Людмила В. Галан, Алла Ю. Щуровська

ВПЛИВ ФАКТОРУ ЯКОСТІ НА ПОВЕДІНКОВУ МОДЕЛЬ СПОЖИВАЧА ПОСЛУГ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

У статті наведено поведінкову модель, яка дає змогу визначати реакції споживачів в залежності від якості отриманих послуг та обслуговування в мобільному зв'язку. Для використання запропонованої теоретичної моделі в практичній діяльності операторів мобільного зв'язку запропоновано методику розрахунку імовірності будь-якого стану поведінкової моделі споживача послуг мобільного зв'язку, а саме – будь-якої реакції споживача послуг мобільного зв'язку на якість наданих послуг.

Ключові слова: *мобільний зв'язок; якість послуг; модель поведінки споживачів.*
Форм. 5. Рис. 4. Літ. 16.

Людмила В. Галан, Алла Ю. Щуровская

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА КАЧЕСТВА НА ПОВЕДЕНЧЕСКУЮ МОДЕЛЬ ПОТРЕБИТЕЛЯ УСЛУГ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

В статье представлена поведенческая модель, которая дает возможность определять реакции потребителей в зависимости от качества полученных услуг и обслуживания в мобильной связи. Для использования предложенной теоретической модели в практической деятельности операторов мобильной связи предложена методика расчета вероятности любого состояния поведенческой модели потребителя услуг мобильной связи, а именно – любой реакции потребителя услуг мобильной связи на качество предоставляемых услуг.

Ключевые слова: *мобильная связь; качество услуг; модель поведения потребителей.*

Lyudmyla V. Galan[1], Alla Yu. Shchurovska[2]

QUALITY IMPACT FACTOR ON BEHAVIORAL PATTERNS OF MOBILE SERVICES' CONSUMERS

The article presents a behavioral model which provides an opportunity to determine the reaction of consumers depending on the quality of service obtained and servicing level overall. For the use of this theoretical model in real practice of mobile operators the authors also suggest a method of calculating the probability of certain states in the behavioral model of a mobile user based on consumer reaction to the quality of the service offered.

Keywords: *mobile communications; quality of services; consumer behavior model.*
Peer-reviewed, approved and placed: *23.11.2016.*

Постановка проблеми. Ринок мобільного зв'язку залишається одним з економічних ринків, що найбільш інтенсивно розвивається. Наразі послуги мобільного зв'язку, в т.ч. широкосмугового доступу до Інтернету, перейшли в розряд найбільш доступних послуг для споживачів [16].

У 2015 р. доходи від надання послуг мобільного зв'язку склали 33205,6 млн грн, що на 5,2% більше порівняно з минулим роком. Питома вага доходів від надання послуг мобільного зв'язку в загальному обсязі доходів від надання телекомунікаційних послуг у 2015 р. складає 65,3%, що на 0,1% менше, ніж у 2014 р. [6; 7].

Одночасна видача НКРЗІ ліцензій на користування радіочастотним ресурсом, необхідним для подальшого розвитку радіотехнологій в Україні,

[1] O.S. Popov Odesa National Academy of Telecommunication, Ukraine.
[2] O.S. Popov Odesa National Academy of Telecommunication, Ukraine.

© Людмила В. Галан, Алла Ю. Щуровська, 2017

створила сприятливі умови для стрімкого росту в Україні мереж мобільного зв'язку третього покоління (3G), тим самим пожвавивши конкуренцію на ринку, а також вплинувши на збільшення обсягів та доступності сучасних інформаційно-телекомунікаційних послуг і сервісів.

Зростання кількості кінцевих абонентських пристроїв, які працюють під управлінням операційних систем (смартфонів, планшетів), створило умови для зростання попиту споживачів на інформаційно-телекомунікаційні послуги з використанням високошвидкісних широкосмугових технологій радіодоступу та до значного збільшення обсягів мобільного Інтернет-трафіка.

Все це впливає як на технологічні, так і на економічні параметри функціонування операторів мобільного зв'язку та обумовлює необхідність розробки теоретичних основ та практичних заходів з впровадження цих технологій на телекомунікаційному ринку України. Зокрема, враховуючи певну насиченість телекомунікаційного ринку, на перший план виходить проблема якості, що актуалізує наукову проблему розробки поведінкової моделі та методики розрахунку імовірності стану поведінкової моделі споживача послуг мобільного зв'язку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові діячі, які працюють в галузі зв'язку, активно вивчають проблеми якості послуг та обслуговування, займаються дослідженням показників якості та їх вплив на сучасного споживача. Проблемі оцінки якості послуг мобільного зв'язку присвячено праці багатьох науковців. У роботах таких авторів сформовані теоретичні основи оцінки якості послуг мобільного зв'язку: Ю.П. Адлер [1], В.М. Гранатуров [4], Т.П. Калита [8], О.В. Тіхвінський [12; 13] та інші. У [11] наведено системи та нормативи оцінки якості послуг.

