

О.В. ПАЛАГІН, академік НАН України, доктор технічних наук, професор, заступник директора, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, 03187, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 40, Україна, palagin_a@ukr.net

В.О. БАГАЦЬКИЙ, доктор техн. наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, 03187, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 40, Україна. bagatskijva@gmail.com

О.В. БАГАЦЬКИЙ, кандидат техн. наук, старший науковий співробітник, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, 03187, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 40, Україна. bagatskyu.o.v@gmail.com

НОВИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ

Розроблено нові методи визначення узагальненої якості послуг, які перевірено на експериментальному зразку приладу для визначення якості постачання електроенергії за ustalеними значеннями напруги та частоти. Запропоновано уніфікований підхід для визначення якості комунальних послуг, який дає змогу визначати якість надання послуг, а також якість спожитих послуг у конкретного споживача.

Ключові слова: комунальні послуги, якість, узагальнений коефіцієнт якості, оплата за послуги.

Вступ

Цей підхід буде корисним для визначення якості комунальних (або муніципальних) послуг, що надаються споживачам за допомогою складних ієрархічних інженерних мереж, таких як мережі постачання електроенергії та газу, опалення, гарячої та холодної води. Нині якість комунальних послуг оцінюється як відхилення від номінального значення параметра (зазвичай у відсотках). Наприклад, відповідно до європейського стандарту (*Standard EN 50160 — Voltage Characteristics of Public Distribution Systems*), напруга в електричній мережі має номінальне значення 230 В з дозволеними мінімальним та максимальним відхиленням ± 10 відсотків (тобто від 207 до

253 В). За цим стандартом, крім напруги, якість електроенергії характеризують ще 11 параметрів. Стандартом нормуються лише так звані «параметри потенціалу», а «параметри потоку» не нормуються [1].

Аналіз стану визначення якості комунальних послуг

Для визначення якості на цей час користуються чинним комплексом стандартів і нормативних документів (в юридичному плані) та наявними вимірювальними засобами (в технічному плані).

Відхилення показників якості електро- та газопостачання від норми не пов'язані в

документах [2, 3] 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.

Згідно з [4], погіршення одного основного параметра якості — температури в приміщенні в опалювальний сезон та температури гарячої води — призводить до зменшення тарифного коефіцієнта та, відповідно, до зменшення оплати за послугу.

Існують лічильники електроенергії, наприклад *SL7000 Smart* фірми *Astaris*, Франція, *PQube 3* фірми *PSL*, США [5, 6] та інші, які, крім контролю кількості спожитої енергії, визначають її якісні параметри. В разі виходу параметрів за дозволені межі, подається звуковий або світловий сигнал з відповідним внесенням відхилення та його часу до протоколу моніторингу напруги. На наш погляд, недоліком цих приладів є те, що сукупна якість електроенергії оцінюється у вигляді вектора відхилень, що не дозволяє прив'язати його до грошей, які є скаляром.

В Україні розроблено й атестовано чотиритарифний лічильник гарячої та холодної води «ЛВ–4Т», організація КП «Харківські теплові мережі», з контролем температури гарячої води безпосередньо у квартирі. Зниження температури стосовно номінальної враховується через зменшення кількості спожитої води й у такий спосіб зменшується оплата [4, 7]. На жаль, лічильник не контролює тиск води в мережі, і тому якість визначається та враховується при оплаті за одним параметром — температурою.

Оплата за спожиту послугу P розраховується кожним споживачем у ручному режимі за формулою (1) для всіх типів послуг

$$P = T \cdot A, \quad (1)$$

де T — тариф на послугу; A — кількість спожитої послуги (наприклад, кВт*год).

За цією формулою від якості послуги оплата не залежить. Вважається, що постачальник завжди забезпечує нормативну якість. Але

насправді це не так. До мереж постачання послуг постійно підключаються нові будинки й навіть цілі мікрорайони, з'являються нові енерговитратні прилади, а збільшення потужності мереж потребує значних капіталовкладень. Постачальники послуг не квапляться з модернізацією мереж і тому якість послуг знижується.

Мета роботи

Розробити підхід до визначення узагальненої якості кожної комунальної послуги, в якому зниження якості послуги автоматично призводитиметь до зменшення оплати за неї, без звернення до юридичних процедур.

