

УДК 621.373.42

О.И. Кадацкая, С.А. Сабурова

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков*

## МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА УСЛУГ НОВЫХ ПОКОЛЕНИЙ

*Проведено исследование основных методов контроля параметров качества и экспериментальные испытания измерений в сети IMS услуг 3-4G.*

**Ключевые слова:** тестовые измерения, контроль, услуги 3-4G, параметры качества, QoS, IMS.

### Введение

Тестовые измерения и контроль показателей качества операторы связи могут проводить как своими силами, так и с задействованием на договорных основах аккредитованных в установленном порядке органов по оценке соответствия (испытательных лабораторий). Наряду с общими показателями качества услуг мобильной связи новых поколений выделим три показателя для измерения которых необходимы специальные технические средства, а именно: процент неуспешных вызовов (для национальных вызовов); процент вызовов, которые соответствуют нормам по времени соединения (для национальных вызовов); процент установленных вызовов, которые закончились преждевременным разрушением соединения не по инициативе абонента (для национальных вызовов).

### Результаты исследований

#### 1. Технологии тестовых измерений услуг новых поколений

Необходимо остановиться на особенностях проведения тестовых измерений и особенностях методах контроля предоставляемых услуг новых поколений. Величины, характеризующие показатели качества носят случайный характер и для их достоверного измерения необходимо проведение большого количества испытаний с последующей статистической обработкой. Например, для достоверного (с погрешностью не более 10%) измерения случайной величины с граничным уровнем 0.05 (5%) необходимо проведение не менее 7 000 тестовых испытаний. А именно такие граничные уровни установлены для таких важных показателей как коэффициенты: неготовности, недоступности мобильной сети, а также проценты: недоставленных и разорванных СМС не по инициативе абонента соединений. При этом не менее 7 000 тестовых испытаний необходимо провести в сети каждого оператора. Уменьшение количества испытаний приводит к снижению достоверности полученного результата.

На практике тестовые измерения параметров качества предоставления услуг мобильной связи осуществляется путем совершения тестовых звонков с помощью специальных терминалов под управлением специализированного измерительного комплекса. Для каждого испытания фиксируются время звонка, точные географические координаты места совершения звонка, время регистрации в сети и время установления соединения, уровень сигнала на входе терминала и ряд других параметров, которые записываются в файл для последующей обработки. Кроме тестовых звонков в режиме передачи голосовой информации производятся передачи тестовых СМС и тестовые подключения к сети с коммутацией пакетов. Все эти испытания должны проходить по всей территории покрытия мобильной сети.

#### 2. Стандарты мобильной связи 3-4G

В целом для реализации систем 3-4G разработаны рекомендации по глобальным унифицированным стандартам мобильной связи:

- обеспечение качества передачи речи, сравнимого с качеством передачи в проводных сетях связи;
- обеспечение безопасности, сравнимой с безопасностью в проводных сетях;
- обеспечение национального и международного роуминга;
- поддержка нескольких местных и международных операторов;
- эффективное использование спектра частот;
- пакетная и канальная коммутация;
- поддержка многоуровневых сотовых структур;
- взаимодействие с системами спутниковой связи;
- поэтапное наращивание скорости передачи данных.

#### 3. Услуги мобильных сетей 3-4G

Сервис – совокупность дополнительных услуг представляемых фирмой клиентам в процессе продажи и послепродажного обслуживания с целью максимального удовлетворения потребителей. Каче-

ство обслуживания это и есть составная часть сервиса, основа дополнительных услуг, которые предоставляются клиенту. Сервисные услуги, предоставляемые в мобильных сетях можно разделить на потребительские и технологические услуги [2].

Потребительские услуги – это все дополнительные услуги.

Технологические услуги – это услуги, которые непосредственно связаны с возможностью стандарта связи, в котором работает компания-оператор.

Конвергенция сетей и услуг связи предполагает интеграцию сетей с коммутацией каналов и пакетов, передачу в одной сети голоса, видео и данных, независимость от устройств и прозрачность сервисов, поддержку коллективной работы с применением различных приложений по технологии IP по сетям новых поколений 3-4G.

Анализируя услуги в области мобильной связи, предоставляемые операторами технологии 3-4G, в первую очередь, необходимо учесть базовые услуги, сохранившиеся из сетей, работающих по стандарту GSM.

