

УДК 621.391

О. Л. НЕДАШКІВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент,
Державний університет телекомунікацій, Київ

Методологія оцінювання якості доступу до мережі Інтернет: ПРОБЛЕМИ, ПРИЧИНИ ПОЯВИ, ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ

Запропоновано чотири основні аспекти дослідження при оцінюванні загального стану справ щодо надання послуг на базі як мережі Інтернет, так і з використанням усієї телекомунікаційної інфраструктури загалом, а саме: технологічний, операційний, соціально-економічний та безпековий аспекти. Докладно проаналізовано проблеми та суперечності, що постають при розгляді кожного із зазначених аспектів розробленої методології, і окреслено принципові підходи до їх розв'язання.

Ключові слова: Інтернет; мережа доступу; мережа розподілу (агрегації); транспортна мережа; показники якості.

Вступ і постановка задачі

Мета основного дослідження, у рамках якого й було сформовано описану далі методологію, полягає у визначенні актуальної проблематики щодо мережі Інтернет для подання пропозицій, спрямованих на підвищення якості надання інтернет-послуг [1–4].

Для досягнення поставленої мети доцільно проаналізувати загальний стан справ із наданням послуг на базі мережі Інтернет в Україні та в інших країнах світу.

При розгляді зазначених питань виокремимо такі чотири ключові аспекти: 1) *технологічний*; 2) *операційний*; 3) *соціально-економічний*; 4) *безпековий*.

Основна частина

Розглянемо докладно кожний із зазначених аспектів, розкривши сутність відповідних проблем і окресливши можливі шляхи їх розв'язання.

1. Технологічний аспект

1. Існування різних технологій побудови мереж, які мають бути об'єднані в єдину мережу Інтернет, призводить до необхідності розв'язання низки задач стосовно:

- сумісності мереж;
- пошуку ефективних методів і технологій максимально прозорого безшовного з'єднання різних мереж чи перетворення стеків відповідних протоколів;
- розробки ефективних методів тунелювання та накладання одних мереж на інші.

2. Розмаїття технологій передавання даних, кожна з яких має як переваги, так і недоліки — залежно від способу та середовища передавання (оптичні світловоди, металеві проводи, області поширення радіохвиль, лінії електропередач), ступеня охоплення території (максимальна дальність, максимальний розмір покриття, максимальна щільність користувачів) — призводить до необхідності розв'язання задач стосовно:

- сумісності (насамперед електромагнітної) різних технологій;

- вибору оптимальної технології передавання даних;

- синтезу оптимальної комбінації технологій передавання для створення гібридних технологій.

3. Наявність різних алгоритмів маршрутизації даних як у рамках окремої мережі, так і в усій мережі Інтернет, що мають бути взаємно сумісні та достатньо ефективні, висуває вимоги щодо пошуку:

- нових алгоритмів маршрутизації, які дозволять збільшити швидкість її здійснення, послабити вимоги до продуктивності апаратних ресурсів, зменшити частку службової інформації в усьому пакеті відповідного протокольного блока;

- нових алгоритмів міжмережної маршрутизації — для забезпечення ефективного співіснування окремих мереж у складі єдиної мережі Інтернет.

4. Застосування різних сценаріїв міжмережної комунікації, зумовлених наявністю мереж із різним набором функцій і неоднакових за призначенням, а саме: мереж доступу, що забезпечують функції доступу до мережі оператора; мереж агрегації, що здійснюють розподіл і ущільнення потоків даних; магістральних мереж, що транспортують дані як між різними мережами агрегації, так і між мережами різних операторів; локальних мереж, що задовольняють індивідуальні потреби користувачів в обміні даними між локальними пристроями; мереж формування контенту (наприклад, мережі IPTV та інтернет-радіо, мережі контент-агрегаторів, контент-провайдерів, контент-правовласників); мереж адміністрування (формування, управління) сервісів, таких як E-mail, VoIP, Middleware, та мереж доставляння контенту (CDN-network), що забезпечують формування та надання кінцевих послуг (сервісів) кінцевим користувачам, коли роль транзитних мереж відіграють будь-які мережі й засоби — як власні, так і загального користування, що, у свою чергу, спонукає здійснювати:

- вибір оптимальної структури організації зв'язку;

- справедливий розподіл доходів і витрат між усіма, хто причетний до надання кінцевих послуг кінцевим користувачам, — так би мовити, послуг із-кінця-в-кінець.

