

<sup>1</sup> Князева Нина Алексеевна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой информационных систем и сетей

<sup>2</sup> Кальченко Анастасия Сергеевна, аспирант

Учебно-научный институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. В.С. Мартыновского Одесской государственной академии пищевых технологий, г. Одесса, Украина

**Аннотация:** В работе рассмотрены современные подходы к оценке критериев качества услуг связи, актуальных для пользователей. Исследованы три модели определения параметров качества услуг. Приведен пример оценки качества мультимедийной услуги с учетом мнения пользователя.

**Ключевые слова:** сети следующего поколения, качество услуг связи.

В основу концепции сети связи следующего поколения (Next generation network, NGN) положена идея о создании универсальной сети, которая бы позволила переносить любые виды трафика, а также обеспечивать возможность предоставления неограниченного спектра инфокоммуникационных услуг. Многочисленными тематическими группами разрабатывались и продолжают разрабатываться решения по обеспечению необходимого качества обслуживания (Quality-of-service, QoS) для передачи разнотипного трафика (реального времени, потокового и эластичного) по единой сети, это – дисциплины обслуживания PQ/CQ/WFQ/CBWFQ/LLQ/RPQ+, модели DiffServ/IntServ-RSVP, технология MPLS и т.д. [1]. Стандартизацией качества услуг на международном уровне занимаются Международный союз электросвязи (МСЭ), включая Сектор телекоммуникаций (МСЭ-T) и Сектор радиосвязи (МСЭ-P), Европейский институт по телекоммуникационным стандартам (European Telecommunications Standardization Institute, ETSI), а также партнерство 3GPP.

В Рекомендации ITU-T E.800 приведены следующие определения [3].

Качество услуги (QoS) – совокупность характеристик телекоммуникационной услуги, относящихся к способности удовлетворить установленные и предполагаемые потребности пользователя услугой (определение заимствовано из стандарта ISO 8402).

Параметры функционирования сети (Network Performance, NP) – способность сети предоставить функциональность, обеспечивающую взаимодействие пользователей.

QoS – это результат восприятия пользователя, в то время как NP определяется эксплуатационными характеристиками отдельных сетевых элементов или эксплуатационными характеристиками всей сети в целом.

На рис. 1 представлена взаимосвязь точек зрения пользователя и оператора на качество услуги [2].

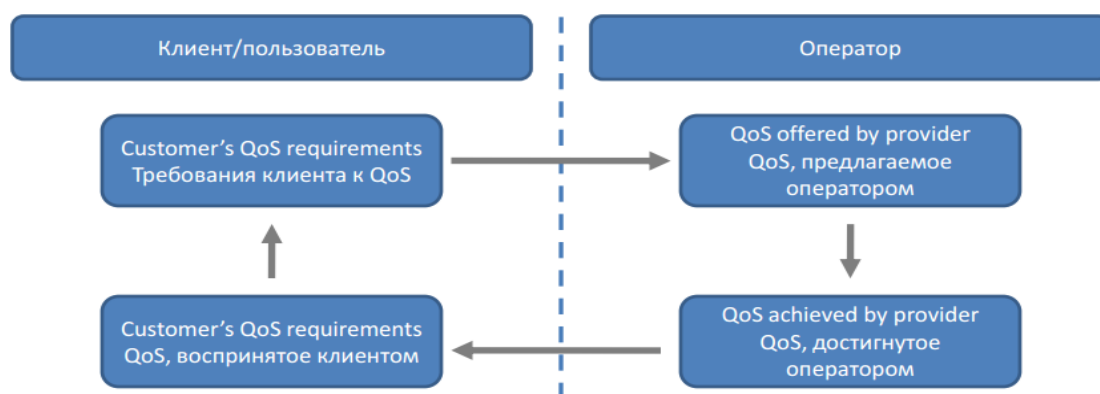


Рис. 1. Точки зрения на качество услуги

Требования клиента к QoS (Customer's QoS requirements) определяют уровень качества услуги, требуемый клиентом. Критерии и параметры, определившие этот уровень, находят отражение в требованиях клиента.

