чаще возникают перекосы нагрузки, вызванные стохастическими перемещениями пользователей по зонам покрытия сети и их подключениями к разным Mobile Switching Centers. Может также происходить резкое увеличение или уменьшение интенсивности вызовов и средней длительности разговоров, вызванное непродуманной тарифной политикой операторов. При этом изменяется коэффициент ψ , отражая тем самым изменения в работе сети. Коэффициент ψ зависит также от величины поступающего на сеть потока заявок на предоставление основных и дополнительных услуг, от вероятностей занятости и неответа пользователей, от наличия в сигнальном пути звеньев (links) через ИСЗ (satellite), от средней длительности одного сигнального сообщения и т. д.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНОЙ СЕТИ

Пользователей мобильной сети можно условно разделить на группы, каждая из которых характеризуется собственными параметрами создаваемой нагрузки и рядом других особенностей. На основании наблюдений за нагрузкой [2] были выделены три группы пользователей мобильных сетей, которые условно назовем «несознательные», «бизнес-пользователи», и «традиционные» (табл. 1).

Таблица 1

Группы пользователей	Несознательные	Бизнес-пользователи	Традиционные
Параметры нагрузки			
Среднее время разговора (сек)	4	30	60
Среднее время ожидания ответа пользователя (сек)	2	10	10
Среднее количество вызовов от пользователя в часы наибольшей нагрузки (ЧНН)	7	3	1
Дополнительные услуги	короткие сообщения (SMS) (3 в ЧНН)	удержание вызова, переадресация	-
Коэффициент ψ	15	150	300

На первом месте в таблице стоит группа «несознательных» пользователей. Именно за эту группу в настоящее время идет борьба между владельцами сети. Появление данной группы обусловлено тем, что владельцы сотовой связи не тарифицируют первые несколько секунд соединения, чем пользуются данные пользователи, производя совершенно бесплатно несколько коротких вызовов. Для такой группы характерно очень небольшое среднее время разговора (менее пяти секунд) и очень высокая интенсивность вызовов (7 вызовов от одного пользователя в ЧНН). Пользователи этой категории также активно используют службу коротких сообщений SMS.

Вторая группа – «бизнес – пользователи». Она характеризуется средней длительностью разговора (в среднем 30 сек) и большим числом вызовов от пользователя в ЧНН. Для данной категории характерно активное использование дополнительных услуг (наиболее часто используется удержание вызова и переадресация).

Группа «традиционных» пользователей характеризуется малой интенсивностью вызовов (1 вызов в ЧНН) и большой средней длительностью разговора (одна минута). Для данной категории пользователей не характерно использование дополнительных услуг.

4. МОДЕЛИРОВАНИЕ

Возможность использования коэффициента ψ для оценки пропускной способности мобильной сети подтверждена имитационным моделированием, основанным на известном методе Монте Карло [4]. Созданная модель отображала процессы передачи сигнальных единиц CE (SU – signaling unit) в СС с учетом механизмов буферизации, проверки ошибок, контроля перегрузок.

Топология сети задавалась с помощью матриц, определяющих количество информационных и сигнальных каналов между УК (узлами коммутации), одновременно являющимися пунктами сигнализации (переприема) в СС. В работе предполагался связанный режим работы СС. Пункты сигнализации характеризовались временем обработки в них сигнальных единиц, размером буфера и величинами «порогов». Каналы СС характеризовались скоростью передачи информации. При моделировании учитывались механизмы, обеспечивающие безошибочную передачу CE, также предполагалось отсутствие искажений и потерь информации в каналах. Межузловая нагрузка определялась матрицей тяготения в сети ИС. Отдельно задавалась матрица тяготения по SMS.

Объектом моделирования в данной работе выступала мобильная сеть, состоящая из двух транзитных узлов коммутации и ряда оконечных узлов коммутации (УК). При расчете величины выборки необходимая относительная погрешность результатов принималась равной 0,01 с достоверностью 0,95.

