

УДК 004.051

Шыхалиев Р.Г.

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

ramiz@science.az

О МЕТОДАХ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ QoS КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

В условиях использования в компьютерных сетях множества различных сетевых протоколов, приложений, сервисов и мультимедиа, которые имеют различные требования к QoS (Quality of Service), обеспечение для каждого из них требуемого уровня QoS становится серьезной проблемой. Для решения этой проблемы необходимо в режиме реального времени провести постоянный мониторинг и управление QoS параметров. С целью анализа проблем, связанных с обеспечением QoS, в статье рассматриваются существующие методы мониторинга и управления QoS.

Ключевые слова: *Quality of Service (QoS), QoS параметры, метрики производительности, модель QoS, способы мониторинга QoS, мониторинг и управление QoS.*

Введение

Сегодня в компьютерных сетях (КС), в частности Интернет, используются множества различных сетевых протоколов, приложений, сервисов и мультимедиа, которые имеют различные требования к QoS (Quality of Service). В таких условиях обеспечение для каждого сетевого приложения, сервиса и мультимедиа требуемого уровня QoS становится серьезной проблемой. Так как QoS имеет комплексный характер, то его количественное определение и гарантированное обеспечение становится трудным. Поэтому проведение в режиме реального времени постоянного мониторинга и управления параметрами QoS КС становится очень важным.

На протяжении более десятка лет было проведено множество исследований и были разработаны различные архитектуры, технологии и механизмы QoS [1–4]. Множество исследований и разработок было выполнено IETF (Internet Engineering Task Force), например, IETF RFC 1633 [5], IETF RFC 2430 [6], IETF RFC 2475 [7] и т.д. CAIDA (Cooperative Association for Internet Data Analysis) создала среду измерения сетевого трафика, которая используется для сбора и анализа данных QoS. Следует отметить, что последние достижения по разработке протоколов и технологий, которые способны повысить гибкость КС при обработке трафика сетевых приложений с различными требованиями к QoS, способствуют обеспечению определенных гарантий QoS. Сегодня эти архитектуры, технологии и механизмы широко используются в КС и в основном сосредоточены на обеспечении производительности сети.

Однако сегодня QoS все еще остается одним из самых неоднозначно определенных понятий КС. В зависимости от задач по обеспечению сетевого сервиса QoS может быть определен различными способами и может включать в себя множество различных требований сервиса, такие, как производительность, доступность, надежность, безопасность и т.д. Все эти требования являются очень важными аспектами для комплексного обеспечения QoS. Поэтому для обеспечения QoS компьютерных сетей необходимым является создание QoS структуры, которая включала бы в себя принципы, спецификации и механизмы мониторинга и управления QoS.

QoS гарантии могут быть обеспечены в детерминированных и случайных формах. При детерминированной форме обеспечения, например, подключения к сети постоянно обеспечиваются определенной пропускной способностью. А при случайной форме

обеспечения, например, для какого процента (например, до 95%) пакетов могут быть гарантированы каком-то определенными средними значениями задержки и т.д. Вместе с тем, наряду с предоставлением сетевых ресурсов, для обеспечения QoS необходимо осуществлять постоянный мониторинг и управление QoS. При этом мониторинг и управление QoS необходимы для отслеживания текущего состояния QoS и сравнения результатов мониторинга с ожидаемым уровнем QoS. При обнаружении ухудшения QoS необходимо перераспределить сетевые ресурсы так, чтобы достичь требуемого уровня QoS [3, 4].

Управление QoS имеет очень важное значение для нормального функционирования ныне используемых и вновь создаваемых сетевых приложений и сервисов. Вместе с тем влияние системы управления на управляемую сеть должно быть минимальным и должно своевременно реагировать на ухудшения QoS. А эффективность контроля и управления QoS сети достигается путем мониторинга и анализа трафика.

В статье рассматриваются существующие методы мониторинга и управления QoS и целью является анализ проблем, связанных с обеспечением QoS. С учетом возможностей этих методов администраторы сети могут выбрать соответствующие методы для мониторинга QoS своих сетей. Мониторинг и управление QoS могут увеличить эффективность использования сетевых ресурсов за счет перераспределения имеющихся ресурсов сети, между сетевыми приложениями и сервисами в соответствии с их требованиями к QoS. Системы мониторинга становятся все более важными для количественной оценки и обеспечения QoS [8].