QoS, предлагаемое оператором (QoS offered by provider), – это перечень четких однозначно определенных требований, которые могут быть использованы:

– как основа для формирования SLA (Service Level Agreement);

- для декларирования оператором уровня качества доступного пользователям;
- как основа для планирования и поддержания услуги на заданном уровне;
- как основа для пользователей при выборе оператора, обеспечивающего наиболее приемлемый уровень качества услуги.

QoS, достигнутое оператором (QoS achieved by provider), – это уровень качества услуги, фактически предоставленный оператором. Может использоваться:

- клиентами, регулятором как основа для сравнения предлагаемого оператором уровня качества услуги и фактически предоставляемого и проверки выполнения SLA;
- оператором как основа для корректив.

QoS, воспринятое клиентом (QoE, Customer's QoS experience), – это качество услуги, воспринимаемое клиентом и выражаемое в виде оценки. Основывается на опросах клиентов и характеризует мнение клиента о качестве полученных услуг. Эти данные могут быть использованы для сравнения с предлагаемым уровнем качества услуги и определения причин отклонений, планирования корректив.

Рекомендация МСЭ G.1000 разделяет рабочие характеристики QoS на функциональные компоненты и связывает их с сетевыми характеристиками, определенными в ряде рекомендаций МСЭ, таких как Y.1540 и Y.1541. Основные параметры, характеризующие QoS в сетях IP, в соответствии с рекомендацией МСЭ-T Y.1541:

- производительность сети;
- надежность сети (сетевых элементов);
- параметры доставки пакетов:
- задержка доставки пакетов,
- вариация задержки пакета (джиттер)
- коэффициент потери пакетов,
- коэффициент ошибок пакетов,

В целом качество услуги характеризуется совокупностью следующих основных потребительских свойств [3]: обеспеченностью, удобством использования, действенностью, безопасностью и другими свойствами, специфичными для каждой услуги. Существующее многообразие различных определений характеризует сложность определения всех аспектов, относящихся к понятию QoS. Таким образом, QoS не только задается или определяется показателями, которые могут быть выражены техническими показателями, но также определяется субъективным показателем, который определяет ожидаемое и воспринимаемое пользователем качество [1]. Методики измерений показателей качества услуг связи можно разделить на:

- методики измерений показателей, характеризующих работу сети связи,

например, среднее время установления соединения, количество сброшенных вызовов, доля успешных вызовов, скорость соединения, доступность сети по уровню радиосигнала, доля успешно переданных сообщений SMS и пр.;

- методики измерений показателей, влияющих на удовлетворенность пользователей услугами связи, например, правильность начисления оплаты в счете, ошибки при выставлении счета.

Мониторинг качества услуг связи осуществляется путем измерений критериев качества услуг сети связи, которые могут опираться как на статистические данные или контрольные измерения, так и строиться на основании опросов пользователей услугами связи и анализа поданных ими претензий. Нормы на показатели удовлетворенности абонентов и пользователей услугами связи приведены в документах ETSI EG 202 057-1 V1.3.1 (2008-07).

Прежде чем приступить к определению параметров QoS, следует выяснить, какие параметры QoS актуальны для пользователей. В Рекомендациях E.802 МСЭ-T (2007 г.) “Принципы и методики определения и применения параметров QoS” представлены три модели [3]. Все эти модели или их сочетание могут использоваться для определения большей части, если не всех критериев QoS любой услуги. Для конкретного назначения из списка определенных критериев может быть выбран набор конкретных критериев QoS.

