

ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ДОСТУПУ ДО ІНТЕРНЕТ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТУ ДСТУ ETSI EG 202 057-4:2015

Nedashkivsky O.L. Quality measurement of Internet access parameters according to the standard DSTU ETSI EG 202 057-4: 2015.

The National Commission for the State Regulation of Communications and Informatization (NKRZI) has established requirements for service providers to specify in contracts minimum access to Internet speeds of transmission and reception of data in the fixed network, and maximum speed of transmission and acceptance of data for Internet access services for mobile communications.

The document provides QoS parameters of access to Internet as they are perceived by the user (in the context of the users point of view).

In our view, to consider “spirit” of the document and the real-ties of Internet access in Ukraine the measurements of Internet access QoS should also be carry out in the corresponding areas separately.

Proposed new scheme of QoS measuring of Internet access.

Obtained the following conclusions: a) standard regulates only baseline for Internet access; in standard does not mentioned MetroEthernet network; b)in the standard there is not any requirement for placement of Test-Server after limiting traffic systems (hardware, performing traffic flow management, including using mechanisms of limiting the maximum speed, according to tariff plans), but this is important to achieve the compliance of the real rate stated.

It is necessary to conduct further research of real loading pro-file, without which it is impossible to offer a standard profile tests.

Keywords: quality of service parameters, access network, Internet.

Недашківський О.Л. Вимірювання параметрів якості доступу до Інтернет відповідно до стандарту ДСТУ ETSI EG 202 057-4:2015.

Розглядаються вимоги стандарту ДСТУ ETSI EG 202 057-4:2015. Даються рекомендації по імплементації на мережах України. Вказуються проблеми, що потребують додаткових досліджень. Запропонована уточнена еталонна схема доступу до мережі Інтернет та описані сценарії організації вимірів в контексті національних реалій.

Ключові слова: параметри якості обслуговування, мережі доступу, Інтернет.

Недашковский А.Л. Измерение параметров качества доступа в Интернет в соответствии со стандартом ДСТУ ETSI EG 202 057-4: 2015.

Рассматриваются требования стандарта ДСТУ ETSI EG 202 057-4: 2015. Даются рекомендации по имплементации на сетях Украины. Указываются проблемы, требующие дополнительных исследований. Предложенная уточненная эталонная схема доступа к сети Интернет и описаны сценарии организации измерений в контексте национальных реалій.

Ключевые слова: параметры качества услуг, сети доступа, Интернет.

Вступ

З 1 січня 2017 року швидкості передавання та приймання даних стануть обов'язковим предметом договору про надання послуг доступу до Інтернет [1]. Відповідне рішення НКРЗІ від 23.08.2016 № 439 «Про внесення змін до Основних вимог до договору про надання телекомунікаційних послуг [2] та Правил здійснення діяльності у сфері телекомунікацій (діяльність з надання послуг доступу до Інтернет) [3]». Зазначене рішення НКРЗІ зареєстровано в Міністерстві юстиції України 19.09.2016 за № 1268/29398. опубліковано в «Офіційному віснику України» від 11 жовтня 2016 року № 78.

Національна комісія встановила вимоги для постачальників послуг зазначати в договорах про надання послуг доступу до Інтернет (тарифних планах) значення мінімальних швидкостей передавання та приймання даних в мережах фіксованого зв'язку або розраховані максимальні швидкості передавання та приймання даних для послуг доступу до Інтернет для рухомого (мобільного) зв'язку. Запропоновані зміни сприятимуть реалізації прав споживачів щодо отримання якісних телекомунікаційних послуг, вільного вибору оператора, провайдера телекомунікацій за показниками ціна/якість, а також стимулюватимуть подальший розвиток конкуренції на ринку надання послуг доступу до Інтернет.

Змінами передбачено вимірювання швидкостей передавання та приймання даних для послуг доступу до Інтернету відповідно до національного стандарту України ДСТУ ETSI EG 202 057-4:2015 (ETSI EG 202 057-4:2008, IDT[4]) виключно в межах телекомунікаційної мережі оператора – постачальника послуги, з яким укладено договір.

Запровадження даного стандарту на науково-обґрунтованих засадах окрім підвищення якості обслуговування користувачів Інтернет дозволить на основі адекватної порівнюваності і відтворюваності результатів контрольних замірів (деякі проблеми порівняння результатів, отриманих різними організаціями та за різною методологією висвітлені в [4]) отримати коректні дані, які необхідні для аналізу і порівняння ступеня якості надання послуг доступу в Інтернет різними операторами і державами, які імплементували даний стандарт [5].

1. Аналіз вимог стандарту

Метою стандарту є формалізація загальних рекомендації щодо визначення і методики вимірювання параметрів якості обслуговування (QoS - Quality of Service), в контексті сприйняття кінцевими користувачами. Основна задача цих параметрів - визначення об'єктивних і порівнюваних показників QoS з метою інформування користувачів.