Невирішені раніше частини загальної проблеми. У роботах видатних учених вже запропоновано модель поведінки споживачів [3; 5], розглянуто можливі дії споживачів та реакції на зміну рівня якості послуг зв'язку, але телекомунікаційна система стрімко розвивається, збільшуються можливості операторів при наданні та втіленні сучасних телекомунікаційних послуг. Серед операторів зв'язку збільшується конкуренція, споживачі в змозі обирати того оператора, який найкраще задовольняє їхні потреби. Реакція споживачів на зміни в якості послуг змінюється, збільшуються майбутні варіанти дій при використанні послуг зв'язку. Це призводить до того, що для успішної діяльності операторам зв'язку необхідно досліджувати ринок, використовуючи модель поведінки споживачів під час оцінювання рівня якості послуг зв'язку.

Але практично невирішеним залишається питання визначення варіантів поведінки споживачів в залежності від якості послуг та обслуговування, що є найбільш актуальним в умовах високого рівня розвитку конкуренції на ринку мобільного зв'язку. Виходячи з цього, **метою дослідження** є формування методики розрахунку імовірності будь-якого стану поведінкової моделі відношення споживачів до послуг та обслуговування в мережах мобільного зв'язку.

Основні результати дослідження. Фактор якості займає провідне місце в сфері мобільного зв'язку, особливо на послуги мобільного зв'язку нового покоління, тому що від нього залежить поведінка споживача, і, як наслідок, попит на послуги.

У світовій практиці існує кілька моделей, що характеризують реакцію споживачів на зміну якості послуг [2; 3; 5; 10]. До числа найбільш відомих відноситься т.зв. GAP-аналіз, або «модель розбіжностей» [14]. Центральним елементом цієї моделі є «споживча розбіжність», що полягає в розбіжності споживчих очікувань і сприйняття послуги. Відповідно, головною задачею в рамках цієї моделі є скорочення розбіжності з метою задоволення потреб споживачів.

Модель SERVQUAL (від "service quality" – якість сервісу) – одна з моделей, яка є окремим випадком статистичного аналізу дифузних моделей Басса. Модель SERVQUAL було розроблено на базі концепції сервісної якості в 1985 р. А. Паразурманом, Л. Беррі і В. Зайтхалмом і вона міцно закріпилася в світовій (здебільшого американській) теорії маркетингу [15]. Задача моделі – виміряти ступінь розриву між очікуваннями і сприйняттям споживачів. Отримана інформація (у формі індексів) може бути використана як один з показників успішності функціонування оператора зв'язку поряд з фінансовими, економічним та іншими індикаторами. Модель SERVQUAL є дослідницьким інструментом, що задовольняє вимоги універсальності і може розглядатися як така, що базується на переконливому теоретичному підґрунті. Для формального опису якості послуги в моделі використовується 5 вимірів: надійність, чуйність, упевненість, співпереживання і комунікативність.

Описані моделі дають можливість визначити розбіжності між очікуваннями споживачів і реальною якістю послуг, однак не дозволяють оцінити наслідки для надавача послуг, що можуть виникнути в результаті різних поведінкових реакцій споживачів послуг.

У статті розроблена поведінкова модель реакції споживача послуг мобільного зв'язку в залежності від рівня якості одержуваних послуг, що дозволяє оцінити наслідки поведінки споживача для оператора мобільного зв'язку за наявності різних мереж, що надають послуги мобільного зв'язку. Модель наведено на рис. 1.

На рис. 1 видно, що отримання послуги не з першої спроби (з другої або *n*-ї спроби) веде до часткового задоволення якістю послуги. Крім того, часткове задоволення або незадоволення споживача може виникнути і у випадку отримання послуги з першої спроби за низького рівня якості послуги. При цьому виникає імовірність втрати споживача. З'являється також можливість зниження або втрати репутації підприємства, що надає послуги мобільного зв'язку.

У випадку виникнення незадоволення якістю отриманих послуг або невдалої *n*-ї спроби одержати послугу споживач починає розглядати альтернативні варіанти одержання послуг зв'язку від інших підприємств. При цьому, якщо альтернативні варіанти не знаходяться, споживач може продовжувати користуватися послугами цього підприємства, скоротивши обсяги користування послугою, що також веде до зниження доходів підприємства. Однак розвиток конкурентного ринку послуг зв'язку практично виключає таку можливість – на ринку функціонують компанії, що надають послуги мобільного зв'язку і стаціонарної телефонії, оператори пейджингового, транкінгового та поштового зв'язку. Таким чином, споживач має значну кількість альтернатив-

них можливостей отримання послуг зв'язку, що приводить до втрати підприємством доходів при незадоволенні споживачів якістю отриманих послуг.

