

# Требования к показателям качества услуг и обслуживания абонентов в беспроводных сетях широкополосного доступа

Легков К.Е.,

Северо-Кавказский филиал МТУСИ, г. Ростов-на-Дону

Ввиду того, что обеспечение качества предоставляемых услуг в любой сфере всегда опиралось на государственную концепцию качества (Государственный стандарт), регламентируемую и проводимую в жизнь в области электросвязи государственными организациями, понятия "качество" и "повышение качества" имели всегда большое значение, даже в условиях монопольного владения рынком связи. В то же время сегодня данные понятия приобрели особый смысл и в связи с этим требуют новых подходов к эксплуатации сетей, что немислимо без грамотной организации контроля как самой сети, так и качества предоставляемых услуг. В первую очередь это связано с тем, что при поиске отказов, возникающих в современных системах передачи, наибольшее время тратится на выявление причин, которые связаны с характеристиками каналов связи, внутрисистемным и межсистемным взаимодействием, а также с непреднамеренными или преднамеренными действиями персонала или посторонних объектов. Поэтому в настоящее время необходимо прежде всего определить требования к показателям качества услуг и обслуживания пользователей в беспроводных сетях широкополосного доступа с учетом взаимосвязи (рис. 1) требований окружения и свойств объекта.

Требования к показателям качества услуг и обслуживания пользователей в беспроводных сетях широкополосного доступа задаются и оцениваются во взаимосвязи с показателями качества функционирования самих сетей и служб, приведенных в [1]. Установление связи между показателями качества функционирования сетей и служб в беспроводных сетях широкополосного доступа на основе

IP-технологий осуществляют на основе руководства по классам QoS для IP [2] и отображения рабочих параметров сети (службы) в параметры качества ее услуг на интерфейсе пользователь-пользователь [3] (табл. 1 и 2).

На интерфейсе "пользователь-пользователь" пользователи определяют требования к показателям качества услуг и оценивают уровень их выполнения.

Требования к показателям качества услуг и обслуживания пользователей доступа необходимо задавать и оценивать во взаимосвязи с полнотой решения архитектуры сетей беспроводного доступа следующих вопросов:

- поддержка сквозных услуг, управление вызовами, мобильность пользователя в неоднородных сетях;

- функциональное определение взаимодействующих с сетью беспроводного доступа оконечных устройств на основе способов модернизации программного обеспечения, резервирования и разработки недорогих оконечных устройств, согласования версий и управления;

- сквозное качество обслуживания.

Для решения этих вопросов необходимо определить способы, которые позволяют различным оконечным системам прийти к согласию по вопросу сквозного качества обслуживания (QoS) для того или иного вызова, а также способы использования наборов параметров протокола верхнего уровня для управления нижним уровнем и механизмами QoS для уровней транспортировки и доступа.

В отношении сквозного QoS в сетях беспроводного доступа необходимо учитывать следующие аспекты:

- определение класса сквозного QoS для телефонии;

- принципы определения класса сквозного QoS для мультимедийных систем и метод идентификации классов QoS отдельных мультимедийных составляющих;

- восприятие QoS конечным пользователем.

Предоставление в сетях беспроводного доступа услуги универсальной мобильности дает возможность абонентам использовать разные технологии доступа в разных местах, когда сам абонент или оконечное оборудование может перемещаться, получая возможность постоянно использовать и управлять своими приложениями и клиентскими услугами через границы существующей сети.

Данная услуга будет обеспечивать абонентам возможность применения большого количества технологий беспроводного доступа, допускающая перемещение между точками доступа беспроводной сети общего пользования с разной технологией. Следовательно, такое перемещение не приводит к прерыванию используемого приложения или обслуживания клиента.

