

СЕКЦІЯ: МАТЕМАТИКА

**Василь Горбачук, Сергій Гавриленко, Геннадій Голоцуков
(Київ, Україна)**

ОРГАНІЗАЦІЯ СУЧАСНОЇ ГАЛУЗІ ІНТЕРНЕТ-ПОСЛУГ

Подібно до галузі телекомунікацій, для кінцевих споживачів більшості держав економіка провайдерів послуг Інтернету (Internet Service Providers, ISPs) спочатку була монополізованою. З розвитком конкуренції і завантаженості мереж поставала потреба ретельного визначення схем тарифікації, виходячи з реальних витрат, споживчих очікувань і відповідного маркетингу [1]. Моделі ціноутворення доступу (до мережі) формувалися і формуються з урахуванням технологічних трендів [2]. Серед таких моделей виділяють схему ціноутворення за фіксованою ставкою (flat-rate pricing), ціноутворення за обсягом (volume-based pricing), різні альтернативи ціноутворення за завантаженістю (congestion-based pricing), які влаштовували чи влаштовують користувачів і провайдерів. Крім ціноутворення, важливими є питання обліку, виставлення рахунків (billing) і комплектування чи пакетування (bundling).

За доступ до Інтернету традиційно провайдери стягували і стягують деяку фіксовану ставку (передплату), надаючи можливості користування мережею за принципом шведського столу. Незважаючи на поширеність такої схеми ціноутворення, у телекомунікаціях все більше використовується загальніша схема ціноутворення за обсягом, де ціна залежить від моделі споживання [3].

Схемою ціноутворення за фіксованою ставкою для кабельного телебачення є стягнення абонентської плати, для традиційної телефонії (до появи IP-телефонії з голосовим зв'язком за протоколом IP (Internet Protocol)) – тарифікація місцевих дзвінків, для громадського транспорту – продаж проїзних квитків (тижневих, місячних, річних тощо). Подібні квитки знижують користування особистим транспортом і забруднення від роботи транспорту загалом, водночас сприяючи туризму і торгівлі.

Щоб визначати найбільш підходящі схеми та діапазони ціноутворення, провайдери доступу мають брати до уваги різні обмеження, які накладаються на кожного з них, а також свої власні вимоги та сподівання. Водночас будь-яка зміна чи будь-яке нове рішення може істотно впливати на кінцевих користувачів і провайдерів доступу, а також на інших суб'єктів галузі – провайдерів контенту (змісту), мережі постачання контенту, сітки зв'язків тощо. Таким чином, реакція цих суб'єктів може вести до змін структури мережі, які слід передбачати, особливо регуляторам галузі.

Насамперед, зосередимось на суб'єктах безпосереднього впливу – користувачах і провайдерах доступу. Цілі та вимоги клієнтів (кінцевих споживачів) і продавців (провайдерів доступу) взагалі є різними [4].

Клієнти мають кілька основних вимог.

Важливою вимогою є передбачуваність рахунку. Оскільки кінцеві споживачі бажають заздалегідь знати, скільки платитимуть за послуги, то надають перевагу фіксованому тарифу. Швидкий розвиток мобільного широкосмугового зв'язку у новому тисячолітті був зумовлений недорогими планами (споживання) послуг з фіксованим тарифом для мобільної передачі даних [5].

Користувачі також бажають розуміти способи оплати послуг і контролювати свої рахунки. Тому схема ціноутворення, яку розробляє провайдер, має бути якнайпростішою для користувача.

Важливою є прозорість – можливість користувача відстежувати свої рахунки і послуги: користувачі сподіваються, що зможуть легко перевіряти свої рахунки.

Як наслідок, перевага фіксованого тарифу часто пояснюється відповідними вимогам факторами.