В загальному випадку даний документі стосується будь-якої телекомунікаційної послуги, проте деякі параметри можуть мати обмежене застосування. Стандарт призначений для надання набору параметрів, з якого можна вибирати окремі елементи. Не є обов'язковим використання всіх чи будь-якого елемента. Параметри QoS перш за все пов'язані з послугами та сервісними функціями, а не з технологією, яка використовується для надання послуг. Тому параметри повинні бути здатними до застосування не залежно від технології передачі.

Встановлення цільових значень для QoS не регламентується. Параметри QoS, описані в цьому документі, не призначені для вичерпної оцінки QoS послуг зв'язку. Документ наводить набір параметрів QoS, який охоплює аспекти, які стосуються користувача, а не повний перелік параметрів QoS. Цей набір був обраний для ділянок (сегментів мереж), де моніторинг QoS, !! здається найбільш доцільним, тобто для ділянок, в яких найбільш ймовірно будуть наявні порушення QoS (деградація параметрів показників якості).

Якщо зацікавлені сторони (оператори, провайдери, користувачі, державні регулятори) забажають розглянути інші параметри QoS, рекомендується, наскільки це практично можливо, слідувати загальному підходу, який застосовано в стандарті.

Перелік параметрів QoS призначається для використання користувачами для розуміння різних телекомунікаційних послуг. В залежності від різних умов, можуть бути обрані скорочені набори. Наприклад один параметр може бути актуальним для багатьох користувачів в одних країнах або ринках і не мати значення в інших.

Зацікавлені сторони - користувачі, клієнти, регулятори, постачальники послуг, мережеві оператори та інші сторони, зацікавлені в використанні параметрів QoS - повинні вирішувати спільними зусиллями, які параметри повинні бути використані в конкретній ситуації. При цьому рекомендується додержуватись наступних принципів:

1. Наявність точно визначеної мети, для якої будуть використовуватися параметри QoS;
2. Загальний рівень якості досягається за умови застосування більшістю операторів;
3. Забезпечення рівня деталізації та точності параметрів, достатнього для забезпечення можливості адекватного порівняння;
4. Врахування вартісних характеристик: проведення вимірювань та формування звітності для кожного параметра.

Для досягнення головної мети стандартом проведена переоцінка терміну «Доступ до мережі Інтернет». На відміну від інших (традиційний) телекомунікаційних послуг, доступ до Інтернет складається з різних з'єднань і служб, які повинні бути доступні в поєднанні з тим, щоб дати можливість функціонального доступу до мережі Інтернет. В загальному випадку, якість послуг, що сприймається користувачем, залежить від якості кожного окремого елемента з'єднання «з кінця в кінець». Користувач розуміє доступ до Інтернет в якості можливості доступу до послуг, які покладаються на транспортні механізми в мережі. Для

більшості користувачів чистий (фізичний) доступ до мережі Інтернет не має ніякого практичного застосування. Використовуючи технічну мову, користувач повинен бути в змозі мати доступ до транспортних механізмів мережі Інтернет, а саме - доступ до передачі IP рівня. Це дає користувачу можливість підключення до інших суб'єктів в мережі Інтернет (на основі IP-мережі). При цьому доступ в Інтернет може бути зрозумілий як платформа для доступу до інших «кінцевих» послуг.

Тому термін доступ до Інтернет повинен розумітися в першу чергу як - фізичний і логічний доступу до ядра мережі, тобто доступ включає всі функціональні можливості, які необхідні, користувачеві для встановлення з'єднання з іншими вузлами Інтернет і використання додаткових послуг (сервісів). При цьому, фізичний та логічний доступ може бути забезпечений різними постачальниками послуг.

Питання, які лежать за рамками базового розуміння доступу в Інтернет, наведеного в стандарті, в значній мірі залежать від конкретної послуги «з кінця в кінець», і тому повинні бути предметом додаткових досліджень.

У документі наводяться параметри QoS доступу до Інтернет так, як вони сприймаються користувачем (в контексті сприйняття користувачами). Термін доступ до мережі Інтернет включає в себе фізичний доступ між кінцевим обладнанням користувача та точкою підключення до мережі провайдера Інтернет (IAP - Internet Access Provider), який надає доступ до Інтернет. Обсяг параметрів обмежується тільки способом доступу. Параметри якості послуг «з кінця в кінець» виходять за рамки цього документа.

Сам доступ в Інтернет забезпечується за допомогою IAP. З'єднання між кінцевим обладнанням користувача і IAP може встановлюється через транзитну мережу. У більшості випадків це телекомунікаційна мережа загального користування (PTN- Public Telecommunications Network), але не виключаються проводові та безпроводові локальні обчислювальні мережі (LAN - Local Area Network). Базовий сценарій для доступу в Інтернет наведено на рис. 1.

У багатьох випадках постачальник послуг доступу в Інтернет може залежати від інших постачальників. Прикладом може служити IAP, який пропонує доступ до Інтернет, але не забезпечує доступ від користувача до NTP. У таких випадках постачальник сервісу для клієнта несе відповідальність за всі елементи, які він отримує оплату від клієнта. Для того, щоб задовольнити QoS, постачальник послуг повинен буде впевнитися про наявність адекватних QoS, які забезпечуються залученими постачальниками послуг. Параметри QoS відповідального постачальника послуг повинні відображати як свій власний внесок , так і внесок усіх залучених постачальників.