Загальний підхід

На нашу думку, у формулу (1) потрібно додати коефіцієнт, який би враховував якість послуги. Тоді формула (1) перетворюється на формулу (2)

$$P = T \cdot A \cdot C_{GQ}, \quad (2)$$

де C_{GQ} — узагальнений коефіцієнт якості.

Для визначення коефіцієнтів якості для кожного виду послуг. необхідна розробка, виготовлення та впровадження нових лічильників, що потребує значного часу. За цей час дві системи підрахунку оплати мають співіснувати. Це можливо, коли для нормативних значень параметрів значення коефіцієнта якості дорівнює одиниці. Якщо якість погіршується, тобто відхилення від номінального значення збільшується, то коефіцієнт якості зменшується і оплата за послугу також зменшується. Тобто, коефіцієнт має бути безрозмірним і змінюватися від 1 до 0.

Ми пропонуємо визначати якість послуги у три етапи [8].

Перший етап.

Функція відповідності та коефіцієнт відповідності

Комунальні послуги характеризуються номінальними значеннями параметрів якості та

«гранично припустимими» відхиленнями від них. Крім того, реально є також максимально наявні відхилення, які не нормуються стандартами, але можуть бути значно більшими, ніж «гранично припустимі». На теперішній час лічильники та інші пристрої контролю комунальних послуг використовують цифрові методи вимірювання. Діапазон вимірювання відхилень має бути не меншим, ніж максимально наявні відхилення. Після одержання кожного відліку параметра якості він перетворюється за допомогою функції відповідності на коефіцієнт відповідності. Функція відповідності будується за трьома відомими значеннями параметра: номінальним і двома значеннями, які розташовуються між «гранично припустимими» та максимально наявними відхиленнями. Вона може бути квадратичною або кусково-лінійною. За цією функцією, коефіцієнт відповідності для номінального значення параметра дорівнює 1. Для параметрів із відхиленнями, більшими за гранично припустимі, коефіцієнт відповідності може змінюватися від 1 до 0, залежно від величини відхилення від номінального значення.

Другий етап. Усереднений коефіцієнт відповідності

Час вимірювання кожного відліку значення параметра якості дорівнює мілісекундам або секундам, причому якість може змінюватися щосекундно. У стандартах, наприклад, у *Standard EN50160*, час вимірювання параметрів електроенергії для оцінки її якості постачання визначено як одну добу. Тому необхідно усереднювати коефіцієнти відповідності за часом. Для усереднення запропоновано формулу (3) [9]

$$C_{pQ} = (T_i/T_{all})C_1 + \dots + (T_i/T_{all})C_i + \dots + (T_n/T_{all})C_n \quad (3)$$

де C_{pQ} — усереднений коефіцієнт якості,

T_i — час перебування сигналу якості на i -тій ділянці,

C_i — коефіцієнт відповідності для i -тої ділянки,

T_{all} — загальний час реєстрації якості на даний момент часу,

n — кількість ділянок на діапазоні сигналу якості.

Оскільки усереднення відбувається за часом, то можна визначити якість постачання послуги, для чого необхідно вимірювати тільки параметри потенціалу.

Для визначення якості спожитої послуги усереднення коефіцієнта відповідності виконується за кількістю спожитої послуги за формулою (4) [10]

$$C_{pQ} = (A_{pi}/A_{all})C_1 + \dots + (A_{pi}/A_{all})C_i + \dots + (A_{pn}/A_{all})C_n \quad (4)$$

де C_{pQ} — усереднений коефіцієнт якості,

A_{pi} — кількість спожитої послуги на i -тій ділянці параметра потенціалу,

A_{all} — загальна кількість спожитої послуги на даний момент часу,

C_i — коефіцієнт відповідності для i -тої ділянки,

n — кількість ділянок на діапазоні параметра потенціалу.

Усереднені коефіцієнти надання послуг та спожитих послуг, як і коефіцієнт відповідності, розташовані в діапазоні від 1 до 0.

Для визначення кількості спожитої послуги необхідно вимірювати й параметри потенціалу, й параметри потоку. Розрахунок оплати за спожиту послугу виконується щомісяця.