2. Операційний аспект

1. Корпоративна політика, що визначає внутрішню стратегію функціонування та розвитку мереж операторів, корпоративні стандарти якості та відповідні стандарти управління якістю, аналізуючи необхідність оптимального використання внутрішніх ресурсів з огляду на постійні зміни зовнішніх чинників.

При цьому постає суперечність між прагненням стабільності, за якої якість управління найвища, а процес досягнення мети найбільш ефективний з огляду на мінімальну його невизначеність. Утім без урахування змінюваних зовнішніх чинників можна втратити головне — відповідність об'єкта управління реальному стану навколишнього середовища. Отже, об'єкт управління має постійно змінюватись, аби мета, цілі та засоби їх досягнення відповідали реаліям часу, а модель об'єкта управління була адекватна реальному об'єкту діяльності. І все ж постійні зміни об'єкта управління дуже небажані через виникнення так званих ефектів перехідного процесу, які неминуче з'являються, коли змінюється об'єкт управління (скажімо, при зміні мережної технології, упровадженні/модернізації послуг) або технологія управління ним (наприклад, при зміні технології виробничого процесу, зміні організаційної структури оператора).

2. Державне регулювання має на меті визначення стратегічного напрямку розвитку галузі, розробку єдиної інформаційно-комунікаційної політики, а також здійснення функцій управління та розподілу обмежених національних ресурсів (радіочастотний, номерний тощо). До сфери державного регулювання належить і формування правил діяльності операторів телекомунікацій. При цьому держава виступає арбітром і захисником прав споживачів, беручи на себе розв'язання завдань стосовно:

- раціонального розподілу обмежених національних ресурсів як між операторами, так і між технологіями;

- оптимального балансу між крайніми стратегіями регулювання галузі — від повної централізації (повний державний контроль) до повної децентралізації (повна відсутність контролю, тобто самоорганізація).

І суперечність тут очевидна. Адже централізоване управління більш прогнозоване та просте, але воно призводить до застою галузі, оскільки впровадження нових технологій окремими операторами відбувається дуже повільно через необ-

хідність узгодження з органами державної влади. Натомість децентралізоване управління сприяє швидкому розвитку галузі (упровадження нових послуг, технологій, прийомів організації діяльності), ускладнюючи, проте, розв'язання управлінських завдань для органів державної влади.

Принагідно зазначимо, що успіх мережі Інтернет зумовлюється саме її повною самоорганізацією, а спроби регулюючих державних органів управління втрутитись у процес її функціонування або безуспішні, або призводять до гальмування її розвитку.

3. Соціально-економічний аспект

1. Відносини типу оператор–оператор впливають із самого визначення терміна «мережа Інтернет» як мережі мереж, а отже, без взаємоз'єднання IP-мереж різних операторів мережу Інтернет не збудувати. Проста модель, коли є один загальнонаціональний магістральний провайдер Інтернет, до якого під'єднуються всі місцеві (локальні) провайдери Інтернет, не спрацьовує, оскільки завжди можлива ситуація, коли два локальні оператори вирішують організувати між своїми мережами пряме з'єднання (протоколи стека TCP/IP це не лише дозволяють, а й розроблялися саме для того, аби уможливити організацію мереж із надмірними зв'язками для забезпечення їх надійності та живучості). Зазначена ситуація вимагає пошуку відповіді на такі запитання:

1) як під'єднати окрему IP-мережу для забезпечення глобальної IP-доступності;

2) в яких напрямках і на скільки потрібно збільшити/зменшити швидкість у з'єднувальних лініях (каналах) під час життєвого циклу мережі, що включає в себе зміну кількості та вимог користувачів, зміну топології та технології мережі, зміну зовнішнього IP-оточення, зміну характеристик трафіку, що передається мережею;

3) як забезпечити ефективний розподіл ресурсів оператора, аби зменшити вартість зовнішніх каналів з одночасним збільшенням якості послуг, що надаються мережею?

При цьому не слід забувати, що два згадані раніше локальні оператори конкурують між собою, а тому, загалом кажучи, цілі в них протилежні.

Розв'язання таких задач передбачає, зокрема, пошук оптимального або рівноважного значення, яке влаштувало б, у найпростішому випадку, обох локальних операторів. Знайти це значення можливо, застосувавши теорію ігор.