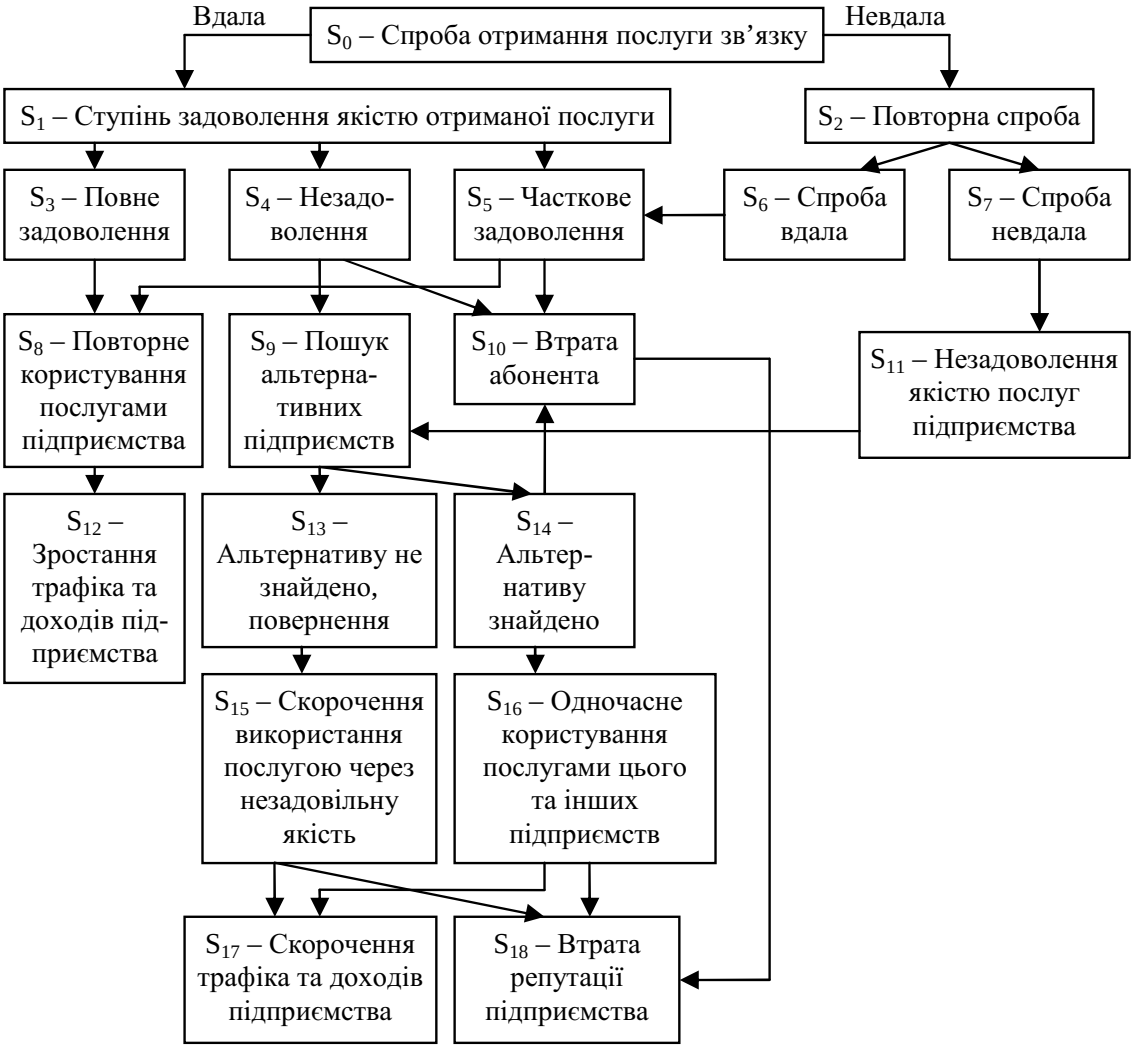

Рис. 1. **Поведінкова модель реакції споживача послуг мобільного зв'язку в залежності від рівня якості одержуваних послуг,** *авторська розробка*

Окремо варто розглянути випадок, коли споживач, знаходячи альтернативні варіанти отримання послуг зв'язку, починає користуватися одночасно послугами декількох підприємств. Це виявляється в тому, що певна частка користувачів здійснюють підключення до мереж двох або більше підприємств, одержуючи економічні вигоди у вигляді економії коштів на різниці в тарифних планах. Як наслідок, при загальному збільшенні трафіка в кожного конкретного підприємства спостерігається зниження надходжень. Подібна тенденція особливо яскраво проявилася в останні роки, призвівши до того, що щільність мобільної телефонії в Україні досягла показника більше 120 телефонів на 100 жителів [6; 7].

Як видно із запропонованої моделі (рис. 1), лише повне задоволення якістю послуг мобільного зв'язку (відображене у вигляді одержання послуг з першої спроби) забезпечує безумовне повторне користування послугами цього

підприємства, що надає послуги мобільного зв'язку, і, як наслідок – до росту трафіка і доходів підприємства. Таким чином, якість відіграє вирішальну роль у реакції споживачів на послугу.

Будемо називати i-і елементи моделі станами S_i $(i = \overline{1,N}$, де N – кількість елементів моделі). Запропонована модель також може бути відображена у виді графа, вершини якого відповідають станам S_i, а дуги – переходами із стану S_i у стан S_j, при цьому вагові характеристики P_{ij} дуг відповідають ймовірностям p_{ij} переходів зі стану S_i у стан S_j (рис. 2).