Нагадаємо основні типові види доступу:

1. вузькосмуговий фіксований доступ - dial-up, ISDN;
2. широкосмуговий фіксований доступ -xDSL, cable modem, MetroEthernet [6];
3. бездротовий доступ – WLAN (Wireless Local Area Network), GSM (Global System for Mobile communications), GPRS (General Packet Radio Service) and UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

Методи вимірювання, визначені в документі, в принципі можуть бути застосовані до будь-яких технологій доступу, включаючи безпроводові, але з певною обережністю.

Запропоновані в документі методи вимірювання орієнтовані на технології фіксованого доступу (в т.ч. безпроводового), але не враховують ефекти, пов'язані з мобільним доступом.

Відомо два методи отримання даних про параметри функціонування мережі:

1. моніторинг реального трафіку;
2. тестові заміри.

На даний момент не існує відомої методики оцінки якості доступу в Інтернет, яка б базувалася на моніторингу реального трафіку і при цьому забезпечувала відтворюваність і порівнювальність отриманих результатів. Це вимагає подальшого вивчення і має бути предметом додаткових досліджень.

Враховуючи переваги і недоліки кожного, рекомендується застосування метода,

заснованого на тестових замірах.

При цьому обидва методи вимірювання вимагають документального фіксування детального «плану вимірювання», який повинен забезпечувати надійність статистичних даних, передбачати певний час на підготовку для тестування.

В табл. 1 наведені параметри QoS, метод вимірювання та організатор вимірювань.

Таблиця 1. Зведення параметрів QoS [5]

Параметри	Що вимірюється	Вимірювальний метод	Організатор вимірювань
Час реєстрації в мережі	Кількість успішних спроб реєстрації в мережі	Тестові виклики	Всі ІАР, які вимагають реєстрації в мережі / входу в систему (логіні процес)
Швидкість передачі даних (окремо по кожному напрямку передачі)	1. Максимальна швидкість передачі даних, кбіт/с. 2. Мінімальна швидкість передачі даних, кбіт/с. 3. Середнє значення і стандартне відхилення швидкості передачі даних, кбіт/с	Тестові виклики	Всі ІАР
Коефіцієнт невдалих спроб передачі даних	Коефіцієнт невдалих спроб, %	Тестові виклики	Всі ІАР
Коефіцієнт успішних спроб реєстрації в мережі	Коефіцієнт успішних спроб реєстрації в мережі, %	Тестові виклики	Всі ІАР, які вимагають реєстрації в мережі / входу в систему (логіні процес)
Затримка (часу в одну сторону)	1. Середні значення затримки в мілісекундах. 2. Стандартне відхилення затримки	Тестові виклики	Всі ІАР

В табл. 2 наведені вимоги по оприлюдненню результатів вимірювань.

Таблиця 2. Параметри QoS та відповідальний за їх оприлюднення [5]

Параметри QoS	Результат вимірювань	Інформація представляється
Час реєстрації в мережі	Найменше значення часу реєстрації в мережі для 80% і 95% спроб	ІАР
Швидкість передачі даних (окремо по кожному напрямку передачі)	Максимальне, мінімальне і середнє значення швидкості передачі даних а також стандартне відхилення	ІАР
Коефіцієнт невдалих спроб передачі даних	Відсоток невдалих спроб передачі даних	ІАР
Коефіцієнт успішних спроб реєстрації в мережі	Відсоток успішних спроб реєстрації в мережі	ІАР
Затримка (часу в одну сторону)	Час в секундах	ІАР

2. Базова (еталонна) схема доступу до мережі Інтернет

В принципі мережа доступу може бути розділена на дві частини: секцію, яка забезпечує фізичний доступ, і секцію концентрації/транзиту (агрегації/транзиту).

Локальний комутатор (рис. 1) концентрує трафік і відправляє на ІАР. Цей пункт зв'язку суттєво впливає на якість доступу в Інтернет. Виміряні параметри якості будуть змінюватись при зміні навантаження. Параметри якості Інтернет послуги «з кінця в кінець» залежать від якості мережі ІАР, мережі загального користування та контент-провайдера. Але ці ефекти виходять за рамки параметрів QoS, що регламентуються досліджуваним стандартом.

Параметри QoS, визначені в документі, стосуються тільки оцінки якості зв'язку між кінцевим користувачем і ІАР.

