

УДК 621.39:316.776.22

Мурай А.В., асп. (Одесская национальная академия пищевых технологий)

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УСЛУГ СЕТЕЙ IP КАК ОСНОВЫ NGN

**Мурай О.В. Оцінка якості послуг мереж IP як основи NGN.** Розглянуто питання оцінки якості телекомунікаційних послуг у контексті їх конвергенції в рамках мереж наступного покоління. Обґрунтовано актуальність створення моделі параметрів якості послуг IP-мереж як основи NGN. Проаналізовані властиві мережам IP характеристики та визначені найбільш впливаючі на якість надання послуг. Запропонована модель, структуруюча параметри якості послуг IP-мереж, представлені параметри оцінки якості послуг з точки зору користувача, що дозволяють найбільш повно відобразити сприйняття якості послуг користувачем.

**Ключові слова:** IP-мережа, телекомунікаційні послуги, оцінка якості, показники якості, мережеві характеристики, модель параметрів якості послуг

**Мурай А.В. Оценка качества услуг сетей IP как основы NGN.** Рассмотрены вопросы оценки качества телекоммуникационных услуг в контексте их конвергенции в рамках сетей следующего поколения. Обоснована актуальность создания модели параметров качества услуг IP-сетей как основы NGN. Проанализированы свойственные сетям IP характеристики и определены наиболее влияющие на качество предоставления услуг. Предложена модель, структурирующая параметры качества услуг IP-сетей, представлены параметры оценки качества услуг с точки зрения пользователя, позволяющие наиболее полно отразить восприятие качества услуг пользователем.

**Ключевые слова:** IP-сеть, телекоммуникационные услуги, оценка качества, показатели качества, сетевые характеристики, модель параметров качества услуг

**Murai O.V. Assessing the quality of IP-networks services as the basis of NGN.** Considered the problems of assessing the quality of telecommunication services in the context of convergence within the next generation networks. Substantiated the urgency of creating a model of service quality parameters for IP-networks as the basis of NGN. Analyzed network characteristics inherent to IP networks and identified characteristics that affect the quality of service the most. Proposed a model that structures parameters of quality of IP-networks, presented parameters for assessing the quality of services from the point of view of the user, which allows most fully reflect the perception of the service quality by user.

**Keywords:** IP-network, telecommunication services, quality estimation, quality indexes, network characteristics, model of service quality parameters

**Постановка задачи.** В настоящее время благодаря значительному развитию рынка инфокоммуникационных услуг происходит интенсивное внедрение новых технологий как в области информатики, так и в области телекоммуникаций, что, в свою очередь, способствует стремительному развитию инфокоммуникационных сетей, в частности сетей следующего поколения (NGN). Еще не так давно сети с коммутацией каналов (телефонные сети) и сети с коммутацией пакетов (IP-сети – Internet Protocol сети) существовали практически независимо друг от друга и использовались для различных целей: телефонные сети для передачи голосовой информации, IP-сети – для передачи данных. Определенной вехой в истории телекоммуникаций и Интернета является IP-телефония, позволившая передавать "голос" поверх получивших уже значительное распространение IP-сетей. Возникновение и первоначальное развитие протокола IP осуществлялось в рамках первых исследовательских сетей начала 70-х годов, однако в настоящее время IP превратился в основной протокол сетевого уровня. Поверх IP осуществляется огромное количество разнообразных телекоммуникационных взаимодействий, каждое из которых, может предъявлять весьма специфические требования к IP-сети.

Наиболее крупная IP-сеть – это глобальная сеть Internet. Вплоть до настоящего времени поставщикам услуг Internet и крупным компаниям приходилось создавать и поддерживать, отдельные сети для передачи голосовой информации, видеоизображения, трафика, необходимого для решения критически важных задач, и всего остального сетевого трафика. За последние несколько лет рост Internet, передаваемого по сети трафика и количества существующих Internet-приложений приблизился к экспоненциальному. Поскольку количество пользователей Internet и различных сетевых приложений увеличивается с

каждым днем, сеть нуждается в средствах, которые бы обеспечили поддержку как существующих, так и появляющихся приложений и служб. Тем не менее, на сегодняшний день Internet может обеспечить всего лишь негарантированную доставку данных (best effort service), которая не предполагает предоставление каких-либо гарантий, касающихся времени и самого факта прибытия пакета в пункт назначения. При этом нельзя не отметить, что отбрасывание пакетов может произойти только в момент перегрузки сети.