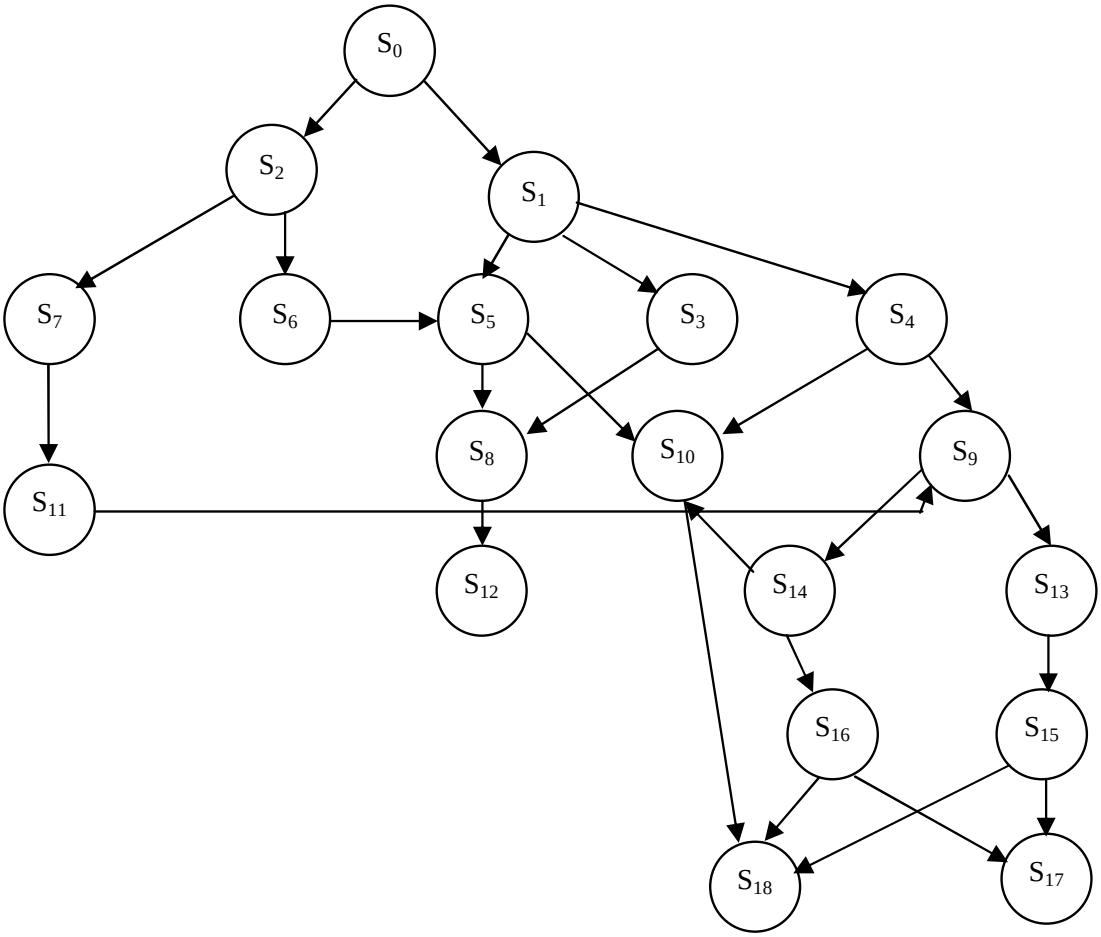

Рис. 2. **Граф поведінки абонента мобільного зв'язку в залежності від рівня якості одержуваних послуг,** *авторська розробка*

Значення рij зручно представляти у вигляді квадратної матриці $P = [p_{ij}]$ розміру (N x N), де N – кількість вершин графа (станів моделі). У матриці $P = [p_{ij}]$ номер кожного i-го рядка відповідає номерові i-ї вершини графа (i-му станові), з якої існують вихідні зв'язки в j-і вершини (j-і стани). Номер кожного j-го стовпця відповідає номерові j-ї вершини графа (j-му станові), в якій існують вхідні зв'язки з i-х вершин (i-х станів).

Значення рij можуть бути визначені на підставі статистичних даних або на підставі експертних оцінок з урахуванням необхідності виконання такої умови для кожного i-го рядка матриці $P = [p_{ij}]$:

$$\sum_{j=1}^{N} p_{ij} = 1, \quad i = \overline{1,N}. \tag{1}$$

Тоді імовірність P_i будь-якого i-го стану S_i може бути визначена по шляху μ_{0i}, що йде з вершини S_0 (стан S_0) у дану S_i-у вершину (стан S_i) як добуток ймовірностей p_{xy} переходу зі стану x у стан y, поставлених у відповідність дугам β_{xy}, що складають шлях μ_{0i}:

$$P_i = \prod_{\forall \beta_{xy} \in \mu 0ii} p_{xy}. \tag{2}$$

Так, імовірність P_3 повного задоволення абонента, що представляє стан S_3, визначиться по шляху μ_{03} з вершини S_0 у вершину S_3, що проходить через вершину S_1 ($\mu_{03} : S_0 - S_1 - S_3$), у такий спосіб: $P_3 = p_{01}$ x p_{13}.

Аналогічно для визначення, наприклад, стану S_{12} (ріст трафіка і доходів оператора) імовірність P_{12} визначиться по шляху $\mu_{0,12}$ ($\mu_{0,12} : S_0 - S_1 - S_3 - S_8 - S_{12}$) у такий спосіб: $P_{12} = p_{01}$ x$\cdot p_{13}$ x p_{38} x $p_{8,12}$.