Користувачі схильні платити більше за те, щоб уникати ризику зобов'язання колись сплатити великий рахунок, і менш схильні платити за ціноутворенням від обсягу користування послугами (usage-based pricing), рівносильним у середньому нижчому фіксованому тарифу. Отже, користувачі не бажають витрачати свої зусилля на контроль свого плану споживання, виявляючи значне ухилення від ризику (risk aversion) і демонструючи ефект страхування.

Користувачі надають перевагу вищому, але простішому для оплати тарифу, ухиляючись від зусиль на обчислення сумарної оплати за спжиті послуги і виявляючи неохочість до психологічних стресів.

Користувачі надають перевагу ціноутворенню з фіксованим тарифом порівняно із ціноутворенням від обсягу користування, бо схильні завищувати обсяги свого споживання послуг.

Вищезазначені фактори пояснюють, чому більшість користувачів, за можливості, переходить від дозованих (metered) планів до дорожчих, але необмежених (безлімітних) планів. Наприклад, у США користувачі Інтернету від компанії AT&T (заснованої у 1885 р., Т у лістингу біржі NYSE) перейшли до фіксованого тарифу 19,95 дол./міс. від дозованих планів ціною близько 12 дол./міс., не збільшуючи обсяг свого споживання (кількість свого часу, проведеного в онлайні) [3].

Продавці послуг теж мають свої цілі й уподобання.

Продавці бажають максимізувати свої доходи, які генеруються через фіксовану передплату від клієнтів та/або нефіксовані надходження при ціноутворенні від обсягу користування. Часто поєднуються фіксовані та нефіксовані надходження, подібно до планів оплати за послуги телефонного зв'язку чи споживання електрики. Крім того, на цінові рішення продавця впливають потенційні дії конкурентів.

Провайдери прагнуть залучати якнайбільше клієнтів і стимулювати їх до використання більших обсягів ресурсів, а відтак до більших обсягів платежів за спожиті ресурси: провайдери бажають максимізувати попит на свої послуги і свою частку ринку.

Продавці послуг бажають обмежувати свої витрати, застосовуючи для цього спрощені експлуатацію та виставлення рахунків. Щоб гарантувати свої вигоди та економічну ефективність, слід чітко визначати і вимірювати реальні витрати. Стягнення плати з клієнтів часто відбувається у досить конкурентному середовищі за участі регуляторів.

Продавці надають перевагу схемам ціноутворення з деякою гнучкістю, щоб краще адаптуватися до мережових та економічних умов, краще контролювати попит, якість послуги (quality of service, QoS) і дохід. Така гнучкість дозволяє змінювати стратегії ціноутворення без зайвих витрат продавця, застосовувати цінову дискримінацію, сегментацію, різні типи контрактів і послуг.

Інтероперабельність схем ціноутворення різних провайдерів потрібна для обміну трафіком: провайдери мають узгодити такі обміни прозорим або зрозумілим для користувачів способом.

Провайдер має дилему: а) контролювати трафік за обмеженості ресурсів, щоб уникати перевантаженості мережі, пропонуючи кращу якість (деяких) послуг; б) забезпечувати резервні ресурси для своєї мережі за рахунок більших інфраструктурних витрат, зводячи потреби контролю і збільшуючи число потенційних користувачів. Тому існує важлива відмінність стратегій між провайдерами доступу до бездротової та дротової мережі. За даними аналітиків фірми Bernstein Research (заснованої у 1967 р. як Sanford C. Bernstein; AB у лістингу біржі NYSE), при обчисленні доходу на мегабайт трафіку, оператори дротової мережі намагаються керувати чисельником, тобто використовувати ціну як механізм збільшення середнього доходу на користувача і налаштовувати свою діяльність до нової моделі постачання послуг (скажімо, до моделі передачі відеофайлів через Інтернет), а оператори бездротової мережі зосереджуються на знаменнику і намагаються знижувати стартове зростання (runaway growth), щоб запобігати надмірним капіталовкладенням [3].

З погляду проектувальника механізму постачання послуг (регулятора чи того, хто вивчає модель), галузь має володіти низкою властивостей.