В настоящее время для обеспечения предоставления различных телекоммуникационных услуг используются мультисервисные конвергентные сети, призванные обеспечивать передачу разного рода информации (звук, изображение, данные) между различными пользовательскими терминалами, объединяя их в единую сеть. Наиболее проработанной технологией конвергенции услуг являются сети NGN, для которых уже сегодня характерны такие признаки как большие размеры, сложность, развитые функциональные возможности [1]. При этом трафик, генерируемый различными сетевыми приложениями, носит пульсирующий характер, то есть интенсивность передачи данных может значительно изменяться во времени. Следовательно, с целью уменьшения времени простоя сети связи, необходимо применение техники коммутации пакетов, по сути, позволяющей формировать канал связи исключительно на время передачи данных и с загруженностью равной интенсивности потока информации в каждый конкретный момент времени. Учитывая требования к сетям NGN, обусловленные спецификой передаваемых данных, а также принимая во внимание существующие на сегодня решения, актуальным является использование в основе сетей NGN протокола IP, обеспечивающего эффективную передачу разнородных данных в виде IP-пакетов.

Актуальность IP подтверждается успешным внедрением технологии IP-NGN компании Cisco Systems [2]. Крупнейший шведский оператор связи – компания TeliaSonera осуществляет развертывание IP-сети Cisco следующего поколения (IP NGN). Эта технология позволяет предоставлять услуги широкополосного доступа с симметричной пропускной способностью до 100 Мбит/с абонентам в домашнем и корпоративном секторе. Решение Cisco по организации оптоволоконного канала до абонентских объектов (FTTx) позволяет предоставлять потребителям прогрессивные современные сервисы на базе единой платформы следующего поколения с огромным запасом масштабируемости. К подобным сервисам относятся: IP-телевидение с независимым вещанием, услуга «видео по запросу» (VoD), высококачественная видеоконференцсвязь и возможность организации каналов с низкой задержкой для подключения центров обработки данных. Потенциал наращивания пропускной способности новой сети составляет до 1 Гбит/с в обоих направлениях и закладывает возможность реализации новых перспективных сервисов в будущем. Компания Cisco Systems подписала контракт с BT Group (Бритиш телеком) на поставку решений Cisco® IP NGN для магистральных и городских сетей «Бритиш телеком» в рамках проекта по строительству "сети XXI века" [3]. Решения Cisco IP NGN для этой сети ускорят процесс сетевой конвергенции и создадут экономичную интеллектуальную платформу для доставки новаторских услуг Triple Play (голос, видео, данные).

Основой построения сетей NGN являются мультисервисные сети, на базе которых осуществляется предоставление широкого набора услуг как традиционных, так и новых. Свойство универсальности мультисервисных сетей, которое заключается в доставке любого типа информации средствами единой сетевой инфраструктуры, имеет и обратную сторону. Одной из важных проблем, связанной с унификацией сетевых решений, является обеспечение качества обслуживания (QoS – Quality of Service) для каждой услуги, причем требования к параметрам передачи по сети специфические для разных приложений. Противоречивые требования QoS разных сервисов не позволяют просто объединить требования QoS к единым сетевым ресурсам.

С целью поддержки передачи голоса, видео и трафика данных приложений с различными требованиями к пропускной способности, системы ядра IP-сети должны обладать возможностью дифференцирования и обслуживания различных типов сетевого трафика в зависимости от предъявляемых ими требований [4].

Функции качества обслуживания в сетях IP (IP QoS) заключаются в обеспечении гарантированного и дифференцированного обслуживания сетевого трафика путем передачи контроля за использованием ресурсов и загруженностью сети ее оператору. QoS представляет собой набор требований, предъявляемых к ресурсам сети при транспортировке потока данных. QoS обеспечивает сквозную гарантию передачи данных и основанный на системе правил контроль за средствами повышения производительности IP-сети, такими, как механизм распределения ресурсов, коммутация, маршрутизация, механизмы обслуживания очередей и механизмы отбрасывания пакетов.