Модель мониторинга QoS компьютерных сетей

По способу получения информации мониторинг QoS могут быть разделены на мониторинг «точка-точка» [9] и распределенный мониторинг [10]. При мониторинге «точка-точка» в режиме реального времени проводится мониторинг QoS трафика между двумя точками, то есть между отправителем и получателем. А при распределенном подходе мониторинга QoS наряду с мониторингом «точка-точка» также проводится мониторинг QoS различных сегментов сети.

В основе модели системы мониторинга QoS КС лежит традиционная модель сетевого мониторинга [11], включающая следующие функциональные компоненты: приложение мониторинга, QoS мониторинг, монитор и объекты мониторинга (рис. 1) [12].

Компонент мониторинг приложения служит интерфейсом для администратора сети. Основными его функциями являются: получение от мониторов информации о сетевом трафике, анализ этой информации и предоставление результатов анализа администратору. На основе анализа результатов сетевой администратор может принять те или иные решения по управлению сетью.

Компонент QoS мониторинга обеспечивает механизмы для мониторинга QoS, которые позволяют компоненту мониторинг приложения получать от соответствующих мониторов информацию о QoS параметрах сетевого трафика.

Компонент монитор собирает и записывает информацию о сетевом трафике и передает ее компоненту мониторинг приложения. В частности, монитор компонент в режиме реального времени измеряет потоки и полученную информацию передает компоненту мониторинг приложения.

Объектом мониторинга QoS может быть такая информация, как атрибуты и действия. В мониторинге QoS КС объектами мониторинга являются, в основном, элементы данных, входящие в потоки.

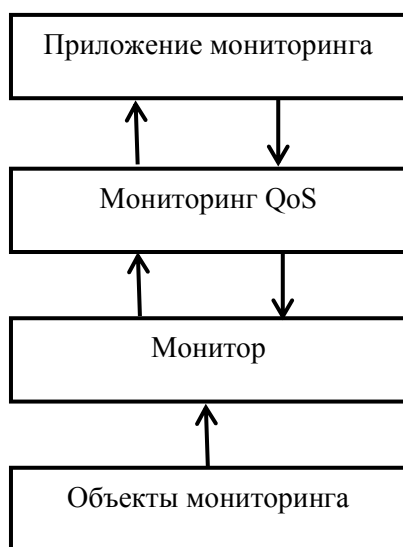


Рис.1. Модель QoS мониторинга

Однако модель мониторинга QoS имеет некоторые отличия от традиционной модели сетевого мониторинга. Во-первых, в модели мониторинга QoS используется один многофункциональный компонент монитор, который собирает и записывает информацию о различных объектах мониторинга. Во-вторых, в модели мониторинга QoS объекты мониторинга, в основном, входят в потоки, в то время как в традиционной модели сетевого мониторинга объекты мониторинга, в основном, входят в общий трафик. Таким образом, традиционный мониторинг КС, как правило, ограничивается сетевым уровнем модели OSI, в то время как модель мониторинга QoS может работать с протоколами прикладного уровня модели OSI (например, UDP и RTP протоколами). Поэтому третье отличие заключается в том, что в модели мониторинга QoS мониторинг выполняется на уровне приложений. Четвертое различие заключается в том, что модель мониторинга QoS включает в себя новый компонент, компонент мониторинга QoS, который позволяет компоненту мониторинга приложения получать от соответствующих мониторингов информацию о QoS параметрах сетевого трафика. Наконец, в отличие от традиционной модели сетевого мониторинга, модель мониторинга QoS может осуществлять QoS анализ, определить проблемы QoS, провести настройку системы мониторинга и реконфигурации сетевых систем.

Метрики и способы мониторинга QoS компьютерных сетей

Несмотря на сегодняшний высокий уровень развития сетевых технологий, по-прежнему для оценки QoS КС не существует единых объективных параметров. Сегодня QoS определяется тремя не связанными друг с другом различными способами: на уровне Ethernet, на IP-уровне и для ATM сетей. Это является одной из основных причин отсутствия единых объективных QoS параметров.

Созданное ITU (International Telecommunications Union) SLA (Service Level Agreements), которое заключается между провайдерами интернет услуг и абонентами, позволило определить QoS параметры сетевых сервисов. Однако SLA не основывается на объективных стандартах и может различаться в зависимости от клиента, провайдера интернет-услуг и предлагаемых услуг [13]. Поэтому отсутствие единого стандарта QoS не позволяет должным образом определить QoS сетевых сервисов.