Переход к IP-сетям новых поколений на базе мобильных сетей семейства GSM осуществляется по следующим этапам:

1. Развертывание системы общей пакетной передачи данных радиointерфейсов GSM (GPRS) для предоставления услуг доступа с подвижного терминала к сетям пакетной передачи данных, важнейшие из которых базируются на протоколах TCP/IP.

2. Реализация режима высокоскоростной передачи данных для сетей GSM (EDGE) со скоростью передачи данных до 384 кбит/с.

3. Внедрение усовершенствованной технологии создания мобильных приложений (CAMEL) для осуществления глобального роуминга к пакету абонентского обслуживания услуг интеллектуальной сети (IN).

#### **4. Интеграция с системами 3-4-го поколений**

Операторы систем 3-4G должны удовлетворять таким требованиям:

– организация автоматического роуминга между региональными сетями 3-4G [31];

– обеспечение условий «прозрачной» передачи межсистемного трафика;

– гарантирование необходимого уровня информационной и технической безопасности;

– создание собственных сервисных центров для решения вопросов технического обслуживания и ремонта базового и абонентского оборудования 3-4G, а также метрологического обеспечения;

– создание абонентских отделов, которые осуществляют программирование и подключение абонентских терминалов к сетям 3-4G;

– создание подразделов для выполнения монтажных, пусконаладочных, регламентных и ремонтно-восстановительных работ на объектах инфраструктуры 3-4G;

– взаимодействие с операторами сетей связи общего пользования на основе их конвергенции [1].

#### **5. Показатели и параметры качества общедоступных услуг связи**

Качество услуг сетей связи оценивается такими безразмерными величинами, как «доступность связи», «непрерывность связи», «полнота услуги», «непрерывность услуги», «доступность услуги» и др.

Показатели и параметры качества общедоступных услуг основываются на требованиях системы QoS (Quality of Service) :

– требования потребителя (абонента) к качеству услуг;

– качестве услуг, которые предлагаются поставщиком;

– высшим качеством услуг, которые могут быть достигнуты поставщиком;

– качестве услуг, приемлемых для потребителя (абонента).

Последовательность расчета интегрального показателя отвечает структуре системы показателей и параметров качества услуг МС и этот расчет осуществляют в следующем порядке:

– измерение или сбор параметров для расчета значений единичных показателей качества (по представленным группам);

– оценка (расчет) значений единичных показателей качества;

– оценка (расчет) значений обобщенных показателей качества;

– оценка (расчет) значений интегрального показателя качества.

#### **6. Особенности тестовых измерений параметров качества услуг новых поколений**

По результатам испытания качества услуг новых поколений для оценки показателей качества, статистика должна быть рассчитана с учетом:

– измерений на всем реальном трафике или:

– измерений на реальном трафике для исходящих вызовов в репрезентативной совокупности базовых станций к репрезентативной совокупности адресатов или:

– тестовых вызовов в репрезентативной совокупности базовых станций или отдельных сетей к репрезентативной совокупности назначений или:

– комбинации приведенных выше вариантов.

Приведенные выше методы тестирования услуг имеют различные преимущества и недостатки. Ис-

пользование тестовых вызовов часто стоит дорого. Наблюдения, основанные на сигнальной информации, могут быть дешевле, но уступают в надежности.

С помощью тестовых (контрольных) вызовов можно оценить показатели доступности, например «время завершения вызова». Для проведения испытания качества услуг контрольные вызовы выполняют на автоответчики, которые подключены к сетям связи. Эксперты фиксируют успешные и неуспешные вызовы. Полученные результаты контрольных вызовов заносятся экспертами в специальные формы.

Внешним средством может быть обмен данными статистики с администрациями других операторов международных и национальных сетей.

Для обработки указанной информации должны использоваться статистические методы. Для обработки статистических данных должен избираться период времени за который обрабатывают результаты. При этом статистика базируется на результатах измерений недельного или месячного срока, с отвержением детальных данных и использованием статистического метода для смешивания недельных и месячных результатов.

### 7. Параметры тестирования и контроля показателей качества предоставления доступа к сети оператора мобильной связи

Параметрами тестирования и контроля показателей качества предоставления доступа к сети оператора мобильной связи являются:

**Коэффициент неготовности радиосети**  $K_{НГРС}$  – часть случаев, когда услуга МС не может быть предоставлена пользователю.

$$K_{НГРС} = \frac{N_{пдн}}{N_{пд}}, \quad (1)$$

где  $N_{пдн}$  – количество попыток доступа при неготовности сети МС;  $N_{пд}$  – общее количество попыток доступа за время испытания или отчетный период.