Основные преимущества качества обслуживания в сетях IP: *обеспечение* поддержки существующих и появляющихся мультимедийных служб и приложений; *передача* контроля за ресурсами сети и их использованием сетевому оператору; *обеспечение* гарантии обслуживания и дифференцирование сетевого трафика (это условие является необходимым для объединения аудио-, видеотрафика и трафика приложений в пределах одной IP-сети; *возможность* для поставщиков услуг Internet предлагать клиентам дополнительные услуги наряду со стандартной услугой негарантированной доставки данных (другими словами, предоставлять услуги в соответствии с так называемым классом обслуживания – Class of Service (CoS)); *возможность* организовать обслуживание сетевого трафика в зависимости от сгенерировавшего этот трафик приложения, информация о котором содержится в заголовке IP-пакета. В Рекомендациях E.802 МСЭ-Т «Принципы и методики определения и применения параметров QoS» даются три модели формирования перечня показателей качества, которые могут применяться на практике.

Первая модель (универсальная) иллюстрирует в целом категории, по которым могут группироваться критерии QoS. Большинство критериев QoS могут быть сгруппированы по аспектам характеристик работы, которые охватывают технические и эксплуатационные процессы, присущие оказанию данной услуги, аспектам предоставления (особенности организации доставки услуги пользователю), эстетическим и этическим аспектам.

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

Третья модель (четырёх рынков) в большей степени пригодна для мультимедийных услуг, предоставляемых IP-сетями. В этом случае за транспорт, обеспечение и контент, а также предоставление оконечного оборудования могут нести ответственность разные стороны. Таким образом, общее качество обслуживания, воспринимаемое пользователем, является следствием сочетания разных элементов, которые работают независимо друг от друга. В отношении конкретной услуги электросвязи модель четырёх рынков позволяет определить критерии качества для каждого из четырёх компонентов по отдельности. При этом может оказаться достаточным выборочно определить критерии качества одного или двух компонентов.

Применение описанных моделей позволяет получить систему показателей качества услуг, сгруппированных по заданным критериям, ориентированных на пользователя и наиболее полно описывающих услугу во всем многообразии характеризующих ее функций.

На сегодняшний день ведутся интенсивные работы по созданию новых точных, универсальных и простых в использовании методов определения показателей качества услуг, пригодных для использования в мультисервисных сетях по отношению к существующим и

предлагаемым для внедрения в будущем видов услуг. Существующие модели качества услуг позволяют оценивать отдельные параметры качества, но механизма комплексной оценки не существует. NGN со свойственной им неоднородностью, обусловленной входящими в их состав различными сетями передачи информации (IP, ТфОП, сети мобильной связи), ставят задачи комплексной оценки качества предоставляемых услуг, которая должна основываться, в первую очередь, на оценке качества услуг, предоставляемых каждой из сетей, входящих в её состав. В свою очередь, для оценки качества услуг каждой конкретной сети связи необходимо создание модели определения параметров качества услуг этой сети, что немаловажно в отношении IP-сетей, составляющих основу NGN.

*Целью данной работы* является анализ сетевых характеристик и разработка модели параметров качества услуг, предоставляемых в IP-сетях, которая делает возможным эффективное управление качеством предоставления услуг на основании оценок и предпочтений пользователей.

**Параметры качества телекоммуникационных услуг.** На сегодняшний день многими поставщиками телекоммуникационных услуг создаются системы управления качеством, для функционирования которых необходимо четкое определение оценки качества телекоммуникационных услуг, разработка методологических подходов к управлению качеством, совершенствование системы лицензирования и сертификации относительно обеспечения качества услуг.

В ходе разработки показателей качества телекоммуникационных услуг следует учитывать, что предоставление услуг связи является комплексным процессом, т.е. в нем могут участвовать несколько составляющих. Потребителя же интересует услуга в целом, поэтому и качество услуги необходимо оценивать “из конца в конец”. Следует также обратить внимание на необходимость постоянного изучения динамики потребностей пользователей, поскольку эти требования изменяются со временем в зависимости от многих факторов – уровня жизни, развития технической базы услуг и пр. Изменение требований влечет за собой необходимость изменения показателей качества и соответствующих норм.

При разработке каждого показателя качества необходимо одновременно устанавливать согласованные между собой его определение, область действия и рекомендуемый метод измерения, что позволит получать воспроизводимые и сравнимые между собой результаты измерений. В дальнейшем поставщику услуг необходимо создать систему сбора данных для оценки показателей и разработать механизмы реакции на появление серьезных отклонений показателей от установленных нормативов.

Существующие методы оценки качества услуг [5] являются точными и простыми в использовании применительно к услугам телефонии или передачи/приёма аудиосигналов, чего недостаточно, поскольку набор услуг современных телекоммуникационных сетей значительно шире и из года в год растет. Введение новых видов приложений операторами связи может привести к понижению уровня качества услуг, неэффективному использованию сетевых ресурсов и невозможности адекватно оценивать качество новых видов сервиса существующими методами.

