

МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ

¹Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України

Запропоновано якість комунальної послуги характеризувати трьома взаємопов'язаними коефіцієнтами, а саме: миттєвим, частковим та узагальненим. Наведена методика визначення миттєвого коефіцієнта якості, розроблені нові методи визначення якості послуг за окремими параметрами потенціалу через часткові коефіцієнти якості з урахуванням миттєвих коефіцієнтів. За узагальненим скалярним коефіцієнтом якість послуги в цілому визначається у вигляді одного числа через добуток часткових коефіцієнтів, що дає можливість врахувати якість при оплаті послуги.

Ключові слова: комунальні послуги, якість, методи оцінки.

Вступ

В сучасних містах існує багато інженерних мереж, по яким від виробників до споживачів направляються електроенергія, газ, холодна та гаряча вода, тобто надаються різні види комунальних послуг. Мережі складаються з основних, проміжних та термінальних вузлів та ліній зв'язку між ними. В основних вузлах виробляється продукт, який далі через лінії зв'язку та проміжні вузли надходить до термінальних вузлів, де продукт споживається. Основні та проміжні вузли мають назву серверів. Для мереж комунальних послуг основними серверами є електростанція, газова свердловина, станція забору та очистки води, а проміжними — трансформаторна підстанція, газовий розподільний пункт, тепловий пункт.

Мережі характеризуються двома видами параметрів — параметрами потенціалу та потоку. В міжнародному стандарті IEEE 1076.1 на мову VHDL-AMS відповідні поняття мають назву across quantity та through quantity [1]. Параметрами потенціалу, які підтримують сервери, є напруга та частота електричної мережі, тиск, температура та число Воббе газової мережі, тиск та температура теплоносія гарячого водопостачання та опалення, а параметрами потоку, які залежать від параметрів потенціалу і в основному формуються у вузлах-споживачах мережі, є струм та кількість газу та води, які споживаються за одиницю часу. Внаслідок технічних обмежень в мережах існує зворотний зв'язок, за яким від параметрів потоку залежать параметри потенціалу. Ступінь цього зворотного зв'язку визначає якість мережі.

У великих мережах використання продукту у вузлах-споживачах, тобто параметри потоку, змінюється за кількістю та в часі в дуже великому діапазоні. Вони залежать від сезону, часу доби, температури навколишнього середовища і мають статистичний характер. Крім того, мережі постійно розширюються, з'являються нові термінали і збільшується навантаження на існуючі сервери. Якщо не вживати відповідних технічних заходів, то це призводить до погіршення якості функціонування мережі, а в окремих випадках — і до великих техногенних катастроф.

Мережі комунальних послуг є складними розосередженими ієрархічними структурами. Кожен рівень ієрархії має свої показники якості, яких необхідно дотримуватися, аби система була у робочому стані та забезпечувала потрібні показники якості безпосередньо у споживача. Крім того, різні рівні мереж в Україні на сьогоднішній день мають різних власників, і тому з переміщенням продукту з рівня на рівень необхідно оцінювати його якість з метою адекватної оплати продукту. Для управління і контролю якості комунальних послуг на верхніх рівнях ієрархії вже існують системи контролю [2, 3].

На нижньому рівні (рівні споживачів) кожен продукт мережі оцінюється за окремими параметрами. Приладів оцінки якості послуги в цілому на рівні споживача в теперішній час не існує.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сучасні нормативні документи з якості визначають показники якості комунальних послуг як відхилення параметрів потенціалу від їх нормативних значень [4—6].

Нормою може бути діапазон допустимих та максимально допустимих відхилень від номінального значення, діапазон допустимих значень або максимальне (мінімальне) значення параметра потенціалу, які не повинні перевищуватися (зменшуватися). Таким чином, якщо параметри потенціалу вимірюються, то показники якості за результатами цих вимірювань обчислюються.

Найважливіші показники якості визначають діапазоном допустимих та максимально допустимих відхилень від номінального значення параметра потенціалу (усталене відхилення напруги та частоти в електричній мережі, теплоутворювальна спроможність газу тощо).

Згідно з [6], погіршення показників якості щодо температури у приміщенні в опалювальний сезон та щодо температури гарячої води приводить до зменшення оплати за відповідну послугу через зменшення тарифу.

Відхилення показників якості електро- та газопостачання від норми не пов'язані в нормативних документах [4] та [5] з величиною оплати за них. Також не пов'язані зі зменшенням оплати погіршення таких показників якості, як тиск теплоносія у опалювальній мережі та тиск газу у газовій мережі, тиск води у мережах холодного та гарячого водопостачання.