QoS параметры сетевого сервиса и метрики производительности сети являются показателями качества сетевых сервисов и эффективности функционирования сети. При этом QoS параметры могут быть разными в зависимости от типа сетевых сервисов и должны быть объективными.

Обобщенными QoS параметрами, которые требуются для сетевых сервисов, являются: доступность, доставка, задержка, пропускная способность, MTBF (Mean Time Between Failure) и MTRS (Mean Time to Restore Service) и определяются следующим образом. Доступность – это процентное отношение выполнимости сервиса при каждом конкретном запросе. Доставка является противоположностью потери пакетов, то есть процентное отношение предоставления сервиса без потери пакетов. Задержка – это время, необходимое для перемещения пакета от точки доступа сервиса к удаленной цели и обратно, что обычно включает в себя время транспорта и задержки в очереди. Пропускная способность – это использование производительности или доступной производительности. MTBF является средним временем между отказами сервиса, а MTRS является средним временем, необходимым для восстановления сервиса при отказе.

Метрики производительности КС являются основными метриками оценки эффективности на уровне управления сетью. Типичными метриками производительности КС, используемыми в определении QoS, являются пропускная способность, задержка и потери пакетов. IETF IPPM разработал ряд нижеследующих стандартов по измерению метрик производительности КС:

- метрика для измерения подключаемости (Metric for Measuring Connectivity (RFC2678)) [14] – определяется сериями метрик для подключений между парами интернет-хостов;

- метрика односторонней задержки (A One-Way Delay Metric (RFC2679)) [15] – определяет метрику односторонней задержки в интернет-канале;

- метрика односторонней потери пакетов (A One-Way Packet Loss Metric (RFC2680)) [16] – определяет метрику односторонней потери пакетов в интернет-канале;

- метрика потери «в оба конца» (A Round-trip Delay Metric (RFC2681)) [17] – определяет метрику потери пакетов в интернет-канале «в оба конца»;

- метрика односторонней потери выборки шаблонов (One-Way Loss Pattern Sample Metric (RFC3357)) [18] – определяется двумя различными метриками: «потери дистанции» (loss distance) и «потери периода» (loss period), и связанными с ними статистическими данными, собранными из потока пакетов в Интернет;

- метрика измерения потери IP пакетов (IP Packet Delay Variation Metric (RFC3393)) [19] – определяет метрику изменения потери в потоке пакетов, передающейся по IP из одного хоста к другому.

Мониторинг QoS является одним из основных механизмов QoS управления и может быть осуществлен в автономном или онлайн-режиме, то есть на основе предварительной обработки собранных данных или анализе данных в реальном масштабе времени. При этом, автономный QoS мониторинг больше ориентирован на долгосрочные решения по управлению сетью и предполагает широкий анализ работы сети. А онлайн-мониторинг QoS ориентирован на краткосрочные решения по управлению сетью, то есть в зависимости от текущего состояния сети. При этом результаты мониторинга могут быть использованы реактивными механизмами по управлению трафиком.

Система мониторинга QoS может иметь централизованную или распределенную архитектуру. При централизованном подходе легко получить комплексное представление о производительности сети, но могут возникать проблемы с

масштабируемостью. То есть при значительном увеличении числа узлов и объема данных мониторинга в инфраструктуре могут возникнуть проблемы. А в распределенном подходе данные мониторинга собираются и обрабатываются в каждой точке измерения.

QoS мониторинг может быть осуществлен на различных уровнях абстракции, например, на уровнях пакета, приложений, пользователя и т.д. При этом с помощью измерений на уровнях пакета, приложений, пользователя, сетевого узла, сетевого трафика и на уровне всей сети могут быть получены параметры QoS. На уровне сетевого трафика, для получения параметров QoS, мониторинг осуществляется на сетевом уровне модели OSI. К этим параметрам относятся показатели производительности, такие, как односторонняя задержка, вариация задержки пакетов, односторонние потери пакетов, а также параметры, связанные с трафиком, такие, как нагрузка трафика и пропускная способность.