В связи с этим общие требования абонента

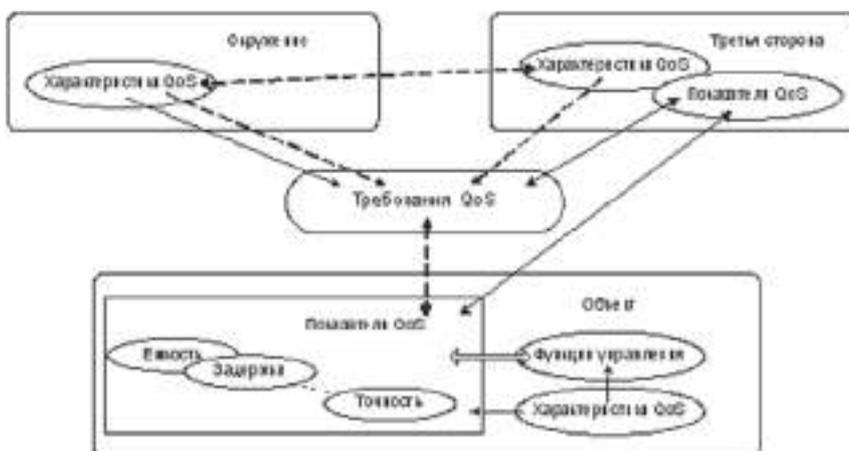


Рис. 1. Связь базовых понятий QoS

Таблица 1

Руководство по классам QoS протокола IP

Класс QoS	Приложения (примеры)	Узловые механизмы	Сетевые технологии
0	Реального времени, чувствительные к дрожанию, с повышенной степенью взаимодействия (VoIP, VTC)	Отдельная очередь с привилегированным уровнем обслуживания, обслуживание трафика	Ограниченные маршрутизация и дистанция
1	Реального времени, чувствительные к дрожанию, интерактивные (VoIP, VTC)		Менее ограниченные маршрутизация и дистанция
2	Данные транзакций, с повышенной степенью интерактивности (сигнализация)	Отдельная очередь, повышенный приоритет	Ограниченные маршрутизация и дистанция
3	Данные транзакций, интерактивные приложения		Менее ограниченные маршрутизация и дистанция
4	Только с низкими потерями данных (короткие транзакции, массовая передача данных, потоки видео)	Длинная очередь, пониженный приоритет	Любой маршрут/путь
5	Традиционные приложения стандартных сетей IP	Отдельная очередь (самый низкий приоритет)	Любой маршрут/путь

к услуге мобильности должны включать:

- возможность изменения точек доступа разных технологий;
- возможность получения доступа из любой точки доступа к сети, включая указанные выше технологии доступа;
- возможность постоянного получения услуг с учетом ограничений, возникающих в конкретных ситуациях;
- доступность для пользователя и широкие возможности подключения к сетевым функциям, а также, возможно, к услугам и приложениям, включая предоставляемые третьей стороной.

Для обеспечения мобильности необходимо учитывать ряд возможностей служб сетей беспроводного доступа:

- поддержку персональной мобильности;
- поддержку мобильности оконечного устройства;
- поддержку и персональной мобильности, и подвижности оконечного устройства.

К услугам сетей беспроводного доступа предъявляются потребительские, технические и технологические требования. Уровень выполнения потребительских требований к телекоммуникационным

Таблица 2

Отображение рабочих параметров IP-сети в общие/пользователь-пользователь параметры

Параметр IP-сети (Примечание)	Переход к общему параметру	Общий параметр
Задержка передачи (IPTD, средняя)	IPTD + задержка Src + задержка Dst	Средняя задержка пользователь-пользователь
Изменения задержки (IPDV, процентиль 99,9% минус минимум)	Объединить с распределением изменения задержки Src	Влияет на задержку Dst или потерю аудиокадров
Скачок задержки (возможно зарегистрированный, например в RFC 3393)	Может вызываться изменением трассы/устройства в сети или может появляться только на выходе буфера, сглаживающего фазовое дрожание	Несходимость временной шкалы аудиокадров
Ошибочные пакеты (заголовки)	IPErr + UDPErr + RTPErr =>	Потеря аудиокадров (отбрасывание пакета или кадра колека)
Перестроенный пакет (Добавление VII/Y.1540)	(может считаться потерянными) =>	Потеря аудиокадров
Потерянный пакет	Потеря IP-пакета + (все аудиодефекты) =>	Потеря аудиокадров (предварительное маскирование)
Жесткая блокировка потерь IP-пакетов (IPSLB)	(зависит от длительности блока)	Отключение соединения
Потерянные комбинации (например, RFC 3357)	Потери/поступление полного потока =>	Длина пачки/потеря последующего пакета
Скорость пакетов (получена из других системных характеристик)	Разность между генераторами АЦП и ЦАП терминалов источника и получателя	Смещение частоты системы (относительно получателя)