В [7] наведено опис лічильника гарячої води ЛВ-4Т, в якому зменшення температури гарячої води перераховується в зменшення кількості спожитої води, що також зменшує оплату за користування гарячою водою.

Наявні методи оцінювання якості комунальних послуг в цій статті класифіковано за трьома ознаками — використання одного (O) або (виключне) багатьох (mn) параметрів, контролю (C) або (виключне) визначення (M) параметрів, оцінка параметрів потенціалу (p) або потенціалу та потоку (f).

У цих координатах методи можуть бути однокритеріальними (O, C_p), багатокритеріальними (mn, C_p) з контролем потенціалу, та однокритеріальний метод з визначенням потенціалу і потоку (O, M_p, M_f).

Графічна діаграма, яка ілюструє положення трьох існуючих методів у координатах «типи параметрів», «операції» та «кількість параметрів» показана на рис. 1. Кожному методу відповідає куб або паралелепіпед.

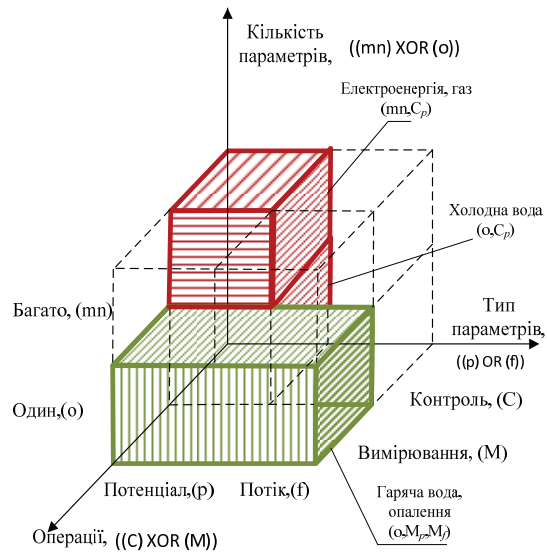


Рис. 1. Графічна діаграма існуючих методів оцінки якості послуг

Постановка задачі та мета досліджень

На погляд авторів, якість послуги та вплив якості на оплату необхідно визначати не як зменшення тарифу в залежності від погіршення одного параметра послуги, а у більш загальному вигляді, через обчислення коефіцієнта якості, в якому мають бути враховані зміни якості надання і кількості споживання послуги в часі та його залежність від декількох вимірних параметрів потенціалу, що визначають якість послуги.

Метою роботи є створення методів визначення якості комунальної послуги в залежності від відхилень вимірних параметрів потенціалу від номінального значення та їх зміни в часі.

Оцінка якості надання комунальних послуг та функції відповідності

Під якістю надання послуги будемо розуміти ступінь відповідності фактично виміряного параметра потенціалу у певного споживача номінальному значенню параметра, визначеному в ГОСТ, ДСТУ, ТУ або в іншому нормативному документі.

Ступінь відповідності характеризується функцією відповідності $y(x)$, яка має задовольняти таким вимогам:

1. Функція відповідності повинна мати в своєму складі як параметр номінальне та граничне значення параметра потенціалу, а як змінну — вимірне значення цього ж параметра.

Діапазон існування вимірних параметрів потенціалу, який визначається граничними значеннями, має бути більшим, ніж допустимі відхилення від номінального значення.

2. Функція відповідності має бути безрозмірною та змінюватись від одиниці (вимірне значення параметра потенціалу дорівнює номінальному значенню) до граничного значення функції, яке

знаходиться в діапазоні від одиниці до нуля.

3. Якщо параметр потенціалу відхиляється від номінального значення на величину, більшу ніж діапазон існування, функція відповідності дорівнює нулю.

4. Граничні значення функції відповідності на межах діапазону існування визначаються вимогами споживача, необхідними умовами для роботи пристроїв комунальних послуг у споживача та економічними міркуваннями.

Розглянемо декілька типів функції відповідності для найпростішого випадку:

— якість визначається за одним параметром потенціалу,

— за час визначення якості виміряні значення потенціалу можуть відрізнятися від номінального значення, але не повинні змінюватися.

Найпростішою функцією відповідності є ступінчаста функція, яка має всього два значення: нуль та одиницю. Вона відображає операцію контролю, тобто визначає, виходить параметр потенціалу за допустимі межі або не виходить. Ступінчаста функція відповідності $y_{\text{контр}}$ з максимально допустимим відхиленням параметра потенціалу від номінального $\pm 10\%$ зображена на рис. 2. Наприклад, за ГОСТ 13109-97 усталене значення напруги не відповідає нормі, якщо відхилення більше 10% .