Основными результатами являлись:

1) для каждой пары УК:

- общее количество посланных SMS,
- количество дошедших SMS,
- количество попыток установления соединения,
- количество успешно установленных соединений,
- среднее время установления соединения,
- среднее время занятия информационной сети;

2) для каждого звена сигнализации:

- количество переданных CE,
- количество отказов для телефонных вызовов (как из-за отсутствия информационных каналов, так и из-за перегрузки звена (link) сигнализации),
- количество отказов по SMS,
- количество потерянных CE (из-за переполнения буферов).

По данным, полученным в ходе процесса моделирования, рассчитывались следующие параметры:

- процент отказов в СС (с разбиением по причинам отказов) и ИС;
- коэффициент ψ для вызовов между каждой парой УК.

Затем рассчитывался интегральный коэффициент ψ для всей сети, а также доля отказов для всех поступивших на сеть вызовов.

Моделирование показало, что при увеличении числа «несознательных» пользователей нагрузка на информационные каналы возрастает не столь существенно, производительность ИС достаточна для ее обслуживания, поэтому отказы в ИС не возникали. В СС ситуация обратная: при увеличении числа «несознательных» пользователей появляются отказы, вызванные срабатыванием «порогов» из-за переполнения буферов в СС. Коэффициент ψ при этом падает, отражая то, насколько непропорционально пользователи данной категории нагружают ИС и СС. Такая ситуация еще больше усугублялась при использовании пользователями службы SMS. В этом случае даже при первоначальном количестве пользователей доля отказов в СС очень велика. Коэффициент ψ при этом становится еще меньше, отражая сложившуюся ситуацию. Очевидно, что «несознательные» пользователи чрезвычайно сильно нагружают СС, недогружая ИС, о чем свидетельствует резкое уменьшение коэффициента ψ .

При увеличении числа «традиционных» пользователей возникает ситуация, обратная случаю с «несознательными» пользователями: при их росте перегрузки в СС не возникают, ее производительности оказывается достаточно. Следует отметить, что если сравнивать «традиционных» и «бизнес-пользователей», то при постепенном росте их числа «бизнес-пользователи» быстрее загружают ИС и быстрее начинают получать отказы из-за нехватки информационных каналов. В отличие от «бизнес-пользователей» при росте количества «традиционных» пользователей в сети наблюдалось некоторое увеличение коэффициента ψ . Его поведение в очередной раз адекватно отражало изменения в характеристиках поступающей на сеть нагрузки, так как «традиционные» пользователи в основном нагружали ИС.

Также было проведено исследование зависимости коэффициента ψ и процента потерь в ИС и СС при одновременном росте числа пользователей всех категорий. В этом случае перегруженными оказывались обе сети. Сначала перегрузки наступили в СС, здесь свою лепту внесли «несознательные» пользователи, затем не выдержала и ИС, и количество отказов из-за отсутствия информационных каналов начало быстро расти.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно сделать вывод, что каждую категорию пользователей характеризует свой собственный коэффициент ψ . При увеличении/уменьшении в сети количества пользователей определенного типа, коэффициент ψ для данной сети начинает изменяться, тем самым отражая происходящие в ней процессы. Коэффициент ψ должен рассчитываться при проектировании сети, а во время ее эксплуатации за ним должны вестись постоянные наблюдения.

Для уменьшения перегрузок в ИС и СС от пользователей различных категорий в соответствии с подходом, при котором различным категориям пользователей предоставляются разные уровни обслуживания, необходимо разрабатывать специальные тарифные планы, учитывающие поведение пользователя.

Данный подход позволит гармонизировать поведение групп пользователей, что приведет к увеличению пропускной способности мобильных сетей связи и позволит владельцу сети подключать новых абонентов.

Литература

- [1] Gobzemis A., Denisieva O. Optimization of the structure of communication networks using QoS criterion. In: *Proceedings of the 4th International Seminar on Network Systems and Technologies*, Moscow, Russia, 17-19 September, 2003, pp75-78.
- [2] Bogomolova N.E. Capacity of signaling path in Integrated Services Digital Network analysis, *Electrosvyaz*, Nr.3, 2003, pp. 41-43.
- [3] Mobile Application Part (MAP) Specification (3G TS 29.002, Version 3.3.0, Release 99).
- [4] Hammerslei J.M., Handscomb D.C. *Monte Carlo methods*. London: Methuen, 1967.