В настоящее время для определения параметров качества услуг мобильной связи существует и используется трехуровневая модель ETSI [6]. Уровни в данной модели определяют основные аспекты взаимодействия конечного пользователя с сетью связи и услугой. Модель является универсальной, так как может быть применима к любой появившейся на рынке новой услуге связи.

Говоря о IP-сетях, необходимым является создание универсальной модели параметров качества услуг, для чего имеются определенные предпосылки – сети IP позволяют предоставлять наиболее широкий спектр услуг по сравнению с другими сетями, при этом имея унифицированную основу для всех услуг в плане передачи данных – IP-протокол.

На рис. 1 представлена предложенная автором данной статьи универсальная трехуровневая модель определения параметров качества услуг в IP-сетях, учитывающая мнение пользователя.

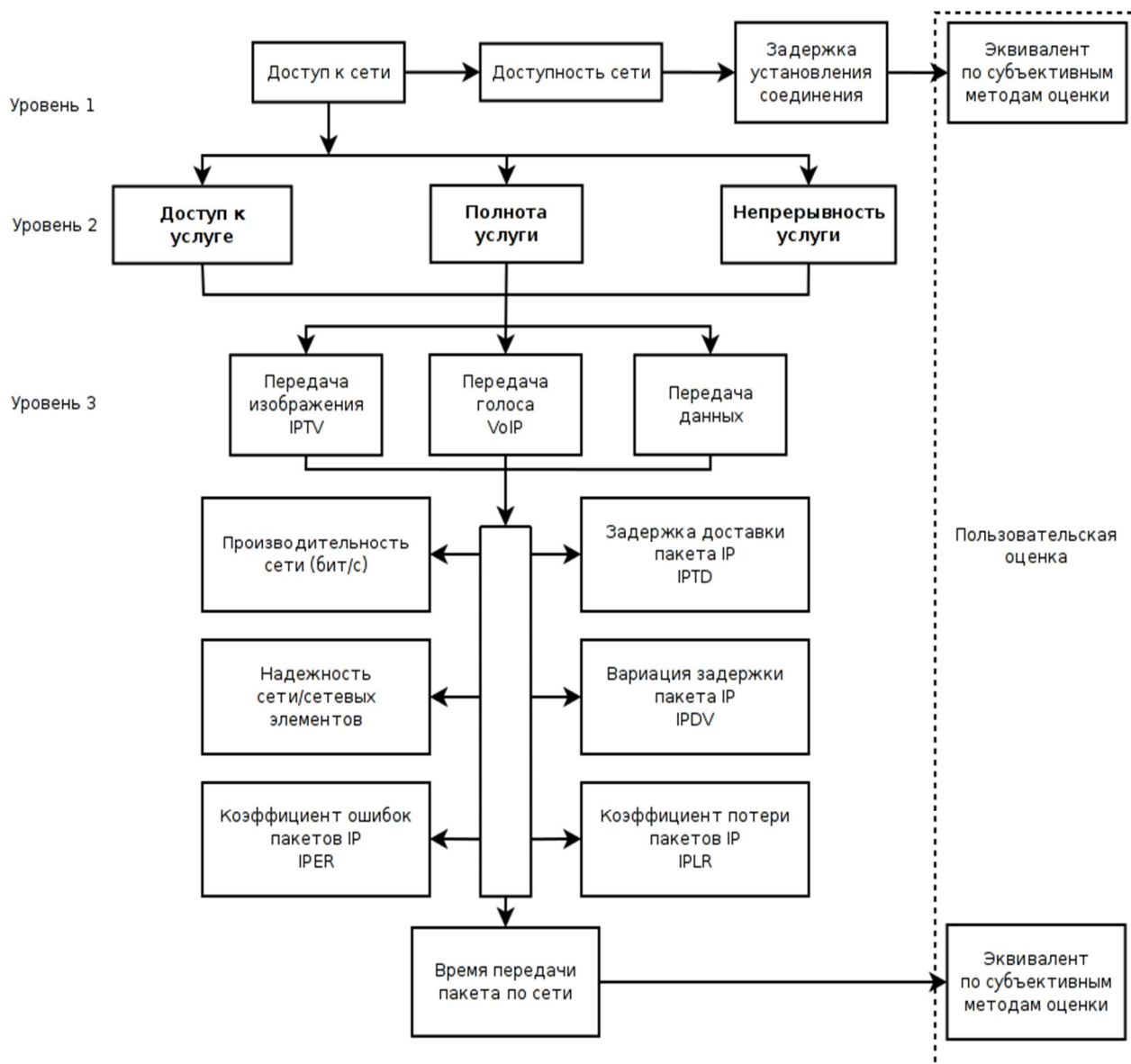


Рис. 1. Модель определения параметров качества услуг сети IP

**Первый уровень** модели определяет параметры качества услуг на этапе доступа к сети конечного пользователя, что является основным требованием при рассмотрении всех прочих аспектов и параметров QoS. Показателем качества на данном уровне является величина задержки установления соединения.

**Второй уровень** модели отражает такие аспекты качества, как доступ к услуге, полнота услуги и непрерывность услуги.

**Третий уровень** отражает услуги, предоставляемые поставщиком (интернет-провайдером) и соответствующие им сетевые характеристики, которые определяют параметры оценки QoS с точки зрения конечного пользователя. В перечень услуг, находящихся на данном уровне, входят передача голоса, передача изображения и передача данных.

Так как форма передачи информации в IP-сети едина – пакет, то существует единый набор сетевых характеристик, влияющих на качество услуг. Этот набор сетевых характеристик [7], как наиболее важных по степени их влияния на сквозное качество

обслуживания (от источника до получателя), оцениваемое пользователем, рассматривается в Рекомендации Y.1540 и включает в себя следующие характеристики: *производительность* сети; *надежность* сети/сетевых элементов; *задержка*; *вариация задержки* (джиттер); *потери* пакетов; *ошибки* пакетов.