Індивідуальна раціональність гарантує, що кожний учасник такого механізму діставатиме невід'ємну користь, заохочуючи більше людей ставати його новими учасниками.

Сумісність стимулів означає, що в інтересах кожного учасника оголошувати свої справжні оцінки (бути правдивим), а нещирість учасника не поліпшує його користь. Така сумісність торкається етики, а також розуміння і передбачення результату раціональної взаємодії учасників.

Ефективність означає максимізацію суми користей або доходів усіх учасників галузі.

Баланс бюджету означає, що сума всіх грошових потоків галузі, з урахуванням їхніх напрямків, дорівнює нулю. Незважаючи на очевидність такої властивості, коли покупці просто сплачують потрібну суму продавцям, у деяких механізмах така властивість не обов'язково має місце. Наприклад, така властивість не виконується у двосторонніх аукціонах Вікрі (Vickrey) – Кларка (Clarke)– Гровса (Groves) [6–8]. Зазначимо, що Вікрі (1914–1996) є Нобелівським лауреатом 1996 р., Кларк (1939–2013) був старшим економістом Офісу менеджменту та бюджету (Office of Management and Budget, OMB) Виконавчого офісу (Executive Office) президента США, Гровс є директором Центру економіки довкілля (Center for Environmental Economics) університету Каліфорнії Сан-Дієго (University of California San Diego, UCSD).

Децентралізоване втілення механізму надання послуг може суттєво його масштабувати, поширюючи застосування послуг.

Робастність відносно змови означає відсутність стимулів до змови учасників.

Слід сказати, що визначення схеми ціноутворення не можна відділяти від суміжних питань обліку та виставлення рахунків (пов'язаних з е-комерцією [1]). Бухгалтерський облік – це процес консолідації використання даних при наявних ресурсах. Необхідно генерувати рахунок, що надсилається клієнтам. Бухгалтерський облік складається з кількох фаз – фази вимірювання обсягів споживання (usage metering), де відбуваються записи про споживання відповідно до облікових подій, фази впорядкування і дисконтування (rating and discounting), де обчислюється плата в кожному рахунку за попередньо вказаними правилами, фази виставлення рахунків, де клієнтам відправляються рахунки разом з даними про їхнє споживання [4]. Вимірювання споживання залежить від типу застосовуваного ціноутворення (частини доби, тривалості, відстані, обсягу, рівня QoS тощо, а також усіх можливих комбінацій типів). При ускладненні схеми ціноутворення зростають витрати на вимірювання споживання та виставлення рахунків. Виставлення рахунків може відбуватися за кількома правилами – за правилом попередньої оплати, правилом періодичної оплати чи правилом оплати на вимогу. Бухгалтерський облік і виставлення рахунків передбачають такі критерії: вимірювання реального споживання мають бути точними – максимально наближеними до значень у рахунках; рахунки мають надаватися клієнтам у заданий період часу, виписаний в їхніх договорах на обслуговування; клієнти мають відчувати безпеку щодо своїх автентифікації (перевірки достовірності пред'явленого клієнтом ідентифікатора), цілісності даних і конфіденційності з гарантією того, що будь-яка інша особа не матиме доступу до даних клієнта та/або не змінюватиме ці дані.

Важливо усвідомлювати, що зміна схеми ціноутворення може мати вирішальний вплив на треті сторони. Справді, введення ціноутворення від обсягу користування замість фіксованого тарифу різко