Пошук шляхів, що ведуть з початкового стану S_0 у будь-який S_i-й стан, може бути здійснений будь-яким методом (матричним або індексним), представленим, наприклад, у [9].

Для різних кількісних оцінок кожному ребру графа G приписується деяка вага – число, що характеризує певні властивості даного ребра, наприклад, довжину, вартість, пропускну спроможність, канальну ємність, час передачі інформації, надійність тощо. Зазначені характеристики ребер графа представляються у формі відповідних квадратних матриць розміру n – довжин, вартостей тощо.

Для побудови, наприклад, матриці довжин $L = [l_{ij}]$ користуються правилом:

$$l_{ij} = \begin{cases} 0, \text{якщо } i = j; \\ \infty, \text{ якщо між вершинами } i \text{ і } j \text{ нема безпосереднього зв'язку;} \\ \text{довжині ребра } \beta_{ij}, \text{якщо між вершинами } i \text{ і } j \text{ існує безпосередній зв'язок.} \end{cases}$$

Матрицю ймовірностей переходів системи із стану S_i у стан S_j $P = [p_{ij}]$ одержують за правилом:

$$P_{ij} = \begin{cases} 1, \text{якщо } i = j; \\ 0, \text{якщо в } G \text{ нема ребра } (i,j); \\ \text{імовірність переходу із стану } S_i \text{ у стан Sj,} \\ \text{якщо ребро}(i\,,\,j) \text{ в } G \text{ існує.} \end{cases}$$

Матричні методи засновані на перетворенні вихідних матриць $\overline{L}, \overline{P}$ тощо в матриці оптимальних по довжині $\overline{L}_{опт}$, імовірності стану системи $\overline{P}_{опт}$ тощо, кожний елемент яких l_{ij} (p_{ij}) визначає довжину (імовірність стану) оптимального шляху з вузла i у вузол j.

Для одержання матриці $\overline{L}_{опт}$ необхідно вихідну матрицю $\overline{L}$ послідовно помножити на себе, зводячи в ступінь $r_{\max} = n - 1$ (n – кількість вузлів мережі), змінивши процедуру перемножування матриць, увівши операцію "Δ": $\overline{C} = \overline{A} \Delta \overline{B}$.

Кожний елемент c_{ij} матриці $\overline{C}$ визначається як мінімум з почленних сум елементів i-го рядка матриці $\overline{A}$ та j-го стовпця матриці B, тобто:

$$c_{ij} = \min(a_{i1} + b_{1j}, a_{i2} + b_{2j}, \ldots, a_{in} + b_{nj}). \quad (3)$$

Для отримання кожного елементу p_{ij} матриці $\overline{P}$ потрібно застосовувати відповідну модифікацію виразу (3), зважаючи на те, що вагова характеристика оптимального шляху визначається як добуток із значень ймовірностей переходів системи із стану S_i у стан S_j тих гілок графа (елементів i-го рядка матриці та j-го стовпця матриці $\overline{P}$), що належать відповідному шляху, за яким і визначається імовірність будь-якого S_j-го стану системи.

Існуючі мережеві методи пошуку найкоротших шляхів засновані на досить очевидному твердженні: якщо найкоротший шлях μ_{ij} від вузла i до вузла j проходить через вузли $x_1, x_2, \ldots, x_n$, то найкоротші шляхи $\mu_{x1j}, \mu_{x2j}, \ldots, \mu_{xnj}$ від вузлів $x_1, x_2, \ldots, x_n$ до вузла j є частинами найкоротшого шляху μ_{ij}, тобто частина найкоротшого шляху є найкоротшим шляхом.

Так, якщо найкоротший шлях із і в j проходить через вузол x , то довжина шляху $\mu_{ij} - L_{ij}$ визначиться як $L_{ij} = l_{ix} + L_{xj}$, де l_{ix} – довжина ребра зв'язку β_{ix}; L_{xj} – довжина шляху з вузла x в вузол j.

Тому що шлях μ_{ij} з довжиною L_{ij} є найкоротшим серед всіх можливих шляхів з вузла i у вузол j, справедливим є вираз:

$$L_{ij} = \min(l_{ix} + l_{xj}, a_{i2}), \quad x = 1, 2, \ldots, n, \quad (4)$$

де n – кількість вузлів.

Процедура визначення найкоротшого шляху зводиться до вибору мінімального з виражень (4) для всіх вузлів x.

Існує досить багато методів пошуку найкоротших по довжині шляхів. Надамо ефективний обчислювальний алгоритм, що дозволяє визначити найкоротші (тобто оптимальні) по довжині (рангу, вартості, ємності, пропускній здатності та іншим характеристикам) шляхи з фіксованого вузла i в усі інші вузли мережі (або із всіх вузлів мережі у фіксований вузол i).

Алгоритм складається в присвоєнні кожному вузлу g позначок виду L_g, N_g, $*_g$, де L_g – довжина шляху з вузла i у вузол g; N_g – номер вузла, що є передостаннім на шляху з вузла i в вузол g; $*_g$ – службова позначка, що формується в процесі пошуку найкоротших шляхів для збільшення швидкості збіжності алгоритму.