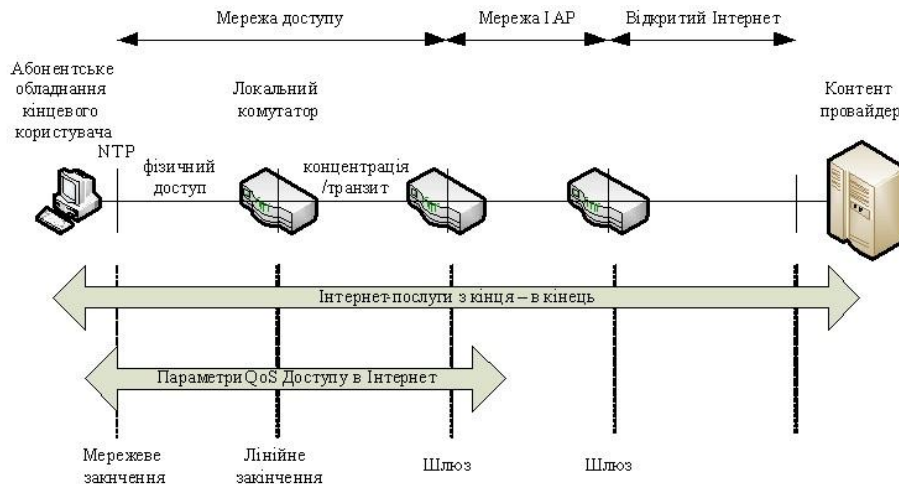


Рис. 1. Базова (еталонна) схема доступу до мережі Інтернет [5]

Базова (еталонна) схема вимірювання (рис. 2) QoS доступу до Інтернет складається з випробувального комп'ютера Test-PC, який підключено до мережі доступу, а також спеціального випробувального серверу Test-Server, який знаходиться в мережі IAP.

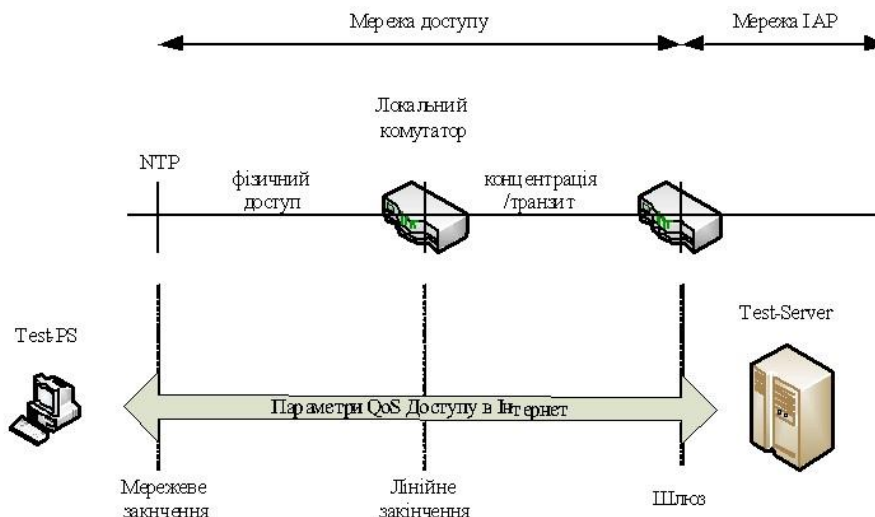


Рис. 2. Базова (еталонна) схема вимірювання параметрів QoS доступу до мережі Інтернет [5]

Щоб оцінити якість зв'язку між кінцевим користувачем і IAP Test-Server повинен бути розміщено як можна ближче до шлюзу «мережа доступу/IAP» (AccessNetwork/IAP). Ця точка обирається у відповідності з розумінням терміну «доступ в Інтернет», як визначено в стандарті.

Якщо необхідно також враховувати вплив мережі IAP на QoS, то Test-Server повинний бути розташовано якомога ближче до шлюзу IAP/відкритий Інтернет.

На наш погляд, цю схему можна і доцільно уточнити. Щоб оцінити відповідність реальної швидкості передачі заявленим, Test-Server повинен бути розміщено за системами обмеження трафіку (Shaper's). Shaper – це програмно-апаратні технічні засоби, які виконують управління потоком трафіку, в т.ч. обмеження максимальної швидкості у відповідності до тарифних планів).

Пропонована схема вимірювання QoS доступу до Інтернет наведена на рис. 3.

Слідуючи букві «ETSI EG 202 057-4 V1.2.1 2008-0»[5] точка, в якій повинно бути встановлено Test-Server, може бути розміщена в будь-якому місці між шлюзами мережі IAP. Проте рекомендується вибрати її якомога ближче до шлюза AccessNetwork/IAP.