Как правило, в системе мониторинга QoS измерение QoS параметров осуществляется активным или пассивным способом: При активном измерении в сеть вводится тестовый трафик, который является простым способом оценки QoS параметров сети. Однако при таком способе оценки QoS параметров может быть нарушена нормальная работа сети и сетевого сервиса. Несмотря на это, активный мониторинг является предметом серьезных исследований [20] и был разработан протокол OWAMP (One-Way Active Measurement Protocol) [21], который на основе тестового трафика позволяет измерить односторонние задержки и потери пакетов между хостами.

При пассивном измерении для оценки QoS параметров сети используется реальный сетевой трафик. Несмотря на то, что пассивные методы измерения обычно используются для мониторинга одного узла, например, для поиска и устранения неисправностей в серверах, маршрутизаторах и т.д., они также могут быть использованы для измерений от узла к узлу. Альтернативой измерения от узла к узлу являются измерения, основанные на анализе информации о реальных потоках приложений [22]. Для достижения масштабируемости систем мониторинга QoS целесообразно совместно использовать пассивные и активные способы измерения [23, 24].

Методы мониторинга и управления QoS компьютерных сетей

В современных КС обеспечение QoS сетевых сервисов возможно посредством дифференцирования трафика и уровня сервиса в зависимости от типа трафика. Например, по сравнению с электронной почтой для приложения VoIP, которое является приложением реального времени, объем пропускной способности и время задержки пакетов имеют решающее значение. Однако часто для обеспечения требуемого уровня QoS сетевым сервисам недостаточно просто выделить необходимые ресурсы, а еще требуется управление QoS. Поэтому необходимы соответствующие механизмы мониторинга и управления QoS, которые позволяют обеспечить соответствующий требованиям уровень QoS для различных приложений.

Управление QoS КС – это связанные с QoS технологии, которые, управляя трафиком и пропускной способностью, дифференцируют уровень сетевого сервиса. В основном управление QoS КС осуществляется на основе результатов мониторинга и анализа сетевого трафика. Управление QoS позволит избежать в сети коллизий и перегрузок и в режиме реального времени определить качество используемых сервисов.

Однако, из-за гетерогенности КС QoS имеет комплексный и сложный характер, что усложняет задачу управления QoS. Поэтому, для эффективного управления QoS должны быть выбраны индикаторы эффективности QoS, которые должны иметь прямое отношение к сетевому сервису, и должен быть проведен их непрерывный мониторинг. При обнаружении ухудшения индикаторов эффективности QoS на основе анализа данных должны быть приняты соответствующие меры. Выбор индикаторов эффективности QoS можно осуществлять непосредственно из отдельных данных производительности сети или подсчитать среднее значение производительности. При этом должны учитываться особенности работы сети.

Последние два десятка лет для мониторинга и управления QoS компьютерных сетей были предложены различные архитектуры:

➤ OSI QoS архитектура является одной из первых архитектур мониторинга и управления QoS КС и в основном концентрируется на управлении QoS OSI коммуникаций. Архитектура OSI QoS определяет термины и понятия QoS КС и является моделью, которая в открытых системах определяет QoS объекты. При этом QoS объекты и их взаимодействие описываются набором QoS характеристик. Основными понятиями архитектуры OSI QoS являются следующие:

- QoS требования, которые реализуются через QoS управления и поддержки;
- QoS характеристики, которые представляют собой описание основных показателей QoS, подлежащих управлению;
- QoS категории, которые представляют собой политику управления группой QoS требований конкретной среды;
- функции управления QoS, которые могут быть объединены различными способами и в целях удовлетворения требований QoS использовать различные характеристики QoS.

Архитектура OSI QoS состоит из двух уровней управления (специального и системного), которые с помощью мониторинга и поддержки обеспечивают требования QoS.

➤ XRM (Extended Integrated Reference Model) архитектура, является архитектурой мониторинга и управления QoS ATM сетей и мультимедийных систем. В контексте мониторинга и управления QoS определяет понятия характеризующих ATM сетей и мультимедийных систем. XRM архитектура состоит из компонентов мониторинга и управления, таких, как:

- управление сетью и системой;
- управление коммуникациями;
- планирование процессов;
- управление потоками;
- абстракция и управление данными.

➤ QoS-A (Quality of Service Architecture) архитектура, является многоуровневой архитектурой сервисов и механизмов управления и контроля QoS непрерывных мультимедийных потоков в мультисервисных сетях. Архитектура QoS-A включает в себя следующие основные понятия:

- потоки (flows), характеризующие обработку, передачу и потребление мультимедийных потоков (streams) с соответствующими QoS;
- требования к обслуживанию, которые являются обязательными соглашениями уровня QoS между пользователями и поставщиками;
- поток управления, который обеспечивает контроль и поддержку уровня QoS.