Третій етап. Узагальнений коефіцієнт відповідності

Зазвичай комунальна послуга характеризується декількома параметрами потенціалу. Для гарячої води це є температура та тиск, для газу — температура, тиск та число Воббе, для електроенергії — напруга та частота. Для розрахунку узагальненого коефіцієнта якості усереднені коефіцієнти якості об'єднуються за допомогою операції множення, тобто за формулою (5) [11]

$$C_{GQ} = \prod_{i=1}^n C_{pQi}, \quad (5)$$

де C_{GQ} — узагальнений коефіцієнт якості, C_{pQi} — усереднений коефіцієнт якості j -го параметра

якості, n — кількість часткових коефіцієнтів якості.

Усереднені коефіцієнти якості за визначенням є меншими від одиниці або дорівнюють одиниці, тому узагальнений коефіцієнт якості розташований у тому ж діапазоні від 1 до 0.

Важливість кожного параметра потенціалу для узагальної якості послуги враховується завдяки вибору форми функції відповідності. Узагальнений критерій якості можна назвати «гіршим або гіршим від гіршого».

Експериментальна перевірка

Для перевірки особливостей практичної реалізації підходу було розроблено й виготовлено експериментальний зразок приладу для визначення якості постачання електроенергії за двома параметрами: ustalеними значеннями напруги та частоти [12]. Прилад побудовано на базі аналого-цифрового мікроконтролера типу C8051 F320, який вимірює, обробляє та виводить на рідкокристалічний індикатор значення частоти та діюче значення напруги, розраховані для цих величин усереднені коефіцієнти якості та узагальнений коефіцієнт якості. Також було розроблено програмне забезпечення для персонального комп'ютера, який отримує дані про якість електроенергії у вигляді XML-файлу від пристрою через USB-інтерфейс із подальшим перетворенням на таблицю Excel. Пристрій дає змогу контролювати якість електроенергії безпосередньо в мережі споживача електроенергії. Виконано декілька сеансів добового моніторингу якості постачання електроенергії в умовах міста та замської території [13]. Результати моніторингу оформлюються у вигляді таблиці Excel.

Цей підхід захищено п'ятьма патентами України [9–11,14,15], інформаційну технологію визначення якості комунальних послуг зареєстровано у встановлений спосіб у Міністерстві освіти і науки України за № 0617U000030 від 30.01.2017.

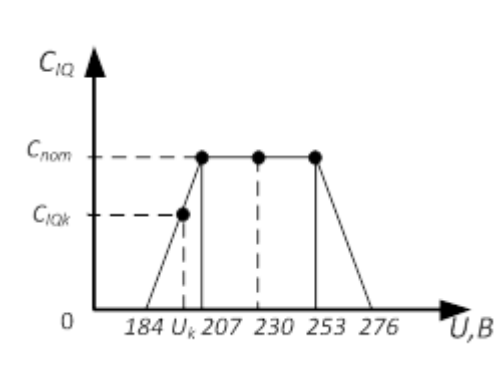


Рис. Функція відповідності

Приклад розрахунку оплати з урахуванням якості

Розглянемо приклад визначення якості спожитої електроенергії. Визначмо якість спожитої електроенергії за одним параметром: ustalеним значенням напруги. При цьому якість за іншими параметрами вважатимемо нормативною. Як уже згадувалося, за стандартом EN 50160 напруга живлення має номінальне значення 230 В з величиною гранично допустимих відхилень ± 10 відсотків (тобто 207 ... 253 В). Припустимо, що реальні відхилення, які не призводять до псування електроприладів, можуть бути ± 20 відсотків. Використаймо кусково-лінійну функцію відповідності, показану на рисунку.

Кусково-лінійна функція визначається системою рівнянь (6)

$$C_{10} = \begin{cases} 0,0435 \cdot U - 8, & 184V \leq U < 207V \\ 1, & 207V \leq U \leq 253V \\ -0,0435 \cdot U + 12, & 253V < U \leq 276V. \end{cases} \quad (6)$$

Коефіцієнти системи рівнянь розраховано за відомими з аналітичної геометрії формулами для лінійної функції, яка проходить через дві точки з відомими координатами.