**1. Производительность сети.** Определяется как эффективная скорость передачи, измеряемая в битах в секунду. Следует отметить, что значение этого параметра не совпадает с максимальной пропускной способностью сети, ошибочно называемой полосой пропускания. Минимальное значение производительности обычно гарантируется провайдером услуг, который, в свою очередь, должен иметь соответствующие гарантии от сетевого провайдера.

В Рекомендации Y.1540 не приведены нормативные характеристики производительности сети, которые различаются для различных приложений. Вместе с тем, в Рекомендации Y.1541 отмечено, что параметры, связанные с эффективной скоростью передачи, могут быть определены через дескриптор трафика IP-сети, описанный в Рекомендации МСЭ Y.1221.

**2. Надежность сети/сетевых элементов.** Пользователи обычно ожидают высокий уровень надежности от систем связи. Надежность сети может быть определена через ряд параметров, из которых наиболее часто используется коэффициент готовности, вычисляемый как отношение времени простоя объекта к суммарному времени наблюдения объекта, включающему время простоя и время между отказами. В идеальном случае коэффициент готовности должен быть равен 1, что означает стопроцентную готовность сети. На практике коэффициент готовности оценивается числом "девяток". Например "три девятки" означают, что коэффициент готовности составляет 0,999, что соответствует 9 часам времени недоступности (простоя) сети в год. Готовность сети ТфОП оценивается величиной "пять девяток", что означает 5,5 мин. простоя в год.

В Табл. 1 приведены данные по времени простоя для различного количества "девяток".

Табл. 1	
Коэффициент готовности	Время простоя
0,99	3,7 дней в год
0,999	9 часов в год
0,9999	53 минуты в год
0,99999	5,5 минут в год
0,9999999	30 секунд в год

В общем случае сеанс связи состоит из трех фаз – установления соединения, передачи информации и разъединения соединения. В Рекомендации Y.1540 из трех фаз сеанса связи рассматривается только вторая – фаза доставки пакетов IP. Такой подход отражает природу сетей IP, не ориентированных на установление соединений.

Спецификацию рабочих характеристик и параметров QoS для двух других фаз (установление и разъединение соединения) планируется провести в дальнейшем.

Рекомендация МСЭ-T Y.1540 определяет следующие параметры, характеризующие доставку IP-пакетов, т.е., соответствие классов качества QoS численным значением сетевых характеристик (Табл. 2).