Сутність алгоритму зводиться до виконання наступних кроків.

Крок I. Присвоєння вихідних позначок вузлам мережі (вершинам графа): $L_i = 0$; $N_i = 0$; $*_i = 0$; i – початковий вузол (вузол – джерело);

$L_g = \infty$; $N_g = 0$; $*_g = 0$; g – всі інші вузли мережі, $g \neq i$.

Крок 2. Вибір серед вузлів j, у яких позначка $*_j = 0$, вузла, що має $L_i = \min$ (при першому виборі це завжди вузол-джерело i).

Крок 3. Для всіх вузлів g, суміжних обраному j, у яких $*_g = 0$, перевіряється виконання нерівності:

$$L_g > L_j + L_{jg}, \tag{5}$$

де L_{jg} – довжина ребра зв'язку вузла j з перевіряємим вузлом g; L_g, L_j – позначки вузлів g та j, що визначають довжину шляху з вузла i у вузли g та j, відповідно.

Якщо нерівність (5) виконується, то старі позначки вузла g – L_g і N_g замінюються новими: $L_g = L_j + l_{jg}$; $N_g = j$.

Якщо нерівність (5) не виконується, заміна позначок вузла g не здійснюється.

Крок 4. Присвоєння вузлу j позначки «переглянутий»: $*_j = 1$.

Крок 5. Перевірка закінчення роботи алгоритму за умовою: (n – 1) вузол отримав позначку * = 1 (n – кількість вузлів мережі). Якщо умова виконується, то алгоритм роботу закінчує, інакше здійснюється перехід до кроку 2.

На рис. 3 зображено граф, біля вершин якого записано позначки, сформовані в процесі пошуку найкоротших шляхів із вершини $i = 1$ в усі інші вершини графа. Остання (нижня) позначка біля кожної вершини містить інформацію про найкоротший шлях у вершину 1 графа. Цифри біля ребер (гілок) – це довжина ребер. Сформовані позначки дають можливість визначити довжину шляху й сам шлях у формі послідовності вершин графа (вузлів мережі), що складають шлях.

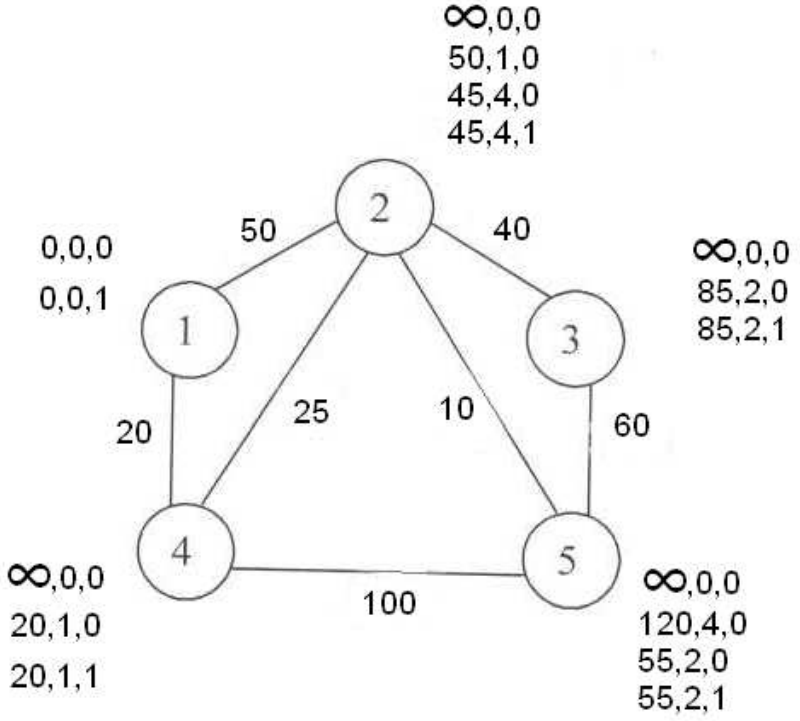

Рис. 3. **Ілюстрація мережевого алгоритму,** *авторська розробка*

Так, із вузла 2 шлях у вузол 1 (або з вузла 1 в вузол 2) має довжину 45 (L_2 = 45), проходить через вузли 2 – 4 – 1; для третього вузла L_3 = 85, шлях проходить через вузли 3 – 2 – 4 – 1 і т.д. Довжина шляху визначається позначкою L_g вузла, шлях – позначкою N_g.

Позначки N_g на вузлах вибираються доти, поки на деякому вузлі $N_g = i$, де i – номер вузла-джерела.

Наприклад, для знаходження μ_{31} (μ_{13}) проглядаються позначки, вершини 3; L_3 = 85, N_3 = 2. Це означає, що довжина шляху L_{31} = 85, шлях проходить через вузол 2. Далі знаходимо N_2 = 4, тобто в шляху є вузол 4 і, нарешті, N_4 = 1. Отже, шлях μ_{31} проходить через вузли 3 – 2 – 4 – 1, оскільки всі ребра неорієнтовані, то μ_{13} = 1 – 4 – 2 – 3. Аналогічно визначимо: μ_{51} =5 – 2 – 4 – 1.