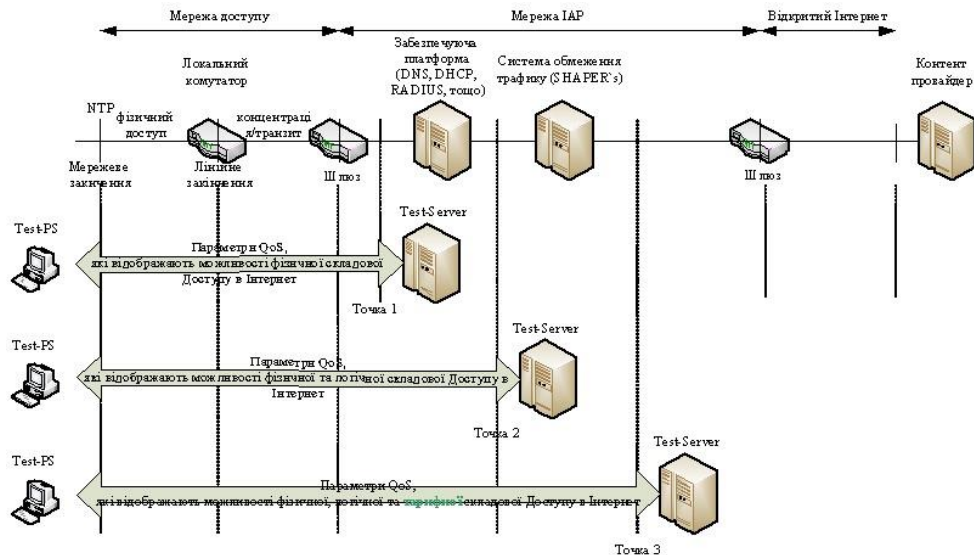


Рис. 3. Пропонована схема вимірювання QoS доступу до Інтернет

На наш погляд, аби врахувати «дух» документа та реалії Інтернет доступу в Україні, при яких часто провайдери розділяють «Світовий сегмент», «Український сегмент» та «Внутрішній сегмент», необхідно здійснювати вимірювання за відповідними напрямками окремо.

Враховуючи викладене, ми бачимо кілька можливих сценаріїв:

1. Сценарій 1 (місце встановлення Test-Server у Точці 1): результати вимірів будуть відображати фізичні та каналні можливості «абонентського доступу» (Рівні 1 та 2 моделі OSI). Цей сценарій можна використовувати тільки якщо до цієї точки здійснено застосування, у відповідності до тарифних планів та профілів управління трафіком. Якщо ні, то треба розглядати сценарії 2 і 3.

2. Сценарій 2 (місце встановлення Test-Server у Точці 2): результати вимірів будуть відображати фізичні, каналні та мережеві можливості «абонентського доступу» (Рівні 1, 2 та 3 моделі OSI), Цей сценарій можна використовувати тільки якщо до цієї точки здійснено застосування у відповідності до тарифних планів профілів управління трафіком. Якщо ні, то треба розглядати сценарій 3.

3. Сценарій 3 (місце встановлення Test-Server у Точці 3): результати вимірів будуть відображати фізичні, каналні, мережеві можливості «абонентського доступу» (Рівні 1, 2 та 3 моделі OSI), а також застосовувані (обмежувальні) у відповідності до тарифних планів профілі управління трафіком.

3. Рекомендації до конфігурації тестового обладнання

Рекомендовані налаштування параметрів TCP Test-PC є одними з можливих (з коробки) реалізацій загальної операційної системи клієнта.

Причина, чому запропонована така конфігурація пов'язана з тим, що для користувача вона максимально наближена до конфігурації «за замовчуванням» (враховуючи, що більшість клієнтів буде використовувати Microsoft Windows):

- Максимальний розмір сегменту (Maximum Segment Size) між 1 380 Байт та 1 460 Байт;
- Розмір TCP RX вікна (TCP RX Window Size) = 16 384 Байт;
- Опція вібіркового підтвердження (SACK) увімкнено;
- Явне повідомлення про перевантаження (ECN) відключено;
- Зміна TCP вікна (TCP Window Scaling) увімкнено;
- Мітка часу TCP (TCP Timestamping) відключено;
- Визначення PMTU (PMTU Discovery) відключено (але DF-біт встановлено);
- Швидка повторна передача TCP (TCP Fast Retransmit);

- Швидке відновлення TCP (TCP Fast Recovery) увімкнено;
 - Затримане підтвердження (Delayed ACK) увімкнено (200 мс);
- Рекомендації до конфігурації Test-Server:

1. всі тести повинні проводитись на окремих, добре специфікованих серверах (характеристики і параметри яких добре задокументовані, аби забезпечити можливість відтворюваності і порівнюваності результатів);

2. застосування комерційних серверів (сервери які використовуються для надання різних сервісів) не допускається;

3. при вимірюваннях, Test-Server повинен бути ідентифікований за допомогою IP-адреси (а не його FQDN, для того, щоб уникнути проблем з DNS пошуком і в тому числі стратегією ОС при кешуванні DNS):

4. TCP параметри Test-Server повинні бути запротокольовані.

Оскільки кількість ОС, які використовуються Інтернет-серверами, більше, ніж на стороні клієнта, не надається однієї конкретної рекомендації щодо TCP налаштувань цих серверів. Як мінімум, параметри налаштувань стеку TCP тестового сервера повинні бути здатні на наступне:

- Максимальний розмір сегменту (Maximum Segment Size) між 1 380 Байт та 1 460 Байт;
- Розмір TCP RX вікна (TCP RX Window Size) > 4 096 Байт;
- Опція вибіркового підтвердження (SACK) увімкнено;
- Швидка повторна передача TCP (TCP Fast Retransmit);
- Швидке відновлення TCP (TCP Fast Recovery) увімкнено;
- Затримане підтвердження (Delayed ACK) увімкнено (200 мс).