Табл. 2

Характеристики сети	Классы качества обслуживания (QoS)					
	0	1	2	3	4	5
Задержка доставки пакета IP, IPTD	100 мс	400 мс	100 мс	400 мс	1с	-
Вариация задержки пакета IP, IPDV (джиттер)	50 мс	50 мс	-	-	-	-
Коэффициент потери пакетов IP, IPLR	1E-3	1E-3	1E-3	1E-3	1E-3	-
Коэффициент ошибок пакетов IP, IPER	1E-4	1E-4	1E-4	1E-4	1E-4	-

**3. Задержка доставки пакета IP (IP packet transfer delay, IPTD).** Параметр IPTD определяется как время  $(t_2 - t_1)$  между двумя событиями – вводом пакета во входную точку сети в момент  $t_1$  и выводом пакета из выходной точки сети в момент  $t_2$ , где  $(t_2 > t_1)$  и  $(t_2 - t_1) \leq T_{\max}$ . Т.е. параметр IPTD определяется как время доставки пакета между источником и получателем для всех пакетов – как успешно переданных, так и пораженных ошибками.

**4. Вариация задержки пакета IP (IP packet delay variation, IPDV).** Параметр  $V_k$  характеризует вариацию задержки IPDV. Для IP-пакета с индексом  $k$  этот параметр определяется между входной и выходной точками сети в виде разности между абсолютной величиной задержки  $X_k$  при доставке пакета с индексом  $k$ , и определенной эталонной (или опорной) величиной задержки доставки пакета IP,  $d_{1,2}$ , для тех же сетевых точек:  

$$V_k = X_k - d_{1,2}.$$

**5. Коэффициент потери пакетов IP (IP packet loss ratio, IPLR).** Коэффициент IPLR определяется как отношение суммарного числа потерянных пакетов к общему числу принятых в выбранном наборе переданных и принятых пакетов. Потери пакетов в сетях IP возникают в том случае, когда значение задержек при их передаче превышает нормированное значение, определенное выше как  $T_{\max}$ . Если пакеты теряются, то при передаче данных возможна их повторная передача по запросу принимающей стороны. В системах VoIP пакеты, пришедшие к получателю с задержкой, превышающей  $T_{\max}$ , отбрасываются, что ведет к провалам в принимаемой речи. Среди причин, вызывающих потери пакетов, необходимо отметить рост очередей в узлах сети, возникающих при перегрузках.

**6. Коэффициент ошибок пакетов IP (IP packet error ratio, IPER).** Коэффициент IPER определяется как суммарное число пакетов, принятых с ошибками, к сумме успешно принятых и пакетов, принятых с ошибками.

**Субъективные методы оценки качества услуг связи.** Перечисленные сетевые характеристики являются необходимыми для построения модели качества услуг в IP-сетях, однако являясь техническими характеристиками, они не отражают собственно качества в пользовательском понимании. Для того чтобы модель предоставляла базу для взаимодействия с потребителями услуг, она должна также определять технические характеристики при помощи пользовательских субъективных оценок, то есть должна быть клиенториентированной. Для этой цели существуют субъективные методы оценки качества услуг связи.

Наиболее известным способом сравнительной оценки качества связи является субъективный метод общего мнения (*Mean Opinion Score – MOS*), изложенный в Рекомендациях МСЭ-Т Р.830. Он заключается в том, что группа пользователей или наблюдателей в течение длительного отрезка времени субъективно оценивают качество услуг, разбивая оценки на 4 уровня. Соответствие уровней качества по MOS численным значениям сетевых характеристик приведено в Табл. 3.

Табл. 3

Характеристика	Уровни качества услуг			
	высший	высокий	средний	приемлемый
Время установления соединения, с	0 - 1	1 - 3	3 - 5	Больше 5
Время передачи по сети, мс	0 - 150	150 - 250	250 - 450	Больше 450

Оценки MOS рассчитываются после прослушивания группой людей тестируемого тракта передачи речи по пятибалльной шкале в течение длительного отрезка времени. Оценки от 3,5 до 5 баллов соответствуют стандартному и высокому телефонному качеству; 3,0...3,5 – приемлемому; 2,5...3,0 – синтезированному звуку. Для передачи речи с хорошим качеством целесообразно ориентироваться на MOS не ниже 3,5 баллов.

Другим субъективным методом оценки является использование единиц рейтинга R (*Quality Rating*) по стобальной шкале. В качестве базы для оценки принята Рекомендация МСЭ-Т G.109 для телефонной сети общего пользования. В табл. 4 показано соответствие шкалы единиц рейтинга (R) уровням качества связи.