На рисунку: C_{10} — коефіцієнт відповідності, C_{10nom} — номінальний коефіцієнт відповідності, який дорівнює 1,

U_k — поточне значення напруги.

Припустімо, що споживач використав за місяць 200 кВт • год. електроенергії, причому 100 кВт • год. було використано в час «пік», коли напруга дорівнює $U = 195,5$ В, як це показано на рисунку, тобто її якість є найгіршою. Для цієї напруги, згідно з системою (6), значення коефіцієнта відповідності дорівнюватиме $C_{Юк} = 0,5$.

Коли споживалися інші 100 кВт•год., значення напруги в мережі було між 207 і 235 В, і тому коефіцієнт якості цієї енергії $C_{Юк}$ дорівнює 1.

За формулою (4) усереднений коефіцієнт якості спожитої енергії за усталеною напругою за весь місяць:

$$C_{pQ} = (A_{p1}/A_{all}) C_1 + (A_{p2}/A_{all}) C_2 = 100/200 \cdot 1 + 100/200 \cdot 0,5 = 0,75. \quad (7)$$

Узагальнений коефіцієнт якості з'єднує між собою всі коефіцієнти якості (за напругою, частотою напруги й таке інше) внаслідок множення кожного з розрахованих усереднених коефіцієнтів якості. Як було зазначено раніше, якість напруги в мережі характеризується 12-ма параметрами потенціалу й усі вони, крім усталеного значення напруги, перебувають у межах норми, тобто мають усереднений коефіцієнт якості 1. Тільки усталена напруга має усереднений коефіцієнт якості $C_{pQ} = 0,75$.

За формулою (5) узагальнений коефіцієнт дорівнює

$$C_{GQ} = \prod_{i=1}^{12} C_{pQi} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \dots 1 \cdot 0,75 = 0,75. \quad (8)$$

Оплата за електроенергію за місяць розраховується за формулою (2)

$$P = T \cdot C_U \cdot C_{GQ} = T \cdot C_U \cdot 0,75. \quad (9)$$

Таким чином, якщо в квартирі за місяць було спожито 200 кВт год і тариф становить 0,9 грн/кВт., то, використовуючи формулу (9), споживач має сплатити

$$P = T \cdot C_U \cdot C_{GQ} = T \cdot C_U \cdot 0,75 = 0,9 \cdot 200 \cdot 0,75 = 135 \text{ грн.} \quad (10)$$

без урахування якості необхідно сплачувати 180 грн.

Висновки

Запропоновано уніфікований підхід для визначення якості комунальних послуг, який дозволяє визначити як якість надання послуг, так і якість спожитих послуг у конкретного споживача. Усереднені коефіцієнти якості дають змогу контролювати послуги на відповідність нормативним показникам якості за окремими показниками. Узагальнений коефіцієнт якості може бути використано для визначення оплати за послуги у тому разі, коли якість послуги визначається за декількома показниками якості одночасно.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Норенков И.П.* Основы автоматизированного проектирования. Москва: МГТУ им. Баумана. 2006. 336 с.
2. ГОСТ 13109-97 (ИЕК, ИЕС). Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. (Чинний від 1999-01-01). Київ: ТК 30 ЕМС, 1999. 45 с.
3. ГОСТ 22667-82. Газы горючие природные. Расчетный метод определения теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе. (Действующий с 1983-07-01). Москва: Госстандарт СССР. 4 с.
4. 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. Київ: ДП Українська правова інформація : Кабінет Міністрів України, 2010. 114 с. (Постанова Кабінету Міністрів України).