услугам характеризует качество самих услуг и качество обслуживания абонентов. Требования к показателям качества услуг формулируются и реализуются на основе составления их спецификации, в которых должны быть отражены потребительские свойства услуг и уровень выполнения потребительских требований к услугам. Данный уровень оценивается показателями качества, которые поддаются наблюдению и оценке пользователей, некоторые показатели качества услуг не имеют количественной оценки и оцениваются по принципу "да" — "нет".

Потребительские свойства услуги описываются с помощью показателей качества. В сетях беспроводного доступа можно выделить следующие показатели:

- 1) в части потребительских свойств услуги: доступность, непрерывность, качество передачи речи, данных, изображений и т.д., время ожидания сигнала готовности службы к получению заказа на услугу;
- 2) в части предоставления доступа к сети (службе): неограниченность доступа, непрерывность доступа, безопасность доступа и др.;
- 3) в части предоставления конкретного вида связи (услуги): доступность связи, время установления соединения, непрерывность связи, безопасность связи, качество передачи информации пользователя [4].

Основные показатели качества обслуживания абонентов в сетях беспроводного доступа рассмотрим по следующим аспектам:

- 1) потребительские свойства качества обслуживания оцениваются по показателям удовлетворенности абонента услугой, полнотой услуги, безопасностью и простотой пользования;
- 2) предоставление доступа к сети (услуге): степень обеспечения обслуживания, мобильность доступа к обслуживанию, простота обслуживания;
- 3) обслуживание при предоставлении конкретной услуги: степень обеспечения обслуживания, безопасность, простота обслуживания.

Неограниченность доступа оценивается следующими параметрами:

- долей терминалов, работающих ограниченное время;
- долей терминалов, работающих в режиме коллективного пользования;
- временем ограничения в предоставлении связи;
- долей исправных терминалов.

Непрерывность доступа оценивается временем устранения прерываний связи.

Показателями качества обслуживания абонентов являются:

- степень обеспечения обслуживания;
- полнота обслуживания;
- простота обслуживания.

Степень обеспечения обслуживания абонентов оценивается:

- средним временем установки терминала при развертывании сети (его замены) за отчетный период;
- долей заявок, выполненных с нарушением сроков;
- средним временем выполнения заявок на обслуживание, предусмотренное в договорных обязательствах за отчетный период;
- коэффициентом выполнения заявок;
- процентом пользователей, не удовлетворенных качеством услуг.

Полнота обслуживания абонентов оценивается:

- количеством терминалов на численность органа управления;
  - долей терминалов общего пользования;
  - долей терминалов, имеющих выход за пределы пункта управления;
  - долей ведомственных АТС в общей емкости делового сектора.
- Показатели "корректность обслуживания" и "простота пользо-

вания услугой" не имеют количественного выражения и оцениваются по принципу "да" — "нет".

Все показатели качества обслуживания абонентов определяют с помощью оценки в баллах в процессе опроса пользователей.

Каждый из показателей может либо нормироваться, либо сравниваться с аналогичным показателем, значение которого определено в течение другого отчетного периода.

Рассмотрим показатели качества информации. Ими являются:

- бесперебойность функционирования аппаратно-программных средств;
- эффективность обслуживания трафика.

Бесперебойность функционирования аппаратно-программных средств характеризует возможность безотказной работы с вероятностью отказов, не превышающей нормативное значение при различных видах нарушений на сети:

- длительные (ориентировочное значение — более одного часа) простои аппаратно-программных средств (обрыв кабеля, выход из строя коммутационного оборудования и т.п.), выявленные в процессе технической эксплуатации службами операторов телекоммуникационных сетей;
- длительное (ориентировочное значение — более одного часа) отсутствие доступа к сети, связанное с обрывом абонентской линии, повреждением индивидуального абонентского оборудования, которые выявлены в процессе приема заявок абонентов;
- снижение качества передачи информации, которое выявлено в процессе приема заявок абонентов (снижение громкости, разборчивости, несанкционированное разъединение и т.п.).