2. Відносини оператор–держава передбачають збір податків і контроль із боку держави за дотриманням законів і правил здійснення підприємницької діяльності. Мета держави, у цьому контексті, — зібрати якомога більше податків, а мета операторів — збільшити власні прибутки.

Зі збільшенням податкової ставки дохід держави спочатку зростає, а дохід операторів — зменшується. Утім зрештою частина операторів переходить у «тінь» або припиняє свою діяльність. Суперечність очевидна, а отже, проблема пошуку рівноважного стану не втрачає актуальності.

3. Відносини оператор–користувач мають такі особливості. Оператор надає платну послугу з під'єднання до своєї IP-мережі, а також із транспортування (транзит) IP-трафіку до IP-мереж інших операторів. Сукупність усіх цих мереж і утворює мережу Інтернет. Для пересічних користувачів така послуга не має сенсу, оскільки користувач, під'єднуючись до мережі Інтернет, очікує отримати «закінчені» послуги, такі як перегляд відео, телефонія, електронна пошта тощо.

При цьому здебільшого постачальником таких послуг є не оператор доступу до інтернету, а інші суб'єкти, наприклад оператори IPTV та інтернет-радіо, контент-агрегатори, контент-провайдери та правовласники контенту — так звані сервіс-провайдери, які отримують платню від користувачів (явно — через передплату на послуги, чи неявно — через дохід із реклами). Отже, з'являється новий тип відносин: оператор–сервіс-провайдер і користувач–сервіс-провайдер.

У цьому разі постає така проблема: провайдер доступу до інтернету може гарантувати користувачеві якісні показники [4] тільки в межах власної мережі, а якщо сервер IPTV перебуває за межами цієї мережі, то для кінцевого користувача корисність від доступу до мережі Інтернет буде оцінюватись не показниками якості, що їх забезпечує згаданий оператор, а показниками якості наскрізного з'єднання пристрій користувача–сервер IPTV, яке може утворюватися різною кількістю проміжних IP-мереж. Проте з боку згаданого оператора цей додатковий трафік IPTV вимагає збільшення пропускну здатності мережі, а отже, і додаткових витрат. Так само й оператор IPTV через необхідність підвищувати пропускну здатність власного під'єднання змушений збільшувати свої витрати. Постає запитання: чи існує ефективніший спосіб організації трикутника відносин користувач–оператор–сервіс-провайдер, аніж просте перекидання додаткових витрат на плечі кінцевого користувача через збільшення абонентської плати. Перспективним вирішенням тут може бути нова концепція організації послуг за спільної участі інтернет-провайдерів, сервіс-провайдерів і кінцевих користувачів, цілі яких, у загальному випадку, відмінні. Вочевидь, застосування методів теорії ігор дозволить розв'язати цю суперечність.

4. Відносини користувач–держава, з одного боку, охоплюють питання захисту прав споживачів і поліпшення умов їхнього життя, а з другого

боку, змушують обмежувати права та свободи громадян, аби запобігти неправомірним діям останніх. Пошук збалансованого рішення являє собою актуальне завдання.

4. Безпековий аспект

1. Захищеність інформації слід розглядати, по-перше, як основу забезпечення захисту особистого приватного простору користувачів, а по-друге, як стимулятор розвитку електронного урядування та інформаційного суспільства загалом.

Аналіз цього аспекта показує, що й тут існує суперечність: абсолютно захищені мережі, де інформація «зловмисника», не може бути перехоплена правоохоронними органами, здатні завдати неприпустимої шкоди суспільству, але й абсолютно незахищені мережі будуть відштовхувати користувачів від роботи з ними, оскільки йтиметься про повну незахищеність приватного простору особи. Компромісне рішення має бути знайдене й науково обґрунтоване.

2. Пожежна безпека, здавалося б, не стосується сучасного та майбутнього стану мережі Інтернет. Але насправді це не так. Стрімке поширення способу під'єднання до мережі Інтернет за допомогою витих пар 5-ї категорії, оптичних волокон та коаксіальних кабелів породжує величезні проблеми, які неприпустимо знижують рівень пожежної безпеки. На практиці трапляються кричущі випадки, коли такі абонентські лінії прокладаються навіть по вентиляційних шахтах.

І головна причина тут не в зловживанні операторів, а у відсутності належних умов для прокладання ліній. Зокрема, наявні слабоструменеві міжповерхові переходи повністю зайняті або пошкоджені, а організація нових — справа поки що безнадійна.