4. Забезпечення репрезентативності тестових замірів

Репрезентативність тестових замірів повинна включати адекватний просторовий і часовий розподіл вимірів. Вибір місць та часу виконання вимірів є ключовим моментом по відношенню до порівнювальності і повторюваності (відтворюваності) статистичних результатів для вимірюваних параметрів.

План випробувань слід проектувати таким чином, щоб забезпечити отримання результатів, які адекватно відображають QoS і так, як їх сприймає користувач (в контексті сприйняття користувачами).

В документі надано тільки загальне керівництво по правильному вибору часового і просторового розподілу тестових замірів та вказано на доцільність проведення додаткових досліджень.

Просторовий розподіл має враховувати фактичну мережеву інфраструктуру, особливо те, на скільки однорідна мережа доступу.

Часовий розподіл тестових замірів повинен відображати зміни трафіку в залежності від реального навантаження.

Теоретично часовий розподіл тестових замірів повинен відображати зміну реального навантаження і, отже, кількість тестових замірів за годину, що здійснює Test-PC, повинна змінюватися відповідно до часових характеристик реального трафіку.

Такий підхід був би дорогим і важким для реалізації, а результати можуть вводити в оману в випадках, коли швидкість тестових замірів дуже низька або необґрунтовано висока.

Наскільки відомо, ґрунтовних досліджень профілю навантаження не здійснено, а без цього не можна обґрунтовано запропонувати конкретний (стандартний) профіль тестування, який би враховував зміну реального навантаження. Тому вважаємо доцільним проведення наступних досліджень.

Альтернативний і кращий варіант- організувати тестові заміри через регулярні проміжки часу і зважити результати згідно зі зразками реального навантаження. Тестові заміри і їх збір в цьому разі повинні здійснюватися з регулярними інтервалами до 20 хвилин. Результати вимірювань, отримані в кожному замірі, повинні бути зважені за фактором завантаженості мережі оператора (% зайнятої пропускної здатності) у відповідному місці і моменті часу,

коли здійснювались заміри.

Просторова репрезентативність (географічне охоплення тестовими замірами) вимагає того, щоб кількість географічних місць замірів повинна бути достатньою, щоб гарантувати репрезентативність результатів у зоні покриття і достатня зі статистичної точки зору. Для того щоб гарантувати просторову репрезентативність вимірювань, оператори повинні встановити і розгорнути тестові комплекти в залежності від кількості активних клієнтів у кожному регіоні відповідно до правил (наприклад: розмір ринку і демографічні особливості у відповідній країні), які слід брати до уваги.

Приклад: швидкість доступу в Інтернет на основі ADSL і подібних технологій залежить від довжини мідних ліній. Це слід брати до уваги при виборі місця для установки Test-PC в кожному географічному районі. В ідеалі, середня довжина ліній, що використовуються в тестуванні повинна бути рівною значенню середньої довжини ліній по відповідній мережі.

В табл. 3 наведені референтні (оціночні, цільові) показники QoS для різної природи джерела інформації.

Таблиця 3. Цільові показники для аудіо та голосових додатків

Природа інформації	Додаток	Рівень симетричності	Типова швидкість	Ключові параметри продуктивності і граничні значення			
				Одностороння затримка	Відхилення затримки	Втрата інформації (зауваження 2)	Інше
Аудіо	Розмовна мова	Двонаправлена	4 кбіт/с - 64 кбіт/с	<150 мс бажана (зауваження 1) <400 мс межа (зауваження 1)	<1 мс	<3 % втрачених пакетів	
Аудіо	Голосова пошта	Здебільшого однонаправлена	4 кбіт/с - 32 кбіт/с	<1 с для відтворення <2 с для запису	<1 мс	<3 % втрачених пакетів	
Аудіо	Високоякісне потокове аудіо	Здебільшого однонаправлена	16 кбіт/с - 128 кбіт/с (зауваження 3)	<10 с	<<1 мс	<1 % втрачених пакетів	
Низькошвидкісне відео	Відеотелефонія	Двонаправлена	16 кбіт/с - 384 кбіт/с	<150 мс бажана (зауваження 4) <400 мс межа		<1 % втрачених пакетів	Синхронізація рухів губ: < 80 мс
Низькошвидкісне відео	Одностороння передача	Однонаправлена	16 кбіт/с - 384 кбіт/с	<10 с		<1 % втрачених пакетів	

ЗАУВАЖЕННЯ:

1: Передбачає адекватний контроль ехосигналів.

2: Точні значення залежать від конкретного кодека, але припускають використання алгоритмів маскування втрачених пакетів, щоб мінімізувати ефект від втрати пакетів.

3: Якість дуже залежить від типу кодека і швидкості потоку.