Вихід параметра потенціалу за межі максимально допустимого відхилення не завжди означає припинення роботи або катастрофічні наслідки і комунальною послугою можливо користуватися, але з гіршою якістю.

На рис. 2 наведені дві кусково-лінійні функції відповідності $y_{\text{лін}}$ та $y_{\text{лін}2}$, які мають різні крайові значення і пов'язують відхилення параметра потенціалу від номінального значення зі значеннями функції відповідності в межах і за межами допустимих відхилень. Відоме рівняння лінійної функції наведено нижче.

$$y(x) = ax + b, \quad (1)$$

де $y(x)$ — функція відповідності; x — вимірний параметр потенціалу; a, b — постійні коефіцієнти.

Також відоме рівняння лінійної функції, заданої двома точками x_1, y_1 та x_2, y_2 , наведено у формулі (2).

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}. \quad (2)$$

Вирази для постійних коефіцієнтів з (1) у вигляді функцій від координат двох точок x_1, y_1 та x_2, y_2 знайдено у відомих формулах

$$a = -y_1 \frac{1}{(x_2 - x_1)} + y_2 \frac{1}{(x_2 - x_1)}; \quad (3)$$

$$b = y_1 \left[1 + \frac{x_1}{(x_2 - x_1)} \right] - y_2 \frac{x_1}{(x_2 - x_1)}. \quad (4)$$

Якщо номінальне значення параметра потенціалу $x_{\text{ном}} = x_1 = 1$ знаходиться між двома граничними значеннями його $x_{\text{гр min}}$ та $x_{\text{гр max}}$, то функція відповідності стає кусково-лінійною і визначається двома парами постійних коефіцієнтів $a_{\text{min}}, b_{\text{min}}$ та $a_{\text{max}}, b_{\text{max}}$.

При цьому для кожного значення параметра потенціалу x_i між $x_{\text{гр min}}$ та $x_{\text{гр max}}$ можна визначити значення функції відповідності $y_i = K_{y_i}$, яке в подальшому будемо вважати миттєвим коефіцієнтом якості K_{y_i} .

Допустимо, що $y_{\text{ном}} = y_1 = 1$ та $x_{\text{ном}} = x_1 = 1$; $x_{\text{гр min}} = 0,7x_{\text{ном}}$; $x_{\text{гр max}} = 1,3x_{\text{ном}}$. Тоді дві пари коефіцієнтів $a_{\text{min}}, b_{\text{min}}$ та $a_{\text{max}}, b_{\text{max}}$ розраховуються як функції y_{min} та y_{max} за рівняннями, наведеними нижче.

$$a_{\text{min}} = -y_{\text{min}} \cdot 3, (3) + 3, (3); \quad b_{\text{min}} = y_{\text{min}} \cdot 3, (3) - 2, (3);$$

Функції відповідності

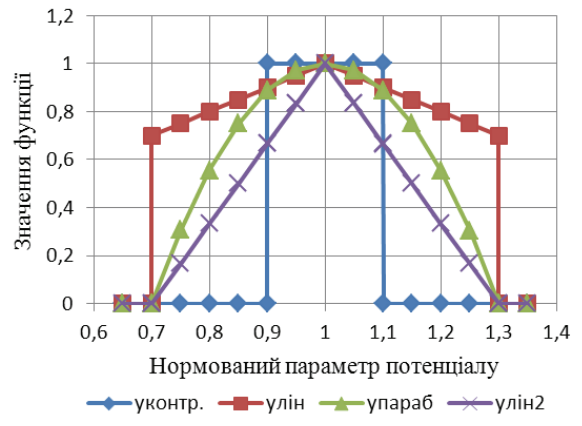


Рис. 2. Функції відповідності

$$a_{\max} = y_{\max} \cdot 3, (3) - 3, (3); \quad b_{\max} = -y_{\max} \cdot 3, (3) + 4, (3).$$

На рис. 2 показана квадратична функція відповідності $y_{\text{параб.}}$, яка є параболою з виссю, паралельною вісі ординат.

Ця функція також пов'язує відхилення параметра потенціалу від номінального значення з значеннями функції відповідності в межах і за межами допустимих відхилень.

$$y(x) = ax^2 + bx + c, \quad (5)$$

де x — вимірне значення параметру потенціалу; $y(x)$ — функція відповідності; a, b, c — постійні коефіцієнти.