Первая модель – универсальная модель – иллюстрирует в целом категории, по которым могут группироваться критерии QoS. Так, большинство, если не все критерии QoS могут быть сгруппированы по аспектам характеристик работы, эстетическим аспектам, аспектам представления и этическим аспектам. Критерии QoS любой телекоммуникационной услуги определяются в ходе итерационного процесса оценки вопросов по каждой ячейке, образуемой пересечением указанных четырех категорий и функциональных элементов услуги. Функциональный элемент услуги является уникально определяемым сегментом услуги, совокупность которых составляет все ее характеристики.

Критерии характеристик работы охватывают технические и эксплуатационные процессы, присущие оказанию данной услуги. Примерами аспектов представления являются особенности организации доставки услуги пользователю, индивидуализация счетов, тарифные планы и др. К эстетическим критериям относятся эргономика, простота, функциональность, дизайн, стиль и т.д. Этические аспекты определяют такие качественные компоненты, как защита окружающей

среды, преимущества для граждан с ограниченными возможностями, соответствие другим гуманитарным целям.

Вторая модель – модель характеристик работы – главным образом применима к услугам, предоставляемым на базе традиционных сетей – наземных и беспроводных. В рамках этой модели отправным пунктом при формировании системы показателей качества услуг, согласно рекомендациям ETSI (ETR 003) и МСЭ-T (G.1000), является изучение меняющихся требований пользователей.

Для сбора требований, предъявляемых пользователями к услуге, строится матрица размерностью 7x11, позволяющая наиболее полно отразить все потребительские свойства этой услуги. Каждая из 11 функций услуги (продажа, поставка, предоставление, изменение и т.д.) должна быть оценена по семи основным критериям качества (скорость, точность, доступность, надежность, безопасность, простота и гибкость).

Предпочтительность или весовые коэффициенты тех или иных критериев оценки каждой функции услуги определяется путем изучения мнений пользователей. На основе заданных критериев определяется перечень показателей качества обслуживания.

Третья модель – модель четырех рынков – в большей степени пригодна для мультимедийных услуг, предоставляемых по IP-сетям, поскольку в ней учитывается разделение между транспортным уровнем и уровнем услуг. В этом случае за транспорт, обеспечение и контент, а также предоставление окончательного оборудования могут нести ответственность разные стороны. Таким образом, общее качество обслуживания, воспринимаемое пользователем, является следствием сочетания разных элементов, которые работают независимо друг от друга.

На рисунке 2 приводится общий обзор модели и поясняются четыре компонента.