Розглянутий алгоритм може використовуватися для пошуку найкоротшого шляху між двома заданими вузлами i та x. Робота алгоритму при цьому закінчена, коли в якості чергового обраного на кроці 2 алгоритму вузла j виявляється вузол x, тобто $j = x$.

Розглянутий алгоритм може бути використаний для пошуку оптимальних шляхів за іншими критеріями. Наприклад, при пошуку шляхів мінімальної вартості досить характеристикам ребер l_{ij} додати зміст вартості U_{ij}. Тоді позначки L_g визначать вартість шляху U_g. При визначенні імовірності будь-якого S_j-го стану системи за значеннями елементів p_{ij} матриці $\overline{P}$ потрібно застосовувати відповідну модифікацію виразів (4 та 5), зважаючи на те, що вагова характеристика оптимального шляху визначається як добуток із значень ймовірностей переходів системи із стану S_i у стан S_j тих гілок графа (елементів i-го рядка матриці та j-го стовпця матриці $\overline{P}$), що належать відповідному шляху, за яким і визначається імовірність будь-якого S_j-го стану системи.

Надамо приклад застосування поведінкової моделі реакції споживача послуг мобільного зв'язку в залежності від рівня якості одержуваних послуг при використанні мережевого алгоритму, модифікованого з урахуванням змісту вагових характеристик p_{ij} гілок графу.

Нехай матриця $P = [p_{ij}]$ має вигляд (рис. 4).

Необхідно визначити імовірність P_3 повного задоволення абонента, що представляє стан S_3. Для цього, як вже було відмічено, знаходиться шлях μ_{03} з вершини S_0 у вершину S_3, що проходить через вершину S_1 (μ_{03} : $S_0 - S_1 - S_3$): $P_3 = p_{01} \times p_{13}$.

Значення p_{01} знайдемо у рядку, що відповідає стану (вершині) S_0 та у стовпці, що відповідає стану (вершині) S_1; значення p_{13} знайдемо у рядку, що відповідає стану (вершині) S_1, та у стовпці, що відповідає стану (вершині) S_3.

У результаті отримаємо: P_3 = 0,8 x 0,7 = 0,56. Тобто ймовірність P_3 повного задоволення абонента складає 0,56.

Для визначення імовірності P_{12} (зростання трафіку і доходів оператора) за виразом $P_{12} = P_{01} \times P_{13} \times P_{38} \times P_{8,12}$ достатньо звернутися в рядок S_0 і стовпець

S_1 (p_{01} = 0,8), далі – у рядок S_1 і стовпець S_3 (p_{13} = 0,7), далі – у рядок S_3 і стовпець S_8 (p_{38} = 1) і далі – у рядок S_8 і стовпець S_{12} (p_{82} = 1). В результаті отримуємо P = 0,8 х 0,7 х 1 х 1 = 0,56, тобто імовірність P_{12} росту трафіка і доходів оператора складає 0,56.

P =

	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{15}	S_{16}	S_{17}	S_{18}
S_0	0	**0,8**	**0,2**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S_1	0	0	0	**0,7**	**0,1**	**0,2**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S_2	0	0	0	0	0	0	**0,9**	**0,1**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S_3	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,8**	**0,2**	0	0	0	0	0	0	0	0
S_5	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,5**	0	**0,5**	0	0	0	0	0	0	0	0
S_6	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S_7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0
S_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0
S_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,4**	**0,6**	0	0	0	0
S_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
S_{11}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0
S_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0
S_{14}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0
S_{15}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,6**	**0,4**
S_{16}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0
S_{17}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0
S_{18}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**

Рис. 4. **Матриця імовірності станів поведінкової моделі,** *авторська розробка*

Аналогічно на підставі використання матриці $P = [p_{ij}]$ можна визначити імовірність будь-якого стану даної моделі, а саме – будь-якої реакції споживача послуг мобільного зв'язку на якість наданих послуг.

Висновки. Використання запропонованої моделі дозволить підприємству, що надає послуги мобільного зв'язку, на підставі поведінкової моделі реакції споживача на якість наданих послуг формувати просторово-часові плани подальшого розвитку, а також оцінити наслідки реакції споживачів.

Обробка результатів дослідження реакцій споживача достатньо трудомістка, але найголовніше, важко подається автоматизації при проведенні масових опитувань за умов нечіткої інформації від споживача про ступінь оцінок його реакції. Для подолання цих складностей ця стаття буде мати подальший розвиток, а саме – шляхом розробки експертної системи з використанням концепції нечітких множин та нечіткої логіки.

1. *Адлер Ю.П.* Новое направление в статистическом контроле качества – методы Тагути. – М.: Знание, 1988. – 144 с.

Adler Iu.P. Novoe napravlenie v statisticheskom kontrole kachestva – metody Taguti. – M.: Znanie, 1988. – 144 s.

2. *Богатирьов А.М., Чеглатонєв В.І.* Удосконалення ланцюжка створення цінності оператора // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова.– 2007.– №2. – С. 91–96.

Bohatyrov A.M., Chehlatoniev V.I. Udoskonalennia lantsiuzhka stvorennia tsinnosti operatora // Naukovi pratsi ONAZ im. O.S. Popova.– 2007.– №2. – S. 91–96.