Для трьох відомих точок x_1, y_1, x_2, y_2 та x_3, y_3 , які визначаються граничними умовами, можна побудувати квадратичну функцію відповідності, для чого необхідно знайти коефіцієнти a, b, c . В математичному плані це зводиться до вирішення системи з трьох лінійних алгебраїчних рівнянь з трьома невідомими з використанням для розв'язку, наприклад, методу Гауса за схемою одиничного ділення.

Знайдені формули (6), (7) та (8) для розрахунку c, b та a у вигляді функцій від $x_1, y_1; x_2, y_2$ та x_3, y_3 мають вигляд

$$c = -y_1 \frac{\alpha}{\gamma} + y_2 \frac{\beta}{\gamma} + y_3 \frac{1}{\gamma}; \quad (6)$$

$$b = -y_1 \left[\frac{x_2^2/x_1^2}{d} - \frac{e}{d} \cdot \frac{\alpha}{\gamma} \right] + y_2 \left[\frac{1}{d} - \frac{e}{d} \cdot \frac{\beta}{\gamma} \right] - y_3 \frac{e}{d \cdot \gamma}; \quad (7)$$

$$a = y_1 \left[\frac{1}{x_1^2} + \frac{x_2^2/x_1^2}{d} - \left(\frac{e}{x_1 d} - \frac{1}{x_1^2} \right) \frac{\alpha}{\gamma} \right] - y_2 \left[\frac{1}{x_1 d} - \left(\frac{e}{x_1 d} - \frac{1}{x_1^2} \right) \frac{\beta}{\gamma} \right] + y_3 \left[\left(\frac{e}{x_1 d} - \frac{1}{x_1^2} \right) \frac{1}{\gamma} \right], \quad (8)$$

$$\text{де } \alpha = x_3^2 \left(\frac{1}{x_1^2} + \frac{x_2^2/x_1^2}{x_1 d} \right) - x_3 \frac{x_2^2/x_1^2}{d}; \quad \beta = x_3^2 \frac{1}{x_1 d} - x_3 \frac{1}{d}; \quad \gamma = x_3^2 \left(\frac{e}{x_1 d} - \frac{1}{x_1^2} \right) - x_3 \frac{e}{d} + 1; \quad d = x_2 - x_1 \frac{x_2^2}{x_1^2};$$

$$e = 1 - \frac{x_2^2}{x_1^2}.$$

Для граничних умов $x_1 = x_{\text{ном}} = 1; x_2 = x_{\text{гр min}} = 0,7; x_3 = x_{\text{гр max}} = 1,3; y_{\text{гр min}} = y_{\text{гр max}} = 0$; коефіцієнти a, b, c дорівнюють $a = -11,111209; b = 22,222389; c = -10,11118$.

На рис. 3 зображені три нормовані до одиниці, симетричні відносно одиничного значення нормованого параметра потенціалу, параболічні функції відповідності y_1, y_2, y_3 з різними крайовими значеннями.

Значення функції $y_1(x)$ дорівнює 0,7 для крайових значень нормованого параметра потенціалу $1 \pm 0,3$. Для тих же крайових значень $y_2(x) = 0,49$, а $y_3(x) = 0$. Таким чином, $y_2(x) = y_1^2(x)$.

Якщо побудувати функцію $y_n(x) = y_1^n(x)$, то значення n -ї функції будуть знаходитися між значеннями функції $y_1(x)$ та $y_3(x)$. Чим більше буде показник ступеня n , тим менше буде значення функції, яке більшою мірою буде впливати на показник якості.

Для несиметричної параболічної функції $y_2(x)$ з рис. 4, максимум зсувається в бік більшого крайового значення функції і стає більшим одиниці, що суперечить вимогам до функції відповідності. Тому для цього випадку функція $y_2(x)$ стає кусковою (9), що зображено на рис. 4.

$$y(x) = \begin{cases} ax^2 + bx + c, & \text{якщо } y(x) < 1; \\ 1, & \text{якщо } y(x) \geq 1. \end{cases} \quad (9)$$

Теоретично для кожного значення параметра потенціалу можливо визначити миттєвий коефіцієнт якості. Але на практиці функцію відповідності апроксимують ступінчастою функцією, де один