Табл. 4

Удовлетворенность	Диапазон	Категория качества речи пользователя
90<R<100	Наилучшая (best)	Удовлетворены в высшей степени
80<R<90	Высокая (high)	Удовлетворены
70<R<80	Средняя (medium)	Некоторые удовлетворены
60<R<70	Низкая (low)	Многие не удовлетворены
50<R<60	Низкая (poor)	Почти все не удовлетворены

Соединения с качеством R<50 не рекомендуются МСЭ-Т. Единицы MOS связаны с R нелинейной зависимостью. Высшему качеству R=100 соответствует MOS=4,5. На практике для быстрого пересчета в диапазоне 2,5<MOS<4,4 возможна простая линейная аппроксимация: MOS=R/20.

Для соединений хорошего качества желательно ограничиться первыми тремя категориями качества, т.е. обеспечить R>70 или MOS>3,5.

Европейский институт по стандартизации телекоммуникаций ETSI рекомендует использовать четыре класса оценки качества передачи речи в зависимости от времени задержки пакетов. В Рекомендации МСЭ G.114 для телефонной сети общего пользования приведены близкие к градациям ETSI задержки, которые соответствуют различным видам связи: до 150 мс – *исходная* норма; до 260 мс – *задержка* на участке спутниковой связи; до 400 мс – *допустимая* задержка с учетом участка спутниковой связи; свыше 400 мс – *недопустимая* задержка.

В табл. 5 приведено соотношение баллов MOS, единиц рейтинга R и классов QoS по МСЭ-Т и ETSI. В то время, как метод единиц рейтинга используется только для оценки качества передачи речи, метод MOS более универсален и позволяет оценивать качество передачи как речи, так и изображения.

Табл. 5

Параметр \ Класс	Класс			
	высший	высокий	средний	низкий
Задержка пакетов, мс:				
Рек. ETSI TS 101 329	<150	<250	<350	<450
Рек. МСЭ-Т G.114	<150	<260	<400	<400
MOS, бал.	>4,5	4,5 – 4,0	4,0 – 3,5	3,5 – 3,0
R, ед.	100	100 - 80	80 - 70	70 - 60

**Характеристика модели оценки качества телекоммуникационных услуг.** Таким образом, сопоставив пользовательскую оценку качества с классами QoS, разработана модель, позволяющая комплексно и разносторонне описывать качество услуг с учетом требований и ожиданий пользователей.

Как видно из рис. 1, пользователь может оценить качество услуг, основываясь на двух показателях – задержке установления соединения (уровень 1) и времени доставки пакета IP по сети (уровень 3). И в первом и во втором случае на восприятии услуги пользователем



сказывается величина задержки, которая, в свою очередь обуславливается значениями остальных технических показателей сети.

Данная модель позволяет установить, какие значения сетевых характеристик соответствуют качеству услуг, удовлетворяющему пользователя. Также модель может использоваться для более тонкого регулирования качества предоставляемых услуг. Предлагается производить условное деление услуг на услуги-составляющие (деление производится так, чтобы как можно лучше разделить составляющие по способу представления и передачи информации, или, другими словами, чтобы интересы пользователя по отношению к разным услугам не смешивались). То есть, из определенного перечня услуг, конкретного пользователя может интересовать один вид услуг больше, чем другие. Помимо оценки качества самих услуг, пользователь отмечает насколько значимо для него качество того или иного вида услуг (эта оценка используется в качестве весового показателя). Такой метод поможет "детализировать" оценку, сделать её более объективной [8].

Например, в случае видеозвонка пользователь может предъявлять очень высокие требования к качеству передачи речи, в то время как изображение, по его мнению, не обязано отличаться высокой чёткостью и плавностью, достаточно лишь "общей" визуальной информации. Услуга видеозвонка (видеоконференции) может быть условно разделена на две услуги-составляющие: передача речи и передача изображения. Таким образом, в зависимости от личных предпочтений или характера деятельности пользователь может сам определять приоритет тех или иных составляющих конкретной услуги (либо отдельных услуг в предоставляемом поставщиком пакете услуг).

Пусть услуга  $S$  состоит (как, например, услуга видеозвонка) из ряда услуг-составляющих (в дальнейшем просто «составляющих»):  $S = \{C_1, C_2, \dots, C_i, \dots, C_n\}$ ,  $i = \overline{(1, n)}$ , где  $C$  – составляющая услуги;  $n$  – количество составляющих услуги.