Если испытательный терминал работает в двух режимах (GSM/UMTS), оценивание коэффициента неготовности радиосети надо выполнять по отношению к технологии радиодоступа, которую использует испытательный прибор во время испытания.

**Коэффициент недоступности сети**  $K_{НДРС}$  – часть случаев, когда абонент не может выполнить успешную регистрацию в PLMN.

$$K_{НДРС} = \frac{N_{нпр}}{N_{пр}}, \quad (2)$$

где  $N_{нпр}$  – количество неуспешных попыток регистрации в PLMN;  $N_{пр}$  – общее количество попы-

ток регистрации за период испытаний или отчетный период.

**Коэффициент неуспешных попыток соединения с сетью с пакетной коммутацией**  $K_{НПС}$  – часть случаев, когда абонент не может осуществить успешное соединение с сетью с пакетной коммутацией:

$$K_{НПС} = \frac{N_{нпс}}{N_{псс}}, \quad (3)$$

где  $N_{нпс}$  – количество неуспешных попыток соединения с сетью с пакетной коммутацией;  $N_{псс}$  – общее количество попыток соединения за период испытаний или отчетный период.

**Время соединения с сетью с пакетной коммутацией** обозначается как  $T_{сс}$  – период времени, необходимый для соединения с сетью с пакетной коммутацией

$$T_{сс} = (t_{сс\_зав} - t_{сс\_зап}), \quad (4)$$

где  $t_{сс\_зав}$  – время завершения соединения с сетью;  $t_{сс\_зап}$  – время получения запроса на соединение с сетью.

**Обобщенный показатель качества услуги предоставления доступа к сети оператора.**

Обобщенный коэффициент качества подключения

$$K_{ОККП} = K_{НГРС} \times K_{НДРС} \times K_{НПС}. \quad (5)$$

### 8. Экспериментальные тестовые измерения в IMS сети для одного сервиса услуг мобильной связи 3-4G

При построении сервиса услуг новых поколений мобильной связи важно сохранить действующую интеллектуальную платформу, которая в значительной мере решает задачи быстрого создания и внедрения услуг независимо от используемых ресурсов.

При интеграции сервисов можно обеспечить настройки услуг в сетях 3-4G и Интернет на основе использования платформы IMS (IP-Multimedia Subsystems).

Платформа ИМС - многоцелевое решение, не зависящее от типа доступа и поддерживает проводной и беспроводной домены доступа, а брокер услуг согласовывает взаимодействие приложений, позволяет комбинировать существующие и новые услуги с помощью стандартизированных радиointерфейсов (рис. 1).

Пропускная способность для каждого сервиса далее в сравнении с максимально достижимой, т.е. полученная в IMS сети для одного сервиса (BEnetwork).