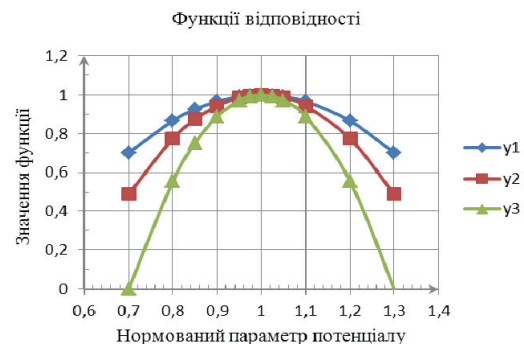


Рис. 3. Параболічні функції відповідності з різними крайовими значеннями

миттєвий коефіцієнт якості застосовується для параметрів потенціалу, що знаходяться в певному діапазоні. Коефіцієнти якості для діапазонів 0,95...1,05; 0,95...0,9; 0,9...0,8; 0,8...0,7; 1,05...1,1; 1,1...1,2; 1,2...1,3 розраховані відповідно до функцій рис. 2, наведені в табл. 1.

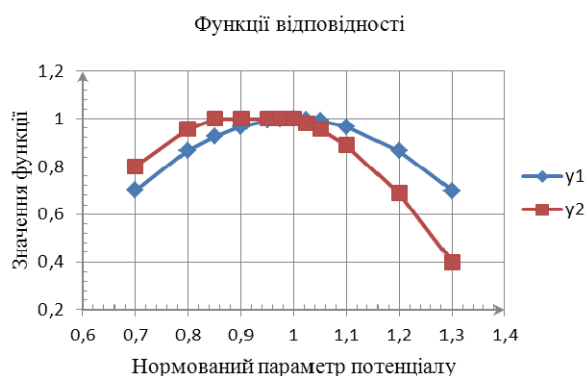


Рис. 4. Несиметрична і симетрична функції відповідності

Таблиця 1
Миттєві коефіцієнти якості

x	$U_{\text{контр.}}$	$U_{\text{лін}}$	$U_{\text{лін2}}$	$U_{\text{параб}}$
0,7...0,8	0	0,7	0,17	0,2
0,8...0,9	0	0,8	0,5	0,55
0,9...0,95	1	0,9	0,75	0,89
0,95...1	1	1	1	1
1...1,05	1	1	1	1
1,05...1,1	1	0,9	0,75	0,89
1,1...1,2	0	0,8	0,5	0,55
1,2...1,3	0	0,7	0,17	0,2

Методика однокритеріального визначення миттєвої якості надання комунальних послуг

1. З урахуванням вимог споживача та умов роботи побутових приладів визначаються граничні значення відхилень параметрів потенціалу $x_{\text{гр min}}$ та $x_{\text{гр max}}$.

2. Виходячи з відносної важливості конкретних параметрів потенціалу для споживача і постачальника, визначаються тип функції відповідності та її граничні значення $U_{\text{гр min}}$ та $U_{\text{гр max}}$.

3. Розраховуються числові коефіцієнти для функції відповідності за формулами і будується функція відповідності.

4. Діапазон граничних змін параметрів потенціалу поділяється на декілька ділянок, серед яких обов'язково мають бути діапазони допустимих та максимально допустимих відхилень. Наприклад, за ГОСТ 13109-97 з якості електроенергії, діапазони допустимих та максимально допустимих відхилень усталеного значення напруги дорівнюють відповідно $\pm 5\%$ та $\pm 10\%$.

5. Для кожної ділянки розраховуються коефіцієнти якості, наприклад такі, що наведені в табл. 1, які у подальшому можуть використовуватися для розрахунку плати за послугу.

Зважаючи на те, що значення функції відповідності знаходяться в діапазоні від 0 до 1, з графіків функцій на рис. 2—4 та табл. 1 можна зробити такі висновки.

Найбільший вплив на миттєві коефіцієнти якості у всьому діапазоні змін параметрів потенціалу має завдання крайових значень функції відповідності, причому чим ближче до нуля крайові значення, тим більший вплив. Для споживача вигідніші крайові нульові значення.

За однаковими крайовими значеннями параболічна функція ближча лінійної до одиниці у всіх точках, тому для постачальника послуг вона більш вигідна, як це видно з рис. 2 та табл. 1, функції $U_{\text{лін2}}$ та $U_{\text{параб}}$.

Метод визначення якості надання комунальних послуг з контролем споживання

Запропонована вище методика визначення миттєвого коефіцієнта якості не може бути застосована безпосередньо для визначення якості у більшості реальних випадків, тому що якість надання послуги (параметр потенціалу) постійно змінюється за час її реєстрації.

З метою врахування змін якості надання послуги за час її реєстрації нами розроблений метод визначення якості надання комунальних послуг з контролем споживання [8].