Для каждой из составляющих пользователь услуги задает значимость  $I_{C_i}$  этой составляющей для него. Таким образом, воспринимаемое  $j$ -м пользователем качество отдельной услуги  $k_i^j$  будет:

$$k_i^j = \frac{\sum_{i=1}^n k_{C_i} I_{C_i}}{n}, \quad j = \overline{(1, m)}, \quad \text{где } m \text{ – количество пользователей отдельной услуги.}$$

Тогда воспринимаемое качество всех услуг  $K^j$ , потребляемых  $j$ -м пользователем:

$$K^j = \frac{\sum_{i=1}^N k_i^j}{N} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{C_i} I_{C_i}}{N}, \quad \text{где } N \text{ – количество услуг потребляемых пользователем.}$$

Таким образом, благодаря показателю значимости  $I_{C_i}$ , поставщик услуг получает не только более точную информацию о степени удовлетворенности услугой пользователей (качество услуги  $K$ ), но также и информацию о том, какую из составляющих отдельной услуги необходимо совершенствовать в первую очередь для повышения качества услуги в целом. Также появляется возможность оценки того, насколько конкретная составляющая услуги (а также связанные с ней показатели) в общем, значима для пользователей услуг. Значимость  $i$ -ой составляющей услуги для всех пользователей услуг конкретного поставщика услуг  $I_{C_i}^m$  будет:

$$I_{C_i}^m = \frac{\sum_{j=1}^m I_{C_i}^j}{m}.$$

Подобный подход к оценке качества позволяет более точно выбирать стратегию управления качеством услуг. Определив значимость отдельных составляющих услуг для пользователя, как например значимость звука и изображения для услуги видеозвонка, появляется возможность подбора удовлетворяющих стандартов качества аудио и видео, кодеков для их сжатия и последующей передачи по сети, и т.д., которые наилучшим образом соответствовали бы возможностям сети (значениям сетевых характеристик), а также зависящей от них оценки качества услуги пользователем.

**Выводы.** На сегодняшний день технология IP-сетей является наиболее перспективной основой для построения сетей нового поколения, наиболее полно реализуя концепцию конвергенции телекоммуникационных услуг. Являясь наиболее распространенным видом сетей в мире (сеть Internet), IP-сети делают возможным наиболее масштабное внедрение сетей NGN и их услуг. В связи с этим особо остро встает вопрос оценки качества услуг, а именно вопрос создания такой модели параметров качества, которая стандартизует процесс оценки качества всего разнообразия услуг, предоставляемых IP-сетями, и при этом будет в полной мере опираться на мнение пользователей о качестве потребляемых ими услуг.

В качестве такой модели предложена трехуровневая модель определения параметров качества услуг, предоставляемых в сетях IP, которая устанавливает взаимосвязь сетевых характеристик и пользовательской оценки. Использование данной модели в совокупности с таким пользовательским параметром качества, как значимость составляющих услуги, позволяет выбирать стратегию предоставления услуг, оптимальную как с точки зрения возможностей сети конкретного поставщика услуг, так и с точки зрения пользователя.

#### **Литература**

1. Salina, Jingming Li. Next Generation Networks : perspectives and potentials / Jingming Li Salina and Pascal Salina. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.
2. Технология Cisco IP-NGN нашла применение в системах крупнейшего в Швеции поставщика услуг широкополосного доступа [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2009/100609.html> (20.05.2013).
3. Cisco Systems и "Бритиш телеком" подписали контракт на строительство инфраструктуры IP NGN для "сети XXI века" [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/0520.html> (20.05.2013).
4. Вегешна Ш. Качество обслуживания в сетях IP / Ш. Вегешна // Cisco Press. – 2003. – 356 с.
5. Бабенко Е.И. Система показателей оценки качества телекоммуникационных услуг / Е.И. Бабенко, Е.П. Кудрявцева // Качество. Инновации. Образование. – 2009. – №12. – С. 46-52.
6. Тихвинский В.О. Управление и качество услуг в сетях GPRS/UMTS // В.О. Тихвинский, С.В. Терентьев. – М.: Эко-Трендз, 2007. – 400 с.
7. Ключева Т. Качество предоставления услуг телекоммуникаций в Казахстане – актуальность проблемы / Т. Ключева // Телекоммуникации, телевидение, интернет. Информационные телекоммуникационные сети. – 2008. – № 7(39). – С. 32-56.
8. Мурай А.В. Пользовательская оценка в контексте выбора стратегии управления качеством телекоммуникационных услуг // XIII Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених, аспірантів та студентів «Стан, досягнення і перспективи інформаційних систем і технологій». – Одеса: ОДАХ, 18-19 квітня 2013 р. – С. 197-199.