Для розв'язання цієї загальної проблеми є сенс упроваджувати ефективні стратегії, які максимально враховували б інтереси операторів, балансоутримувачів будинків і користувачів за умови забезпечення пожежної безпеки та якісних характеристик доступу до інтернету, серед яких пердусім має бути термін під'єднання нового користувача та швидкість передавання по абонентській лінії.

3. Охорона праці набуває сьогодні нового значення, оскільки з появою самонесівних оптичних кабелів почалося відродження повітряних ліній зв'язку. У великих містах окрім підвішування на лініях електропередач та громадського транспорту значного поширення набув спосіб прокладання зазначених кабелів між дахами багатоквартирних будинків. Ці технології значно зменшують витрати на розгортання мереж, але створюють потенційну небезпеку (її можна оцінити вартісно, скориставшись імовірнісними методами) як для

експлуатаційного персоналу, так і для третіх осіб у разі помилкового розрахунку припустимих навантажень чи неякісного монтажу.

Висновки

1. Україна, маючи значний досвід і високий потенціал у галузі інформаційних технологій, завжди відкрита для всіх новітніх розробок. Проте, за різними міжнародними оцінками [5], не лідирує у відповідних рейтингах. Причина полягає в безсистемному впровадженні різноманітних технологій без урахування технологічного, операційного, соціально-економічного та безпекового аспектів здійснюваної діяльності.

2. Комплексний і системний підхід до формування національної телекомунікаційної інфраструктури, зокрема національного сегмента мережі Інтернет, з узгодженням усіх чотирьох аспектів забезпечить синергетичний ефект з одночасним підвищенням якості послуг, соціально-економічного добробуту, підприємницької активності, а також рівня приватної та національної безпеки.

3. Як головні методи кількісного оцінювання пропонуються методи оптимізації, теорії ігор, комбінаторики й теорії графів, а також методи пошуку гібридних і комбінованих рішень.

Список використаної літератури

1. *Internet protocol data communication service-IP packet transfer and availability performance parameters // ITU-T Recommendation Y.1540.*— 2016.

2. *Network performance objectives for IP-based services / ITU-T Recommendation Y.1541,*— 2011.

3. *User Group; Users' Quality of Service Criteria for Internet Access in Europe // ETSI TR 102 276:*— 2003.

4. **Недашківський, О. Л.** *Вимірювання параметрів якості доступу до Інтернет відповідно до стандарту ДСТУ ETSI EG 202 057-4:2015 / О. Л. Недашківський // Наук. записки УНДІЗ.*— 2016.— № 3(43).— С. 37–47.

5. **Nedashkivskiy, O. L.** *Estimation of quality of Internet Access services in Ukraine / O. L. Nedashkivskiy // Системи управління, навігації та зв'язку.*— 2017.— Вип. 1(41).— С. 118–121.

Рецензент: доктор техн. наук, професор **А. І. Семенко**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

А. Л. Недашковский

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДОСТУПА К СЕТИ ИНТЕРНЕТ: ПРОБЛЕМЫ, ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ, ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Предложены четыре основных аспекта исследований при оценке общего состояния дел, касающихся предоставления услуг на базе как сети Интернет, так и всей телекоммуникационной инфраструктуры в целом, а именно: технологический, операционный, социально-экономический и безопасностный аспекты. Подробно проанализированы проблемы и противоречия, возникающие при рассмотрении каждого из указанных аспектов разработанной методологии, и очерчены принципиальные подходы к их решению.

Ключевые слова: Интернет; сеть доступа; сеть распределения (агрегации); транспортная сеть; показатели качества.

O. L. Nedashkivskiy

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE QUALITY OF INTERNET ACCESS: PROBLEMS, REASONS, WAYS TO IMPROVE

The article proposed four main factors, which are necessary for the investigation of the general state of provision of services both the Internet and the entire telecommunications infrastructure in general. Such factors are: technological, operational, socio-economic and security. Detailed explanations are given, the main problems and contradictions inherent in certain factors. For most problems, ways and methods for their solution are indicated. Comprehensive and systematic view with the harmonization of all four aspects will provide a synergistic effect, while improving the quality of services, social and economic welfare, economic activity of enterprises, private and national security.

Keywords: Internet; access network; distribution (aggregation) network; transport network; quality indicators.