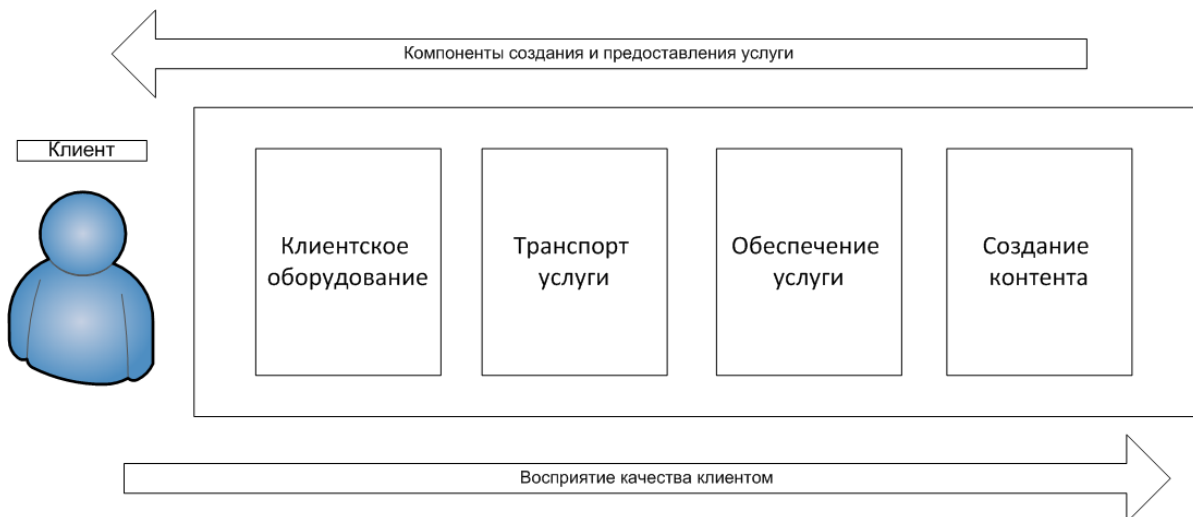


Рис. 2. Модель четырех рынков

**Клиентское оборудование:** оборудование всех видов, необходимое пользователю для получения доступа к сети и, следовательно, к услуге. Это оборудование составляют персональные компьютеры, телевизионные приемники, телевизионные компьютерные приставки, видеомодемы, модемы, мультимедийные киоски и т. д. В расчет следует принимать не только аппаратное, но и программное обеспечение, необходимое для корректного функционирования оборудования.

**Транспорт услуги:** телекоммуникационные сети всех видов, используемые для распространения телекоммуникационных услуг, такие как наземные (фиксированные и беспроводные) и спутниковые вещательные сети.

**Обеспечение услуги:** все действия и функции, связанные с компоновкой, представлением и управлением телекоммуникационными услугами.

**Создание контента:** все действия, связанные с созданием, распространением и компоновкой контента, который предоставляется посредством телекоммуникационной услуги.

Эта модель обеспечивает более простое определение и разбиение на категории критериев QoS, относящихся к данному типу услуг. В отношении конкретной телекоммуникационной услуги модель четырех рынков позволяет определить критерии качества для каждого из четырех компонентов по отдельности. При этом может оказаться достаточным выборочно опреде-

лить критерии качества одного или двух компонентов.

В данной работе предложен подход к определению качества телекоммуникационной услуги, в котором учитываются оценки как производителя услуг, так и пользователя услуг, основанный на использовании модели четырех рынков. В предлагаемом подходе определяются критерии оценки качества услуг с точки зрения пользователей, определяется значимость каждого из критериев, рассчитывается средневзвешенный комплексный показатель качества услуги, который

сравнивается с комплексным показателем качества услуги, характеризующим оценки производителя услуг, в результате чего при необходимости формируются соответствующие управленческие решения относительно коррекции определенных показателей качества.

Рассмотрим оценку QoS на примере услуги онлайн-воспроизведения и скачивания музыки. Критерии оценки QoS данной мультимедийной услуги с точки зрения пользователя представлены в таблице 1.

Таблица 1

<b>создание контента:</b>	<b>транспорт услуги:</b>
актуальность контента; техническое качество исходного контента; популярность контента и исполнителей; возможность преобразования исходного контента в другие форматы с минимальными искажениями; аспекты противодействия пиратству и соблюдения прав интеллектуальной собственности;	полоса пропускания; сетевая задержка; вариация задержки и ошибки; коллизии; двусторонняя задержка *сервер + приложение + сеть+; искажения;
<b>обеспечение услуги:</b>	<b>клиентское оборудование:</b>
простота навигации при поиске музыки; безопасность; корректность условий контрактов; ценовая политика, виды тарификации; поддержка клиентов;	простота выбора и воспроизведения; простота навигации и загрузки; емкость запоминающего устройства; качество воспроизведения; эргономика устройств.

Формирование качества услуги включает в себя как объективную оценку сетевых характеристик, так и субъективную экспертную пользовательскую оценку. И в то время как часть критериев качества, относящихся к параметрам ра-

боты сети, можно определить при помощи соответствующего оборудования, оценку остальных критериев целесообразно осуществлять путем учета мнения пользователей о качестве полученных услуг в баллах (табл. 2).