змінює попит на хмарні послуги зберігання інформації, мережі доставки контенту (content delivery networks, CDNs) і такі потребуючі великих обсягів трафіку провайдери контенту, як Netflix (заснований у 1997 р., NFLX у лістингу біржі NASDAQ): після введення такого ціноутворення попит користувачів може різко зменшитися. Тому такий провайдер, як Comcast (заснований у 1963 р., CMCSA у лістингу біржі NASDAQ), вважає, що обсяг даних 300 GB приблизно рівносильний завантаженню 50 фільмів з високою чіткістю (зображення), а тому цей обсяг не має бути предметом торгу, уникаючи таким чином зайвих скарг і позовів. Можна зазначити, що в Канаді Netflix змінив свою стратегію, пропонуючи опцію стріму (stream) з нижчою якістю, що використовує пропускну здатність, приблизно на 70% меншу, ніж опція високої чіткості. У свою чергу, ця стратегія впливає на конкуренцію, оскільки більшість ISPs пропонує також платні послуги телебачення (television, TV): пакетування Інтернет-послуг без плати за TV зсуватиме конкуренцію до таких провайдерів відеоконтенту, як Netflix. Отже, ціноутворення від обсягу користування може різко обмежувати інновації інших підприємств і надавачів послуг, а тому постає необхідність перевірок з боку контролюючих органів. Оскільки пакети послуг диференціюються відповідно до локалізацій їхнього походження, то виникають питання щодо нейтральності мережі. Аналогічно в Азії провайдер бездротового зв'язку не брав до уваги трафік Facebook (заснований у 2004 р., FB у лістингу біржі NASDAQ) у своєму ціноутворенні від обсягу користування, щоб залучати користувачів Facebook [3].

Література:

1. Плєскач Т.Л., Затонацька Т.Г. Електронна комерція. Київ: Знання, 2007. 535 с.
2. Горбачук В.М. На порозі Четвертої промислової революції. Причорноморські економічні студії, 2016, вип. 8. С. 216–220.
3. Odlyzko A., Arnaud B.St., Stallman E., Weinberg M. Know your limits. Considering the role of data caps and usage based billing in Internet access service. White Paper. Vancouver, Canada: Public Knowledge, 2012. 56 p.
4. Charging communication networks: from theory to practice. D.J.Songhurst (ed.) Amsterdam: Elsevier, 1999. 244 p.
5. Working Party on Communication Infrastructures and Services Policy. Paris: OECD, 2014. 50 p.
6. Vickrey W. Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders. The Journal of Finance, 1961, 16 (1). P. 8–37
7. Clarke E. Multipart pricing of public goods. Public Choice, 1971, 11 (1). P. 17–33.
8. Groves T. Incentives in teams. Econometrica, 1973, 41 (4). P. 617–631.

Володимир Стоян, Катерина Паламарчук
(Київ, Україна)

ON ONE APPROACH TO MATHEMATICAL MODELING OF NOT FULLY OBSERVED SPATIALLY DISTURBED SYSTEMS

Classically known methods of analytical and numerical mathematics allow to set and successfully solve the majority of initial-boundary problems of researching the state of spatially-distributed dynamical systems and control them.

Nowadays the development of industrially-technical manufacture very often put on the agenda problems of researching of such systems in the conditions of not total information on their initial-boundary state, which makes mathematical problems' set incorrect and unsolved.

Methodology of researching the state of spatially-distributed systems, the dynamics of which is described by linear differential equations and is supplied with initial-boundary observations, which are insufficient for mathematically specified-problem's set is considered by us in [1] and is proposed in these materials.

In spatially-temporal field

$$S_0^T = \{s = (x, t): x \in S_0 \subset R^n; t \in [0, T]\},$$

the dynamical process will be considered, the function $y(s)$ of which is defined by the equation

$$L(\partial_s)y(s) = u(s), \quad (1)$$

where $u(s)$ – spatially distributed external dynamical disturbance, $\partial_s = (\partial_x, \partial_t) = (\partial_{x_1}, \dots, \partial_{x_n}, \partial_t)$, and

$L(\partial_s)$ is a linear differential operator.

The cases, when at the initial temporal moment $t = 0$ and Γ on the boundary are presented the following spatially-temporal observations:

1. Discretely defined are:

$$L_r^0(\partial_t)y(s) \Big|_{\substack{t=0 \\ x=x_l^0 \in S_0}} = Y_{rl}^0 \quad (r = \overline{1, R_0}, l = \overline{1, L_0}), \quad (2)$$