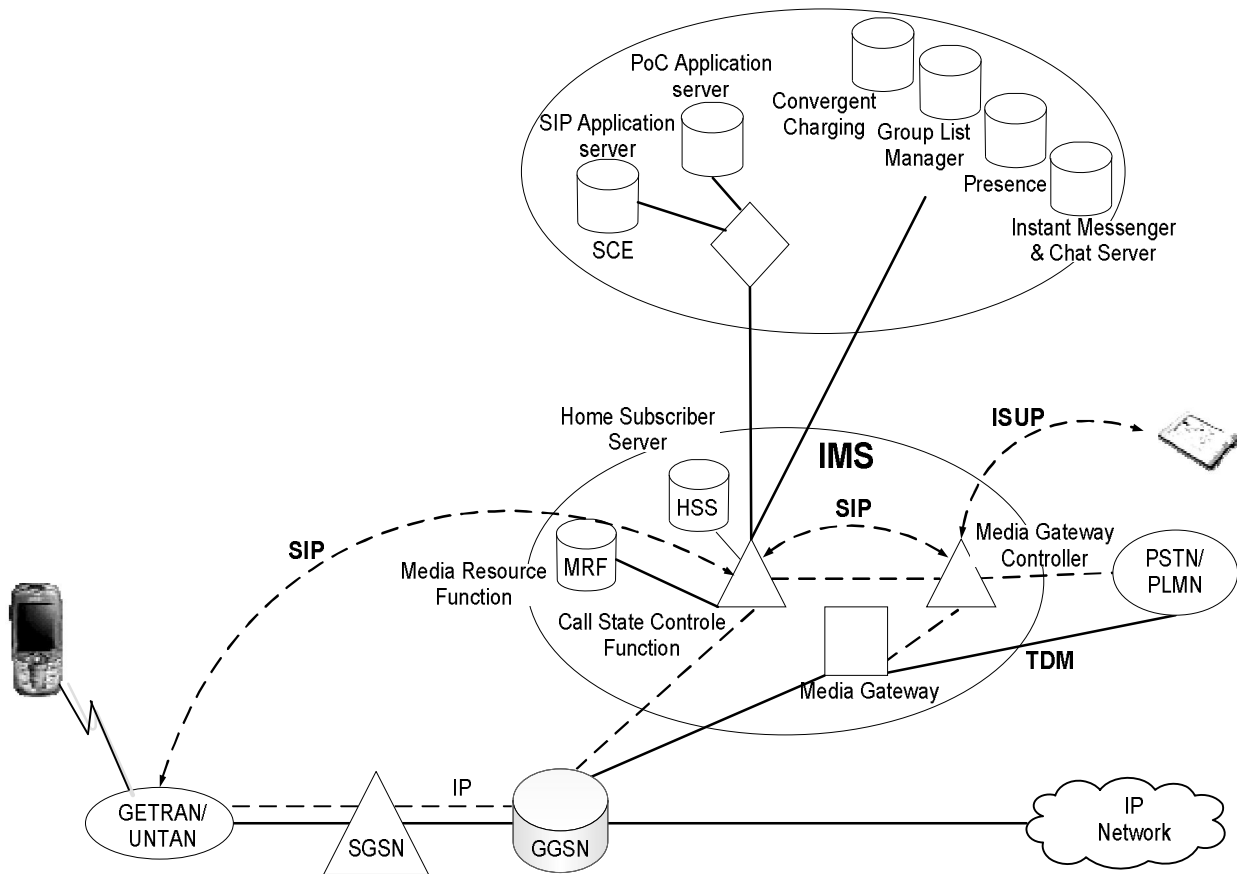


Рис. 1. Конвергентная архитектура сети на основе платформы IMS

Модели трафика в IMS сети включают:

- mix1: VoIP & real-time video;
- mix2: VoIP & mobile TV;
- mix3: VoIP & web surfing.

Пропускная способность определяется для каждого сервиса отдельно, как максимальное количество пользователей в ячейке среди которых 95% удовлетворены качеством сервиса.

Рассчитывается комбинированная пропускная способность, требуемая каждым удовлетворенным пользователем для всех сервисов одновременно.

Используется один и тот же пользовательский трафик для всех симуляций.

Все пользователи остаются в системе на время симуляции равное 30 секундам.

Отметим что пропускные способности видео и веб трафиков в табл. 1 близки к эталонным результатам.

Разрыв больше для мобильного ТВ. Пропускная способность VoIP в QoS сети также гораздо ниже эталонной.

Сравнительная пропускная способность в одно сервисном сценарии для IMS сети приведена в табл. 2.

Например, для веб-трафика, представлена средняя пропускная способность в 5% и 95%, как зависимость средней нагрузки ячейки в IMS и QoS сетях (рис. 2).

Таблица 1

Эталонная пропускная способность в BE и QoS сетях

Модель трафика	Сервис	BE сеть		QoS Сеть	
		Для сервиса	Комбинированная	Для сервиса	Комбинированная
Mix1	VoIP	14.56	14.25	152.85	14.07
	Видео	14.26		14.07	
Mix2	VoIP	6.36	6.34	164.29	6.53
	Мобильное ТВ	6.61		6.53	
Mix3	VoIP	2.05	2.05	145.66	6.6
	Веб серфинг	6.5		6.6	

Таблица 2

Сравнительная пропускная способность в одно сервисном сценарии для IMS сети

Сервис	Эталонная пропускная способность, Мб/с	Сервис	Эталонная пропускная способность, Мб/с
VoIP	231.0	Мобильное ТВ	10.19
Видео	16.8	Веб загрузки	7.43