Таблица 2

Оценк, баллы	Категория качества и оценка пользователя
5	Самая высокая (отлично)
4	Высокая (хорошо)
3	Средняя (приемлемо: часть пользователей оценивает качество как неудовлетворительное)
2	Низкая (плохо: большинство пользователей оценивает качество как неудовлетворительное)
1	Неприемлемая (не рекомендуется)

На основании полученных данных определяется комплексный показатель качества – рассчитывается коэффициент качества предоставления услуг производителем услуг. Коэффициент удовлетворенности пользователя определяется как сумма средних значений удовлетворенности по влияющим на качество и доступность обслуживания факторам, взвешенных с учетом значимости этих факторов для обеспечения качества и доступности. Тогда оценку данной услуги со стороны пользователя  $k_{польз}$  можно рассчитать следующим образом (1):

$$k_{польз} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i^{польз} w_i^{польз}}{\sum_{i=1}^n w_i^{польз}} \quad (1)$$

где  $h_i^{польз}$  – среднее значение степени восприятия (удовлетворённости) пользователем  $i$ -го показателя качества услуги связи.

$w_i^{польз}$  – коэффициент значимости (или степень соответствия ожиданиям)  $i$ -го показателя качества услуги с точки зрения пользователя;

$n$  – число показателей качества.

Аналогично рассчитывается  $k_{np}$  – оценка качества предоставления услуги со стороны производителя услуг (2):

$$k_{np} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i^{np} w_i^{np}}{\sum_{i=1}^n w_i^{np}} \quad (2)$$

где  $h_i^{np}$  – среднее значение степени удовлетворённости производителя услуг показателем качества услуги связи.

$w_i^{np}$  коэффициент значимости  $i$ -го показателя качества услуги с точки зрения производителя услуг;

$n$  – число показателей качества.

Коэффициент значимости  $i$ -го показателя качества услуги с точки зрения пользователя и производителя услуг оценивается в баллах:

- 1-2 балла – не важно,
- 3-4 балла – не очень важно,
- 5-6 баллов – имеет значение,
- 7-8 баллов – важно,
- 9-10 баллов – очень важно.

Рассмотрим пример исследования, в результате которого получены следующие значения (табл.3).

Таблица 3

N п/п	Критерии QoS	$k_{польз}$	$w_i^{польз}$	$k_{np}$	$w_i^{np}$
<b>Создание контента:</b>					
1	актуальность контента;	3,6	9	4,7	7
2	техническое качество исходного контента;	4,3	6	5	9
3	популярность контента и исполнителей;	4,3	8	4,3	7
4	возможность преобразования исходного контента в другие форматы с минимальными искажениями;	4,7	7	3,8	5
5	аспекты противодействия пиратству и соблюдения прав интеллектуальной собственности.	5	2	4,2	9
<b>Обеспечение услуги:</b>					
6	простота навигации при поиске музыки;	3	8	4	6
7	безопасность;	4	8	4	9
8	корректность условий контрактов;	4,5	9	4,9	9
9	ценовая политика, виды тарификации;	4	10	4,9	10
10	поддержка клиентов.	4,5	9	5	9
<b>Транспорт услуги:</b>					
11	полоса пропускания;	4,8	5	4,3	9
12	сетевая задержка;	4,3	8	3,7	9
13	вариация задержки и ошибки;	4,5	6	4	8
14	коллизии;	4,8	7	4,8	8
15	двусторонняя задержка *сервер + приложение + сеть +;	4,6	8	4	9
16	искажения.	4,8	8	4,5	8
<b>Клиентское оборудование:</b>					
17	простота выбора и воспроизведения;	5	8	5	6
18	простота навигации и загрузки;	4,3	9	4,3	5
19	емкость запоминающего устройства;	4	8	4,3	7
20	качество воспроизведения;	4,3	8	5	8
21	эргономика устройств.	4,5	7	5	3

Таким образом, сравнивая разницу показателей качества услуги со стороны клиента и со стороны поставщика услуг, можно определить, коррекция каких показателей качества необходима. На рисунке 3 графически отражены результаты оценки критериев QoS со стороны пользователя и производителя услуг.