4: Ці значення слід розглядати як довгострокові цільові значення, які можуть не задовольнятися за допомогою сучасних технологій.

5. Кількісна і якісна оцінка результатів тестових замірів

Число тестових замірів залежить від відхилення результатів замірів. Вона може бути обчислена за формулою [5]:

$$n = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2}{\alpha^2} \cdot \left(\frac{s}{\text{mean}(x)} \right)^2,$$

де: n - кількість спостережень;

$Z_{1-\alpha/2}$ - [1- $\alpha/2$] - процентиль стандартного нормального розподілу;

s - очікуване стандартне відхилення, яке розраховується з попередніх вимірювань або взяті за результатами експериментального дослідження;

$mean(x)$ – очікуване середнє значення, яке розраховується з попередніх вимірювань або взяті за результатами експериментального дослідження;

a – відносна точність.

Вимагається, щоб число спостережень вибиралось таким чином, аби абсолютна точність $X\%$ або відносна точність $Y\%$ досягалась з рівнем достовірності 95%.

У табл. 4 наведені результати для рівня достовірності 95% ($Z_{1-\alpha/2}=1,96$) та відносної точності: $a=2\%$.

Таблиця 4. Кількість замірів для різних значень відношення $s/mean(x)$

$s/mean(x)$	Необхідна кількість спостережень
<0,11	100
0,1 до 0,3	1000
>0,3 до 0,5	25000
>0,5 до 0,7	5000
>0,7 до 0,9	75000
>0,9	10000

Якщо кількість невдалих спостережень k з N спроб, то справжнє значення коефіцієнта невдалих спроб лежить між $k/N-\Delta$ і $k/N+\Delta$ з довірчим рівнем $1-\alpha$, а Δ наближатиметься (для великих значень N) до:

$$\Delta = \sigma(\alpha) \sqrt{p \frac{(1-p)}{N}},$$

де p – очікуваний коефіцієнт невдалих спроб;

$\sigma(\alpha) = [(1 - (\alpha/2))^*100]$ - процентиль нормального розподілу із середнім значенням 0 і стандартним відхиленням 1($N(0,1)$).

Тоді необхідна кількість визначатиметься як

$$N = \frac{\sigma(\alpha)^2 p(1-p)}{\Delta^2}$$

Кількість спроб (замірів) має бути вибрана таким чином, щоб досягалась абсолютна точність $X\%$ або відносна точність $Y\%$ з рівнем достовірності 95%.

Якщо рівень достовірності становить $1-\alpha=0,95$, то процентиль нормального розподілу становитиме

$$\sigma(\alpha)=1,96 \approx 2.$$

Якщо необхідна точність для $p \leq 0,01$ становить $\Delta p=0,001$, то кількість замірів, які слід здійснити для рівня достовірності 95%, повинно бути

$$N=4 \cdot 10^6 \cdot p(1-p).$$

Якщо необхідна точність для $p > 0,01$ становить $\Delta p/p=0,1$, то кількість замірів, які слід здійснити для рівня достовірності 95%, повинно бути:

$$N=4 \cdot 10^6 \cdot ((1-p)/p).$$

Приклад 1. Якщо очікуваний коефіцієнт невдалих замірів становить 1%, то загальна кількість тестових замірів для точності $\Delta p=0,001$ з довірчим рівнем 95% буде

$$N=4 \cdot 10^6 \cdot 0,01(1-0,01) \approx 39.600.$$

Приклад 2. Якщо очікуваний коефіцієнт невдалих спроб становить 3%, то загальна кількість тестових замірів для точності $\Delta p/p=0,1$ з довірчим рівнем 95% буде

$$N=4 \cdot 10^6 \cdot ((1-0,03)/0,03) \approx 13.000.$$

6. Вимоги до тестового файлу

Тестовий файл повинен складатися з даних, що не можуть бути стиснені. Зазвичай це досягається шляхом генерації послідовності випадкових чисел. Іншим практичним рішенням може бути використання файлу даних, який вже стиснутий, наприклад як .ZIP або .JPG файл. Також можна використовувати цифри числа π (31415929549...).

Тестовий файл повинен мати принаймні в два рази більший розмір (в кбіт) ніж теоретична максимальна швидкість передачі даних в секунду (в кбіт/с) каналу доступу в Інтернет, який вимірюється.

В табл. 5 наведені референтні (оціночні, цільові) показники QoS для різних типів даних.