5. Лічильник електроенергії «SL700 Smart». Веб-сайт фірми «Actaris». [Електронний ресурс]. www.actaris.com.ua/rus/katalog/schetchik-Actaris-SL7000 (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-05).
6. Лічильник електроенергії PQube3. Веб-сайт компанії «Power Standarts». (Електронний ресурс). <https://www.powerstandarts.com/power-analyzers/> (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-05).
7. Патент України №14343. Андреев С.Ю., Радченко В.І., Федоров І.П. Система обліку кількості споживаної води з урахуванням якості підігріву гарячої води. Заявка № u200510487; заявл. 07.11.2005, опубл. 15.05.2006, Бюл. № 5.
8. Багацький, В.О., Багацький, О.В. Методи оцінки якості комунальних послуг. Вінниця: Вісн. ВПІ., 2014. № 6. С. 108–115.
9. Патент України №82925. Багацький В.О., Багацький О.В., Кривонос Ю.Г., Палагін О.В. Спосіб контролю витрати і якості комунальних послуг. Заявка № a200607592, заявл. 07.07.2006, опубл. 26.05.2008, Бюл.№ 10.
10. Патент України №92540. Багацький В.О., Багацький О.В. Спосіб контролю спожитих комунальних послуг. Заявка № a200901200, заявл. 16.02.2009, опубл. 10.11.2010, Бюл. № 21.
11. Патент України №82791. Багацький В.О., Багацький О.В., Кривонос Ю.Г., Палагін О.В. Система контролю комунальних послуг. Заявка № a200700963, заявл. 30.01.2007, опубл. 12.05.2008, Бюл.№9.
12. Багацький, В.О., Багацький, О.В. Прилад для визначення якості електроенергії в мережі 220 В у споживача. Комп'ютерні засоби, мережі та системи, Київ: Ін-т кібернетики НАН України. 2014. № 13. С. 15–22.
13. Багацький, В.О., Багацький, О.В. Моніторинг якості електроенергії у мережі 220 В за допомогою приладу «Якість-Е1». Київ: Комп'ютерні системи і мережі, Ін-т кібернетики НАН України. 2017. №16. С. 40-48.
14. Патент України №82952. Багацький В.О., Багацький О.В., Кривонос Ю.С., Палагін О.В. Пристрій визначення якості комунальних послуг. Заявка № a200612878, заявл. 12.06.2006, опубл. 26.05.2008, бюл. № 10.
15. Патент України №93754. Багацький О.В., Багацький В.О. Пристрій визначення якості спожитих комунальних послуг. Заявка № a200905372, заявл. 28.05.2009, опубл. 10.03.2011, Бюл. № 5.

Надійшла 17.07.2020

REFERENCES

1. *Norenkov, P.*, 2006. *Osnovy avtomatizirovannogo proyektirovaniya*. MGTU im. Bauman, Moskva, Russia. 336 p. (in Russian).
2. HOST 13109-97 (IEK, IEC), 1999. *Normy yakosti elektrychnoyi enerhiyi v systemakh elektropostachannya zahalnoho przyznachennya* [Chynnyy vid 1999-01-01], TK 30 EMS, Kyiv, 45 p. (in Ukrainian).
3. HOST 22667-82. *Gazy goryuchiye prirodnyye. Raschetnyy metod opredeleniya teploty sgoraniya, otnositelnoy plotnosti i chisla Vobbe* [Deystvuyushchiy s 1983-07-01]: Gosstandart SSSR, Moskva, 4 p. (in Russian).
4. Kabinet Ministriv Ukrayiny [Cabinet of Ministers of Ukraine], 2010. “Pro zatverdzhennya Poryadku provedennya pererakhunkiv rozmiru platy za nadannya posluh z tsentralizovanoho opalennya, postachannya kholodnoyi ta haryachoyi vody i vodovidvedennya v razi nenadannya yikh abo nadannya ne v povnomu obsyazi, znyzhennya yakosti, Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 17 lyutoho 2010 roku № 151”, *Ofitsiyyny visnyk Ukrayiny, DP Ukrayinska pravova informatsiya*, Kyiv. 114 p. (in Ukrainian).
5. SL7000 Smart Elektronnyye mnogofunktsionalnyye schetchiki. [online] Available at: <actaris.com.ua/rus/katalog/schetchik-Actaris-SL7000> [Accessed: 10 Jul. 2020]. (in Russian).
6. PQube 3 Power Analyzers. URL: <<https://www.powerstandarts.com/power-analyzers/>> [Accessed: 10 Jul. 2020].
7. *Andryeyev, S.Yu., Radchenko, V.I., Fedorov, I.P.*, 2006. *Systema obliku kilkosty spozhyvanoyi vody z urakhuvanniam yakosti pidihrivu haryachoyi vody*, Ukraine, Pat. № (in Ukrainian).
8. *Bahatsky, V.O., Bahatsky, O.V.*, 2014. “Metody otsinky yakosti komunalnykh posluh”, *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu, VNTU, Vinnytsya*, 6, pp. 108–115 (in Ukrainian).
9. *Bahatsky, V.O., Bahatsky, O.V., Kryvonos, Yu.H., Palagin, O.V.*, 2008. *Sposib kontrolyu vytraty i yakosti komunalnykh posluh*, Ukraine, Pat. № 82925. (in Ukrainian).
10. *Bahatsky, V.O., Bahatsky, O.V.* *Sposib kontrolyu spozhytykh komunalnykh posluh*, Ukraine, Pat. № 92540. (in Ukrainian).
11. *Bahatsky, V.O., Bahatsky, O.V., Kryvonos, Yu.H., Palagin, O.V.* *Systema kontrolyu komunalnykh posluh*, Ukraine, Pat. № 82791. (in Ukrainian).