Анализируя график, можно определить, какие параметры удовлетворяют требованиям пользователя ( $k_{польз} \geq k_{np}$ , при условии, что  $k_{np}$  удовлетворяет нормативным показателям), а какие требуют внимания со стороны производителя услуг ( $k_{польз} < k_{np}$ ).

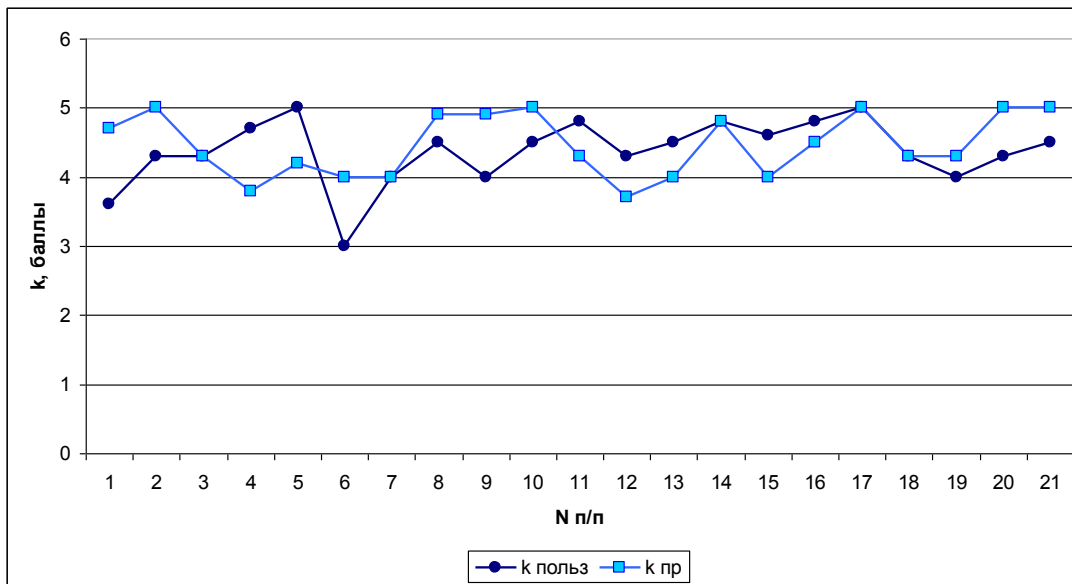


Рис. 3. График распределения оценок критериев QoS со стороны пользователя и со стороны производителя услуг

Например, критерий №4 (возможность преобразования исходного контента в другие форматы с минимальными искажениями) оценен пользователями высоко – следовательно, данный показатель не требует коррекции. А такие показатели как техническое качество исходного контента и актуальность контента (критерии №1 и №2) оценены пользователями ниже, чем произ-

водителем услуг, – необходима коррекция данных нормативов.

Важным аспектом является время отклика сети на мнение пользователя, сократить которое возможно при постоянном мониторинге пользовательской оценки качества услуг и способности системы управления сетью прогнозировать отклик пользователей.

### Литература

1. “Европейский институт по стандартизации в области телекоммуникаций (ETSI)”. — Режим доступа: <http://www.etsi.org> (дата обращения 15.06.2013 г.).
2. Иткин А. Стандартизация QoS и понятие качества услуг.// Семинар ФГУП ЦНИИС “Подходы по тестированию параметров функционирования сети в целях обеспечения качества услуг связи”. – Москва. – 2011. – 20 с.
3. “Международный союз электросвязи (ITU)”. — Режим доступа: <http://www.itu.int> (дата обращения 15.06.2013 г.).

**Kniasieva N., Kalchenko A.**

#### Estimation of the quality of communication services in terms of customer satisfaction

**Abstract:** The article is devoted to the modern methodologies for identification of QoS. Three models for definition the QoS criterias relevant to the users are considered. The example of QoS assessment for multimedia service is given.

**Keywords:** Next generation networks , quality of services.