3. *Буллах И.В.* Выявление основных характеристик потребителей сотовой связи // Содружество: Сборник науч. докл. УкрНТЭК. – Донецк, 2001. – С. 24–30.

Bullakh I.V. Vyiavlenie osnovnykh kharakteristik potrebitelei sotovoi sviazi // Sodruzhestvo: Sbornik nauch. dokl. UkrNTEK. – Donetck, 2001. – S. 24–30.

4. *Гранатуров В.М., Литовченко І.В.* Управління послугами зв'язку: Навч. посібник. – К.: Освіта України, 2010. – 254 с.

Hranaturov V.M., Lytovchenko I.V. Upravlinnia posluhamy zviazku: Navch. posibnyk. – K.: Osvita Ukrainy, 2010. – 254 s.

5. *Дадеркин Д.О.* Экономическая модель потребительского поведения на рынке услуг сотовой связи // Мобильные системы.– 1997.– №5. – С. 2–8.

Daderkin D.O. Ekonomicheskaia model potrebitelskogo povedeniia na rynke uslug sotovoi sviazi // Mobilnye sistemy.– 1997.– №5. – S. 2–8.

6. Доходи від надання послуг пошти та зв'язку за 2015 рік // Державна служба статистики України // www.ukrstat.gov.ua.

Dokhody vid nadannia posluh poshty ta zviazku za 2015 rik // Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy // www.ukrstat.gov.ua.

7. Звіт про роботу Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері зв'язку та інформатизації за 2015 рік. – К.: НКРЗІ, 2016. – 94 с.

Zvit pro robotu Natsionalnoi komisii, shcho zdiisniuie derzhavne rehuliuvannia u sferi zviazku ta informatyzatsii za 2015 rik. – K.: NKRZI, 2016. – 94 s.

8. *Калита Т.П.* Рекомендації до впровадження систем якості згідно стандарту ISO 9001:2000. – К.: Українська асоціація якості. Міжгалузевий центр якості «ПРИРОСТ». – 37 с.

Kalyta T.P. Rekomendatsii do vprovadzhennia system yakosti zghidno standartu ISO 9001:2000. – K.: Ukrainska asotsiatsiia yakosti. Mizhhaluzevyi tsentr yakosti «PRYROST». – 37 s.

9. *Князєва Н.О., Князєва О.А.* Теорія проектування комп'ютерних систем і мереж: Навч. посібник для вузів з дисципліни «Теорія проектування» для студентів спеціальності 7.091501 «Комп'ютерні системи та мережі». – Одеса: ВМВ, 2008. – Ч. 1. Основи системного підходу до проектування. – 212 с.

Kniazieva N.O., Kniazieva O.A. Teoriia proektuvannia kompiuternykh system i merezh: Navch. posibnyk dlia vuziv z dystsypliny «Teoriia proektuvannia» dlia studentiv spetsialnosti 7.091501 «Kompiuterni systemy ta merezhi». – Odesa: VMV, 2008. – Ch. 1. Osnovy systemnoho pidkhodu do proektuvannia. – 212 s.

10. *Лянцевич М.* Внутренний маркетинг и качество в сфере услуг // nbc.ua.

Liantcevich M. Vnutrennii marketing i kachestvo v sfere uslug // nbc.ua.

11. Система показників якості послуг рухомого (мобільного) зв'язку: СОУ 64.2–00017584 – 005:2009 / Стандарт організації України. – Вид. офіц. – К.: Мінтрансз'вязку, 2009. – 80 с.

Systema pokaznykiv yakosti posluh rukhomoho (mobilnoho) zviazku: SOU 64.2–00017584 – 005:2009 / Standart orhanizatsii Ukrainy. – Vyd. ofits. – K.: Mintranszviazku, 2009. – 80 s.

12. *Тихвинский В.О., Володина Е.Е.* Подвижная связь третьего поколения // Экономика и качество услуг. – М.: Радио и связь, Горячая линия – Телеком, 2005. – 240 с.

Tikhvinskii V.O., Volodina E.E. Podvizhnaia sviaz tretego pokoleniia // Ekonomika i kachestvo uslug. – M.: Radio i sviaz, Goriachaia liniia – Telekom, 2005. – 240 s.

13. *Тихвинский В.О., Терентьев С.В.* Управление и качество услуг в сетях GPRS/UMTS. – М.: Эко-Трендз, 2007. – 400 с.

Tikhvinskii V.O., Terentev S.V. Upravlenie i kachestvo uslug v setiakh GPRS/UMTS. – M.: Eko-Trendz, 2007. – 400 s.

14. GAP-анализ // Википедия – свободная энциклопедия // ru.wikipedia.org.

GAP-analiz // Vikipediia – svobodnaia entciklopediia // ru.wikipedia.org.

15. *Parasuraman, A., Zeithaml, V.A., Berry, L.L.* (1988). SERVQUAL: a multiple-item scale for measuring customer perceptions of service quality. Journal of Retailing, 64(1): 12–40.

16. Trends in Telecommunication Reform 2015. Getting ready for the digital economy. Geneva: ITU, 2015. 223 p.