12. Bahatskyi, V.O., Bahatskyi, O.V., 2014. "Prylad dlya vyznachennya yakosti elektroenerhiyi v merezhi 220 V u spozhyvacha", Kompyuterni zasoby, merezhi ta systemy, In-t kibernetiky NAN Ukrayiny, Kyiv, 13, pp. 15–22 (in Ukrainian).
13. Bahatskyi, V.O., Bahatskyi, O.V., 2017. "Monitorynh yakosti elektroenerhiyi u merezhi 220 V za dopomohoyu prykladu "Yakist-E1", Kompyuterni zasoby, merezhi ta systemy, In-t kibernetiky NAN Ukrayiny, Kyiv, 16, pp. 40-48 (in Ukrainian).
14. Bahatskyi, V.O., Bahatskyi, O.V., Kryvonos, Yu.S., Palagin, O.V. Prystriy vyznachennya yakosti komunalnykh posluh, Ukraine, Pat. № 82952. (in Ukrainian).
15. Bahatskyi, O.V., Bahatskyi, V.O. Prystriy vyznachennya yakosti spozhytykh komunalnykh posluh, Ukrayina, Pat. №93754. (in Ukrainian).

Received 17.07.2020

O.V. Palagin, Academician of NAS of Ukraine (Computer Science), Professor, Doctor of Technical Sciences (Computers, Systems and Networks), deputy director of V.M. Glushkov Institute of Cybernetics, The National Academy of Sciences of Ukraine, Glushkov ave., 40, Kyiv, 03187, Ukraine, palagin_a@ukr.net

V.O. Bahatskyi, Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher, of V.M. Glushkov Institute of Cybernetics, The National Academy of Sciences of Ukraine, Glushkov ave., 40, Kyiv, 03187, Ukraine, bagatskijva@gmail.com

O.V. Bahatskyi, PhD (Eng.), Senior Research Associate, of V.M. Glushkov Institute of Cybernetics, The National Academy of Sciences of Ukraine, Glushkov ave., 40, Kyiv, 03187, Ukraine, bagatskyi.o.v@gmail.com

A NEW APPROACH TO DETERMINING THE QUALITY OF PUBLIC UTILITIES

Introduction. Today, a low quality of public utility can lead to a decrease in payment only for the temperature of hot water and room temperature. For other public utilities, a reduction in payment for low quality public utilities is not provided.

A Problem. The definition of generalized quality of public utility by several quality parameters and the relationship of generalized quality with payment for services are not currently developed both theoretically and in practical terms.

Purpose of this article. To develop an approach determining the generalized quality of a public utility, in which a decrease in the utility quality automatically leads to a decrease in payment for it, without resorting to legal procedures.

Materials and methods. Experimental data (changes in voltage at its nominal values of amplitude and frequency in electric network), statistical methods, methods of multi-criteria optimization.

Results. New methods for determining the utility quality are developed. They are tested on an experimental model of the device to determine the quality of electricity supply from voltage and frequency.

Conclusions. A unified approach is proposed for determining the quality of utilities, which allows to determine both the quality of the utility and the quality of the services consumed.

Keywords: public utilities, quality, generalized quality factor, payment for utilities.