Количественно бесперебойность функционирования аппаратно-программных средств сети оценивается следующими показателями:

- допустимым средним временем простоя ( $T_{пр}$ ) аппаратно-программных средств сети (станционного оборудования и пучков межстанционных каналов) в расчете на одного абонента за год ( $T_{пр} = \sum i_i / N$ , где  $\sum i_i$  — суммарное время простоя в течение года,  $N$  — количество абонентов, на которых повлияла недоступность сети);
- коэффициентом стабильности доступа  $K_{сд}$ , который характеризует уровень бесперебойности при длительном повреждении индивидуального абонентского оборудования (численно  $K_{сд} = \sum i_i / N$ , где  $\sum i_i$  — суммарное время устранения повреждений,  $N$  — количество абонентов, на которых повлияло нарушение доступности служб сети);
- коэффициентом стабильности качества передачи информации  $K_{скпи}$ , который характеризует уровень бесперебойности при снижении качества передаваемой информации в расчете на 100 абонентов (численно  $K_{скпи} = M / 100$ , где  $M$  — количество заявлений абонентов о снижении качества передаваемой информации);
- коэффициентом своевременности устранения повреждений, который численно выражается долей общего числа повреждений, устраненных в течение нормативного срока за отчетный период.

Эффективность обслуживания трафика определяет уровень потерь на элементах сети (оконечном и узловом коммутационном оборудовании, пучках каналов и соединительных линий) и "из конца в конец" при обслуживании потока требований пользователей. Количественно эффективность обслуживания трафика оценивается следующими показателями:

- коэффициентом попыток занятия с ответом — КПЗО (answer bid ratio, ABR), который позволяет оценить долю всех попыток, закончившихся получением сигнала "контроль посылки вызова" (численно  $КПЗО = n \cdot 100\% / S$ , где  $n$  — количество попыток занятия с ответом,  $S$  — общее число попыток занятия, среди которых имеются и те, которые не завершились занятием канала/СЛ) [Рекомендация ИТУ-T

Таблица 3

Перечень основных показателей качества услуг стационарной и подвижной связи

Потребительские свойства	Показатели качества
1. Доступность	1.1 Суммарные потери от абонента до абонента в пределах сети оператора. 1.2 Время установления соединения. 1.3 Потери на направленных связи станции (узла). 1.4 Доля состоявшихся разговоров (эффективные попытки соединений). 1.5 Число попыток вызова на один разговор. 1.6 Оценка доступности услуги в баллах. 1.7 Доля абонентов, удовлетворенных доступностью услуги
2. Непрерывность (Бесперебойность)	2.1 Процент прерывания установленных соединений (к общему количеству установленных соединений). 2.2 Оценка бесперебойности в баллах. 2.3 Процент абонентов, удовлетворенных бесперебойностью
3. Качество передачи (достоверность)	3.1. Оценка качества передачи речевой информации или данных в баллах. 3.2 Доля абонентов, удовлетворенных качеством передачи речевой информации или данных
4. Качество обслуживания	4.1 Процент рекламаций, рассмотренных в контрольные сроки. 4.2 Среднее время рассмотрении рекламации пользователя 4.3 Оценка качества обслуживания абонентов в баллах. 4.4 Доля абонентов, удовлетворенных качеством обслуживания
5. Надежность (готовность)	5.1 Среднее время работы до отказа стационарного оборудования. 5.2 Среднее время восстановления стационарного оборудования. 5.3 Среднее время работы до отказа канала межстанционной связи. 5.4 Среднее время восстановления канала связи. 5.5 Коэффициент готовности стационарного оборудования. 5.6 Коэффициент готовности канала. 5.7 Время неготовности службы сети в течение периода эксплуатации.