Реализация концепции потоков требует активного управления QoS и тесной интеграции между устройством управления, конечной системой планирования потоков, коммуникационных протоколов и сетей.

В работе [4] проводится более широкий обзор этих и других архитектур, которые в основном предназначены для мониторинга «точка-точка» и управления QoS. Известно, что в «точка-точка» архитектуре мониторинга и управления QoS, QoS контролируется только между двумя точками, то есть между отправителем и получателем. Однако для мониторинга и управления QoS современных КС, масштабируемость является ключевым моментом. В целях решения вопроса масштабируемости QoS мониторинга и управления в КС в работах [25–27] были предложены различные принципы и архитектуры распределенного мониторинга и управления QoS, которые основываются на агентной технологии.

Заклучение

Мониторинг и управление QoS в современных КС имеют первостепенное значение в обеспечении нормальной работы ныне используемых и вновь создаваемых сетевых приложений, сервисов и протоколов, которые имеют различные требования к QoS. Посредством мониторинга и управления QoS КС может быть повышена эффективность использования сетевых ресурсов за счет перераспределения имеющихся ресурсов сети между сетевыми приложениями, сервисами протоколов в соответствии с их требованиями к QoS. Однако использования в современных КС множества сетевых протоколов, приложений, сервисов и мультимедиа создает серьезные проблемы по обеспечению требуемого уровня QoS для каждого из них.

В статье проведен анализ существующих методов мониторинга и управления QoS и выявлены проблемы, связанные с обеспечением QoS КС. Также на основании анализа этих методов были выявлены их возможности по мониторингу и управлению QoS. С учетом этих возможностей администраторы сети могут выбрать соответствующие методы для мониторинга и управления QoS своих сетей.

Литература

1. Firoiu V. et al., Theories and Models for Internet Quality of Service // Proc. of IEEE, Special issue on Internet Technology, 2002, Vol. 90, Is. 9 pp. 1565–1591.
2. Soldatos J., Vayias E., Kormentzas G., On the Building Blocks of Quality of Service in Heterogeneous Ip Networks // IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2005, vol. 7, No.1, pp. 70-89.
3. Karam F., Jensen T., A Survey on QoS in Next Generation Networks // Advances in Information Sciences and Service Sciences, 2010, Vol. 2, No. 4, pp. 91–102.
4. Aurecochea C., Campbell A., and Hauw L., A Survey of QoS Architectures // Multimedia Systems Journal, 1998, Vol. 6, No. 3, pp. 138–151.
5. Braden R., Clark D., and Shenker S., Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview, IETF RFC 1633, Tech. Rep., 1994. <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc1633.txt>
6. Li T. and Rekhter Y., A Provider Architecture for Differentiated Services and Traffic Engineering (PASTE), IETF RFC 2430, Tech. Rep., 1998. <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2430.txt>
7. Blake S., Black D., Carlson M., Davies E., Wang Z., and Weiss W., An Architecture for Differentiated Services, IETF RFC 2475, Tech. Rep., 1998. <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2475.txt>
8. Asgari A., Trimintzios P., Irons M., Egan R., and Pavlou G., Building Quality-of-Service Monitoring Systems for Traffic Engineering and Service Management // Journal of Network and Systems Management, 2003, Vol. 11, No. 4, pp. 399–426.