Суть методу полягає в тому, що якість послуги визначається тільки під час споживання послуги за сумою відносних часток часу перебування сигналу якості в діапазонах можливих змін параметра потенціалу, помножених на миттєві коефіцієнти якості.

Для кожного моменту часу методу відповідає формула для визначення часткового (за одним параметром) коефіцієнта якості

$$K_{\text{чя}} = (T_1/T_{\text{заг}})K_1 + (T_2/T_{\text{заг}})K_2 + \dots + (T_i/T_{\text{заг}})K_i + \dots + (T_n/T_{\text{заг}})K_n, \quad (10)$$

де $K_{\text{чя}}$ — частковий коефіцієнт якості; T_i — час перебування сигналу якості на i -й ділянці сигналу якості; K_i — миттєвий коефіцієнт якості для i -ї ділянки; $T_{\text{заг}}$ — загальний час реєстрації якості; n — кількість ділянок на діапазоні сигналу якості.

$$T_i = \sum_{j=1}^k T_{ij}, \quad (11)$$

де j — номер часової ділянки, на якій на i -й ділянці діапазону перебуває параметр потенціалу; k — кількість часових ділянок на i -й ділянці.

Кількість ділянок n , межі між ними та миттєві коефіцієнти якості K_i для кожної ділянки визначаються так, як це зазначено вище.

Наприклад, за ГОСТ 13109-97 для якості електроенергії, 95 % виміряних за 24 години значень усталеної напруги повинні знаходитися у межах допустимих відхилень, а 5 % — можуть бути в межах максимально допустимих відхилень.

В формулі (10) T_1 та T_2 є часом перебування параметру потенціалу в межах допустимих та максимально допустимих відхилень від номінального значення. Якщо перевести відсотки до часток одиниці та використати миттєві коефіцієнти $K_1 = 1$ та $K_2 = 0,9$ для функції $u_{\text{лін}}$ з табл. 1, підставити ці значення в формулу (10), то якість електроенергії буде тільки тоді задовольняти вимогам ГОСТу, коли значення $K_{\text{чя}} \geq 0,995$.

Багатокритеріальне визначення якості надання послуги

Зазвичай якість послуги характеризується двома або більше параметрами потенціалу. Оскільки плата за послугу обчислюється за мультиплікативною формулою, то узагальнений коефіцієнт якості також вибраний мультиплікативним. Відома [1] формула для мультиплікативного критерію

$$K_y = \prod_{i=1}^n K_{\text{чя}i}^{\omega_i}, \quad (12)$$

де K_y — узагальнений коефіцієнт якості; $K_{\text{чя}i}$ — часткові коефіцієнти якості за кожним параметром; ω_i — коефіцієнти важливості (або вагові коефіцієнти).

В нашому випадку $0 < K_{\text{чя}i} \leq 1$, тому $\omega_i = (1, 2, 3, \dots, n)$.

Виконаний в роботі аналіз функцій відповідності довів, що вибір вагових коефіцієнтів для миттєвих коефіцієнтів якості еквівалентний вибору крайових значень функції. Тому узагальнений коефіцієнт якості можна обчислити за формулою, у якій коефіцієнти важливості враховуються через певний вибір крайових значень функцій відповідності:

$$K_y = K_{\text{чя}1} \cdot K_{\text{чя}2} \cdot \dots \cdot K_{\text{чя}i} \cdot \dots \cdot K_{\text{чя}n}, \quad (13)$$

де K_y — узагальнений коефіцієнт якості; $K_{\text{чя}i}$ — частковий i -й коефіцієнт якості.

Часткові коефіцієнти якості за визначенням менше або дорівнюють одиниці [9], тобто критерій можна назвати «гірший або гірше гіршого».

В теоретичному плані це є перехід від векторного показника якості до скалярного, що достатньо детально розроблено в теорії багатокритеріальної оптимізації [10, 11]. Скалярний показник можна застосувати для розрахунку плати за комунальну послугу з урахуванням її якості.

Метод визначення якості спожитих комунальних послуг

Контроль споживання, який застосовується в методі визначення якості послуги з контролем споживання, дозволяє не брати до уваги якість надання послуги за той час, коли вона не споживається конкретним споживачем. Інформація про особливості споживання послуги мінімальна: є споживання, чи його немає, тобто 1 біт.

Якщо взяти за мету врахувати особливості споживання послуги конкретним споживачем, то такий метод добре працює тільки в тому випадку, коли параметр потоку, тобто споживання, не змінюється за час реєстрації якості.

Для врахування в повній мірі особливостей споживання послуги був розроблений метод визначення якості спожитих комунальних послуг [12].