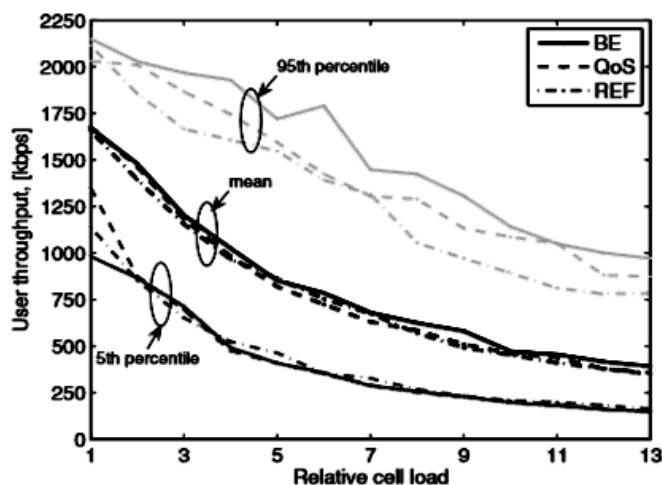


Рис. 2. Зависимость пропускной способности трафика в IMS и QoS сетях

При оценке качества предоставляемой услуги VoIP, если отсутствуют отложенные повторные передачи, пользователи с отложенными VoIP пакетами имеют абсолютный приоритет, который не имеет значения, если обрабатывается только VoIP трафик. Кроме того, ресегментация транспортных блоков, которые должны быть переданы повторно, может привести к тому, что некоторые транспортные блоки не несут VoIP пакеты и, таким образом, отнимают ресурсы у VoIP трафика в QoS сети.

### Выводы

Полная конвергенция услуг ознаменуется превращением Triple Play (видео, речь, передача данных) в Quad Play (видео, речь, передача данных + мобильность) и Multimedia Play путем присоединения функции подвижности и мультимедийности.

Система IMS действует в режиме коммутации пакетов, и основным протоколом сигнализации IP-технологий является SIP.

Расчет, анализ и оценка показателей качества услуг (QoS) проводится исключительно с использованием специализированного оборудования и осуществляется путем контроля степени искажения выходной информации (изображения, звука, передаваемых данных) по сравнению с эталонной.

При расчете показателей качества услуг мобильной связи должны использоваться статистические методы. При этом статистика должна быть рассчитана с учетом:

- тестовых измерений на всем реальном трафике;
- тестовых измерений на реальном трафике для исходящих вызовов в репрезентативной совокупности базовых станций к репрезентативной совокупности адресатов.

На примере эксперимента в данной работе следует отметить, что каналы пользователей допускаются при наибольшем ухудшении пропускной способности, когда приоритезируется VoIP трафик по отношению к другим типам трафика.

Процент потери от нуля до 15% для некоторых нагрузок. QoS снижает среднюю пропускную способность, по крайней мере, на 10% для максимальных нагрузок.

### Список литературы

1. Багатоканальний електрозв'язок та телекомунікаційні технології: підручник у 2-х частинах. Ч. 2 / О.В. Лемеико, В.А. Лошаков, В.В. Поповський, Сабурова С.О. та ін.; за заг. ред. проф. Поповського В.В.– Х.: ТОВ "Компанія СМІТ", 2010. – 470 с.
2. ITU-T Recommendation E.800 (09.08) Definitions of terms related to quality of service (Определение терминов, касающихся качества услуг).
3. Тихвинский В.О. Управление и качество услуг в сетях GPRS/UMTS / В.О. Тихвинский, С.В. Терентьев. – М.: Эко-Трендз, 2007 – 512 с.

Поступила в редколлегию 1.04.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук. проф. Ю.П. Мачехин, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

### МЕТОДИ ТЕСТУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ПОСЛУГ НОВИХ ПОКОЛІНЬ

О.Й. Кадацька, С.О. Сабурова

*Дослідження основних методів контролю параметрів якості та експериментальні випробування вимірювань в мережі IMS послуг 3-4G.*

**Ключові слова:** тестові вимірювання, контроль, послуги 3-4G, параметри якості, QoS, IMS.

### METHODS TESTING AND CONTROL PARAMETERS OF QUALITY SERVICES NEWS GENERATION

O.I. Kadackya, S.A. Saburova

*Research of base methods control parameters of quality and experimental test measurements in the IMS network of services 3-4G.*

**Keywords:** test measurement, control, services 3-4G, quality parameters, QoS, IMS.