9. Jiang Y., Tham C.K., Ko C.C., A QoS distribution monitoring scheme for performance management of multimedia networks / Proc. of IEEE GLOBECOM'99, Brazil, Dec. 1999, Vol. 1A, pp. 64-68.
10. Foster I., Roy A., Sander V., and Winkler L., End-to-End Quality of Service for High-End Applications, Technical Report, Mathematics and Computer Science Division, Argonne National Laboratory, Argonne, 1999. [www.mcs.anl.gov/qos/end to end.pdf](http://www.mcs.anl.gov/qos/end%20to%20end.pdf)
11. Stallings W., SNMP, SNMPv2 and RMON: Practical Network Management, 2nd edition, Addison-Wesley, 1996.
12. Jiang Y., Tham C.K., Ko C.C., Challenges and approaches in providing QoS monitoring. International Journal of Network Management, 2000, Vol. 10, No.6, pp. 323–334.
13. ITU-T, Support of ip-based services using ip transfer capabilities, Tech. Rep. Rec. Y.1241, 200.
14. Mahdavi J. and Paxson V., Ippm metrics for measuring connectivity, IETF RFC 2678, September, 1999.
15. Almes G., Kalidindi S., and Zekauskas M., A one-way delay metric for ippm, IETF RFC 2679, 1999.
16. Almes G., A one-way packet loss metric for ippm, IETF RFC 2680, 1999.
17. Almes G., Kalidindi S., and Zekauskas M., A round-trip delay metric for ippm, IETF RFC 2681, 1999.
18. Koodli R. and Ravikanth R., One-way loss pattern sample metrics, IETF RFC 3357, 2002.
19. Demichelis C. and Chimento P., Ip packet delay variation metric for ip performance metric (ippm), IETF RFC 3393, 2002.
20. Whitner R., Pollock, G., Cook C.: On Active Measurements in QoS-Enabled IP Networks / PAM'02, Fort Collins CO, 2002. <http://ebookbrowse.com/on-active-measurements-in-qos-enabled-networks-pdf-d393932545>
21. Shalunov S., Teitelbaum B., Karp A., Boote J., Zekauskas M.: A One-way Active Measurement Protocol (OWAMP), RFC 4656 2006.
22. Corral J., Texier G., Toutain L.: End-to-end Active Measurement Architecture in IP Networks (SATURNE) / PAM'03, 2003.
23. Asgari H., Trimintzios P., Irons M., Egan R., Pavlou G.: Building Quality-of-Service Monitoring Systems for Traffic Engineering and Service Management // Journal of Network and Systems Management 2003, Vol.11, No. 4, pp. 399–426
24. Lima S.R., Sousa P., Carvalho P.: Enhancing QoS Metrics Estimation in Multiclass Networks /Proc. of 22nd Annual ACM Symposium on Applied Computing (ACM SAC'07), Track on Computer Networks, Seoul, Korea, 2007, pp. 227–231.
25. Asgari A., Trimintzios P., Irons M., Egan R., and Pavlou G., Building Quality-of-Service Monitoring Systems for Traffic Engineering and Service Management, Journal of Network and Systems Management, 2003, Vol. 11, No. 4, pp. 399–426.
26. Ribeiro M. B., Granville L. Z., Almeida I. B., and Tarouco L. M. R., QoS Monitoring System on IP Networks / Proc. of the 4th IFIP/IEEE International Conference on Management of Multimedia Networks and Services: Management of Multimedia on the Internet , 2001,pp. 222–226.
27. Michalas A., Louta M., Kouzas G., An intelligent agent based QoS provisioning and network management system // WSEAS Transactions on Computers, Vol. 5 No. 11, pp. 2710–2717.

UOT 004.051

Şıxəliyev Ramiz H.

AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

ramiz@science.az

Kompüter şəbəkələrinin QoS monitorinqi və idarə edilməsi üsulları haqqında

Kompüter şəbəkələrində çoxlu sayda müxtəlif QoS (Quality of Service) tələblərə malik şəbəkə protokolları, proqramları və multimedia istifadə olunduqda, onların hər biri üçün tələb olunan QoS səviyyəsinin təmin edilməsi ciddi məsələyə çevrilir. Bu problemin həlli üçün QoS parametrlərin real zaman rejimində daimi monitorinqi və idarə edilməsi lazımdır. QoS-un təmin edilməsi məqsədi ilə məqalədə QoS monitorinq və idarəetmənin mövcud üsullarına baxılmışdır.

Açar sözləri: Quality of Service (QoS), QoS parametrlər, məhsuldarlıq metrikaları, QoS modeli, QoS monitorinq üsulları, QoS monitorinq və idarəetmə.

Ramiz H. Shikhaliyev

Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

ramiz@science.az

Methods for QoS monitoring and managing of computer networks

In the conditions of use in computer networks set of various network protocols, appendices, services and multimedia which have various requirements to QoS (Quality of Service), providing for each of them the demanded QoS level becomes a serious problem. For the solution of this problem it is necessary to carry out in real time continuous monitoring and management of QoS parameters. For the purpose of the analysis of the problems associated with providing QoS, in the article existing methods of QoS monitoring and management are considered.

Key words: quality of service (QoS), QoS parameters, performance metrics, QoS model, QoS monitoring methods, QoS monitoring and management.