Суть розробленого методу полягає в тому, що вимірюється як параметр потенціалу, що характеризує якість надання послуги, так і параметр потоку, тобто кількість спожитої послуги, причому кількість спожитої послуги прив'язана до ділянок з відповідним рівнем якості надання.

Для кожного моменту часу методу відповідає формула (14) для визначення часткового (за одним параметром) коефіцієнта якості

$$K_{\text{чя}} = (K_{\text{П1}}/K_{\text{заг}})K_1 + (K_{\text{П2}}/K_{\text{заг}})K_2 + \dots + (K_{\text{Пi}}/K_{\text{заг}})K_i + \dots + (K_{\text{Пn}}/K_{\text{заг}})K_n, \quad (14)$$

де $K_{\text{чя}}$ — частковий коефіцієнт якості; $K_{\text{Пi}}$ — кількість спожитої послуги на i -й ділянці параметра потенціалу; $K_{\text{заг}}$ — загальна кількість спожитої послуги; K_i — миттєвий коефіцієнт якості для i -ї ділянки; n — кількість ділянок на діапазоні параметра потенціалу.

$$K_{\text{Пi}} = \sum_{j=1}^k K_{\text{Пij}}, \quad (15)$$

де j — номер часової ділянки, на якій на i -й ділянці діапазону перебуває параметр потенціалу; k — кількість часових ділянок на i -й ділянці параметра потенціалу.

Кількість ділянок n , межі між ними та миттєві коефіцієнти якості K_i для кожної ділянки визначаються відповідно до вищенаведеної методики.

Узагальнений коефіцієнт якості для багатокритеріальних випадків розраховується за формулою (13).

Графічна діаграма, яка ілюструє положення нових розроблених методів визначення якості надання з контролем споживання та якості спожитих комунальних послуг в координатах «типи параметрів», «операції», «кількість параметрів», наведена на рис. 5.

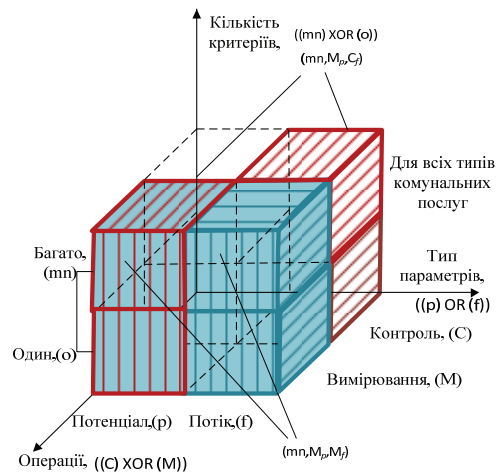


Рис. 5. Розроблені методи визначення якості послуг

Висновки

1. Якість комунальної послуги визначена як ступінь відповідності вимірюваного параметра потенціалу його номінальному значенню. Ступінь відповідності визначається функцією відповідності, яка пов'язує нормований вимірний параметр потенціалу з миттєвим коефіцієнтом якості. Проаналізовано два типи функції відповідності. Показано, що вибір крайових значень функції найбільшою мірою впливає на значення миттєвого коефіцієнта якості в усьому діапазоні його існування.

2. Запропоновано якість послуги в цілому оцінювати за трьома взаємопов'язаними коефіцієнтами якості: миттєвим, частковим та узагальненим. Частковий коефіцієнт оцінює якість за одним параметром потенціалу в залежності від зміни його у часі з урахуванням миттєвих коефіцієнтів. Якість послуги за сукупністю параметрів визначається за допомогою узагальненого коефіцієнта якості, який є добутком часткових коефіцієнтів і для якості спожитих послуг враховує зміни у часі параметра потоку.

3. Запропонований та розроблений метод визначення якості надання комунальних послуг з контролем споживання. Від існуючих методів відрізняється тим, що якість надання послуги оцінюється в числовому вигляді тільки у разі споживання послуги.