Таблиця 5. Цільові показники для різних сервісів і служб

Природа інформації	Додаток	Рівень симетричності	Типовий обсяг даних	Ключові параметри продуктивності і граничні значення		
				Одностороння затримка *)	Відхилення затримки	Втрата інформації
Дані	WEB-перегляд - HTML	Здебільшого однонаправлена	~10 кбайт	Бажана <2 с/сторінку Прийнятна <4 с/сторінку	не регламентується	не допускається
Дані	Масивні дані передача/завантаження	Здебільшого однонаправлена	10 кбайт - 10 Мбайт	Бажана <15 с Прийнятна <60 с	не регламентується	не допускається
Дані	Високопріоритетні сервіси транзакцій, наприклад електронна комерція, АТМ (банкомати)	Двонаправлена	<10 кбайт	Бажана <2 с Прийнятна < 4 с	не регламентується	не допускається
Дані	Управління/діагностика	Двонаправлена	~1 кбайт	<250 мс	не регламентується	не допускається
Дані	Нерухоме зображення	Однонаправлена	<100 кбайт	Бажана <15 с Прийнятна < 60 с	не регламентується	не допускається
Дані	Інтерактивні ігри	Двонаправлена	<1 кбайт	<200 мс	не регламентується	не допускається
Дані	Telnet	Двонаправлена (асиметрична)	<1 кбайт	<200 мс	не регламентується	не допускається
Дані	Електронна пошта (доступ до сервера E-mail)	Здебільшого однонаправлена	<10 кбайт	Бажана <2 с Прийнятна < 4 с	не регламентується	не допускається
Дані	Електронна пошта (передача між серверами E-mail)	Здебільшого однонаправлена	<10 кбайт	До декількох хвилин	не регламентується	не допускається
Дані	Факс «реального часу»	Здебільшого однонаправлена	~10 кбайт	<30 с/сторінку	не регламентується	Коефіцієнт помилок <10 ⁻⁶
Дані	Факс «зберігання-і передача»	Здебільшого однонаправлена	~10 кбайт	До декількох хвилин	не регламентується	Коефіцієнт помилок <10 ⁻⁶
Дані	Низькопріоритетні сервіси транзакцій	Здебільшого однонаправлена	<10 кбайт	<30 с	не регламентується	не допускається
Дані	Usenet	Здебільшого однонаправлена	Може бути 1 Мбайт і більше	До декількох хвилин	не регламентується	не допускається

*) У деяких випадках може бути більш доцільним розглядати цей параметр як час реакції (відгуку).

Висновки

1. Стандарт регламентує тільки базовий сценарій для доступу в Інтернет та наводить базові вимоги до процедури організації вимірювань параметрів QoS.
3. В стандарті не розглядаються мережі MetroEthernet, які в Україні розвиваються випереджаючими темпами.
2. Параметри QoS, визначені в стандарті, стосуються тільки оцінки якості зв'язку між кінцевим користувачем і ІАР.
3. На даний момент не існує методики оцінки якості доступу в Інтернет, яка б базувалася на моніторингу реального трафіку і при цьому забезпечувала б відтворюваність і порівнювальність отриманих результатів, що є предметом подальшого вивчення.
4. В стандарті не розглядається вимога до розміщення Test-Server за системами обмеження трафіку (технічні засоби, які виконують управління потоком трафіку, в т.ч. застосовують механізми обмеження максимальної швидкості, у відповідності до тарифних планів), що важливо для оцінки відповідності реальної швидкості передачі заявлених.
5. В статті запропонована уточнена схема вимірювання та наведено кілька сценаріїв в залежності від архітектури конкретної мережі, які враховують вплив систем обмеження трафіку, які застосовуються у відповідності до тарифних планів.
6. На даний час відсутні дані щодо ґрунтовних досліджень профілю навантаження, без чого неможливо запропонувати стандартний профіль тестування без врахування зміни реального навантаження, що вимагає проведення досліджень для вирішення даного питання.

Література

1. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері зв'язку та інформатизації_Новини.htm [Електронний ресурс] // - Режим доступу: <http://www.nkrzi.gov.ua/index.php?r=site%2Findex&pg=99&id=1112&language=uk/> (13.10.2016 р.).
2. Рішення НКРЗІ від 29.11.2012 № 624 [Електронний ресурс] // - Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z2150-12/> (13.10.2016 р.).
3. Рішення НКРЗІ від 23.08.2016 № 439 [Електронний ресурс] // - Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z1268-16/> (13.10.2016 р.).
4. Nedashkivskyy O. Estimation of quality of Internet services in Ukraine / Nedashkivskyy O // Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, -Slavske in Lviv region: 23-26 February 2016 - 26 February, P.31.
5. ETSI Guide: Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); User related QoS parameter definitions and measurements // ETSI EG 202 057-4 V1.2.1:2008-07.
6. Metro Ethernet Network Architecture, Framework - Part 1: Generic Framework, May 2004 [Електронний ресурс] // - Режим доступу: https://www.mef.net/Assets/Technical_Specifications/PDF/MEF_4.pdf (13.10.2016р.).

Автори статті

Недашківський Олександр Леонідович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Інформаційно-комунікаційних технологій, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна. Тел. +38 067 506 20 00. E-mail: al_1@ua.fm.

Authors of the article

Nedashkivskyy Oleksiy Leonidovych - candidate of Science (technic), assistant professor, assistant professor of Department of Information and communications technology, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine. Tel. +38 067 506 20 00. E-mail: al_1@ua.fm.

Дата надходження в редакцію: 02.08.2016 р.

Рецензент: д.т.н., проф. А.І. Семенко