E.425];

— коэффициентом эффективности вызовов — КЭВ (answer seizure ratio, ASR), который позволяет оценить долю всех занятий, закончившихся разговором или передачей данных (численно КЭВ =  $m \cdot 100\% / U$ , где  $m$  — количество занятий, закончившихся ответом вызываемого абонента,  $U$  — общее количество занятий каналов/СЛ);

— коэффициентом неэффективности вызовов — КНВ, который позволяет оценить долю вызовов, не закончившихся разговором из-за отсутствия ответа или занятости линии вызываемого абонента (численно КНВ =  $r \cdot 100\% / R$ , где  $r$  — количество занятий, не закончившихся разговором,  $R$  — общее количество занятий каналов/СЛ);

— коэффициентом перегрузки пучков каналов/СЛ и коммутационного оборудования — КПП (численно КПП =  $s \cdot 100\%$ , где  $s$  — количество попыток занятия при перегрузке,  $V$  — общее количество попыток занятия каналов направления связи);

— задержкой доставки информации, вносимой элементами сети;

— суммарными потерями вызовов (невозможность передачи сообщений пользователей) от абонента до абонента из-за технических неисправностей и недостатка реальных ресурсов (потери по вызовам);

— коэффициентом потерь вызовов на элементах сети (пучках каналов, оконечных станциях и узлах) из-за повреждений оборудования (потери по вызовам).

Необходимо добавить, что в спецификациях предоставления услуг должны быть отражены взаимосвязь показателей качества услуги с показателями качества ее предоставления, а также нормативы показателей качества предоставления услуг. Нормативные значения показателей качества услуг сетей беспроводного доступа определя-

ются в государственных стандартах и нормативных документах Министерства связи РФ. В спецификациях предоставления услуг должны содержаться такие нормативы показателей качества, которые оператор может действительно гарантировать абонентам как стационарной (фиксированной), так и мобильной компонент системы беспроводного доступа. Перечень основных показателей качества услуг стационарной (фиксированной) и подвижной связи, для которых должны составляться спецификации приведены в табл. 3.

В спецификации предоставления услуги должен быть указан тип оборудования и/или программных средств, применяемых на сети, и соответствующие им инструкции по эксплуатации, в которых отражены этапы предоставления услуги. Кроме того, оператор должен разработать и проверить эффективность инструкции по эксплуатации сети в целом. В этой инструкции должна быть описана технология, обеспечивающая координацию эксплуатации всего оборудования сети и/или программных средств (коммутационного, линейного, систем передачи, доступа). Эксплуатационные инструкции должны быть направлены на предупреждение случаев понижения качества предоставляемых услуг.

### Заключение

Необходимо добавить, что требования к показателям качества услуг и обслуживания абонентов в сетях беспроводного широкополосного доступа стандартов IEEE 802.11, IEEE 802.16 могут различаться в зависимости от сферы применения данных сетей. Однако основные показатели качества услуг остаются неизменными как для всех стандартов систем беспроводного доступа, так и для всех операторов этих сетей.

## Литература

1. **Тихвинский В.О., Терентьев С.В.** Параметры качества услуг в сетях WiMAX // Т-Comm. Телекоммуникации и транспорт. — 2007. — № 5-6. — С. 41-47.
2. МСЭ-Т Y.1541 (02/2006). Требования к сетевым показателям качества для служб, основанных на протоколе IP.
3. МСЭ-Т G.1020 (07/2006). Определение рабочих характеристик применительно к качеству речи и другим приложениям в полосе тональных частот, использующим IP- сети.
4. ГОСТ РВ 5819-102-2007. Объединенная автоматизированная цифровая система связи Вооруженных Сил Российской Федерации. Классификация и общие требования к услугам и службам связи.
5. 802.16-2004 IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks, Part 16, Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems " June 24, 2004, pp. 219-217.
6. ETSI TS 102250-1. Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); QoS aspects for popular services in GSM and 3G networks; Part 1: Identification of Quality of Service aspects.
7. ETSI TS 102250-2. Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); QoS aspects for popular services in GSM and 3G networks; Part 2: Definition of Quality of Service parameters and their computation.
8. **Andrews Jeffrey G.** Fundamentals of WiMAX : understanding broadband wireless networking / Jeffrey G. Andrews, Arunabha Ghosh, RiasMuhamed./ Boston, Prentice Hall, 2007.
9. Doc. IEEE C802.16d-04/61. Scheduling Services for 802.16.