4. Запропонований та розроблений метод визначення якості спожитих комунальних послуг. Від існуючих він відрізняється можливістю врахування зміни параметра потоку в часі, тобто особливостей споживання послуги у кожного споживача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования / И. П. Норенков. — М. : МГТУ им. Баумана, 2006. — 336 с.
- Landis & Gyr DGC300 — Metsys. Веб-сайт компанії «Metsys» [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.metsys.hu/>.
- Система «Techem». Веб-сайт компанії «Техем». [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.techenergy.ru/> (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
- Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення : ГОСТ 13109-97 (ІЕК, ІЕС) — ГОСТ 13109-97 — [Чинний від 1999-01-01]. — К. : ТК 30 ЕМС, 1999. — 45 с.
- Газы горючие природные. Расчетный метод определения теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе. ГОСТ 22667-82 [Действующий с 1983-07-01.] — М. : Госстандарт СССР. — 4 с.
- Про затвердження Порядку проведення перерахунків розміру плати за надання послуг з централізованого опалення, постачання холодної та гарячої води і водовідведення в разі ненадання їх або надання не в повному обсязі, зниження

якості : Постанова Кабінету Міністрів України від 17 лютого 2010 р. № 151 / Офіційний вісник України. — К. : ДП Українська права інформація : Кабінет Міністрів України, 2010. — 114 с. — (Постанова Кабінету Міністрів України).

7. Лічильник «ЛВ–4Т». Веб-сайт «ХТС». [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.hgcsms.kharkov.ua/lv-4t/lv-4t.htm> (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).

8. Патент на винахід № 82925, Україна, МПК (2006) G01R 11/00, G06Q 50/00. Спосіб контролю витрати і якості комунальних послуг / Багацький В. О., Багацький О. В., Кривонос Ю. Г., Палагін О. В., заявник та патентовласник ІК НАН України, — заявка № а200607592, заявл. 07.07.2006, опубл. 26.05.2008, Бюл. № 10.

9. Патент на винахід №82791, Україна, МПК (2006) G01F 1/00, G01R 21/133 (2008.01), G06Q 50/00. Система контролю комунальних послуг / Багацький В. О., Багацький О. В., Кривонос Ю. Г., Палагін О. В., заявник та патентовласник ІК НАН України, — заявка № а200700963, заявл. 30.01.2007, опубл. 12.05.2008, Бюл. № 9.

10. Михалевич В. С., Волкович В. Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. — М. : Наука, 1982. — 288 с.

11. Мушник Э. Методы принятия технических решений / Мушник Э., Мюллер П. — М. : Мир, 1990. — 208 с.

12. Патент на винахід № 92540, Україна, МПК (2009) G01R 11/00, G06Q 50/00. Спосіб контролю спожитих комунальних послуг / Багацький В. О., Багацький О. В., заявник та патентовласник ІК НАН України, — заявка № а200901200, заявл. 16.02.2009, опубл. 10.11.2010, Бюл. № 21.

Рекомендована кафедрою автоматики та інформаційно-виміральної техніки ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 5.09.2014

Багацький Валентин Олексійович — д-р техн. наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник, e-mail: bagatskijva@rambler.ru;

Багацький Олексій Валентинович — канд. техн. наук, молодший науковий співробітник.

Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України, Київ

V. O. Bagatskyi¹

O. V. Bagatskyi¹

Estimation methods of the quality of public utilities

¹Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine, Kyiv

There has been suggested the quality of public utilities characterized with three coefficients like instant, partial and generalized factor. The methodology of determination of instantaneous coefficient of quality is presented; the new methods of determination of quality of services are developed in the separate parameters of potential through partial coefficients taking into account instantaneous coefficients. Considering the generalized scalar coefficient the quality of service on the whole is calculated as one number through intersection of partial coefficients that gives the possibility taking into account the quality at payment of service.

Key words: public utilities, quality, estimation methods.

Bagatskyi Valentyn O. — Dr. Sc. (Eng.), Senior Research Assistant, Leading Research Assistant, e-mail: bagatskijva@rambler.ru;

Bagatskyi Oleksii V. — Cand. Sc. (Eng.), Junior Research Assistant

V. A. Багацкий¹

A. V. Багацкий¹

Методы оценки качества коммунальных услуг

¹Институт кибернетики им. В. М. Глушкова НАН Украины

Предложено качество коммунальной услуги характеризовать тремя связанными коэффициентами, а именно: мгновенным, частичным и обобщенным. Приведена методика определения мгновенного коэффициента, качества, разработаны новые методы определения качества услуг по отдельным параметрам потенциала через частичные коэффициенты с учетом мгновенных коэффициентов. По обобщенному скалярному коэффициенту качество услуги в целом вычисляется в виде одного числа через произведение частичных коэффициентов, что предоставляет возможность учесть качество при оплате услуги.

Ключевые слова: коммунальные услуги, качество, методы определения.

Багацкий Валентин Алексеевич — д-р техн. наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник, e-mail: bagatskijva@rambler.ru;

Багацкий Алексей Валентинович — канд. техн. наук, младший научный сотрудник