

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

V. Boyun, O. Bagatskij

ANALYSIS OF REGULATIONS ON THE QUALITY OF PUBLIC UTILITIES

The analysis of current regulations on the quality of public utilities, namely electricity, gas supply, cold and hot water services and heating is considered.

Key words: quality, public utilities, parameters.

Проведен анализ действующих нормативных документов по качеству коммунальных услуг, а именно на электроэнергию, газоснабжение, холодную, горячую воду и отопление. Данная статья может быть полезна для специалистов в этой области.

Ключевые слова: качество, коммунальные услуги, параметры.

Проведений анализ чинних нормативних документів з якості комунальних послуг, а саме на електроенергію, газопостачання, холодну, гарячу воду та опалення. Ця стаття може бути корисною для спеціалістів у цій галузі.

Ключові слова: якість, комунальні послуги, параметри.

© В.П. Боюн, О.В. Багацький,
2012

УДК 621.3

В.П. БОЮН, О.В. БАГАЦЬКИЙ

АНАЛІЗ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ З ЯКОСТІ КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ

Вступ. Сьогодні, наряду з можливістю надання будь-якої послуги, все більше уваги приділяється забезпеченню її якості. Однак при визначенні якості комунальних послуг (ЯКП), в зв'язку з відсутністю у переважній більшості населення обладнання для точного вимірювання та фіксації за часом параметрів ЯКП, якість де-факто є ненормованою величиною, яку неможливо ні обрахувати, ні зафіксувати. Слід також відмітити дуже невелику кількість юридичних документів, що визначають та регулюють поняття «якість комунальної послуги».

Аналіз останніх досліджень та публікацій. При аналізі нормативних документів, які визначають основні характеристики ЯКП виявилось, що найбільш складними і нормативно забезпеченими серед показників є показники якості електроенергії, які описуються у [1]. Показники якості тепломережі та гарячої води розглядаються й визначаються у [2, 3]. Документи, що визначають показники якості холодної води [4] та газу [5], містять тільки методики для визначення якості цих комунальних послуг.

Постановка задачі та її розв'язання. В даній роботі проведений аналіз існуючих нормативних документів з метою подальшого вироблення єдиного уніфікованого підходу до поняття «якість комунальних послуг» та його розрахунку в реальному часі. Вирішення поставленої задачі відбувалось або шляхом виділення основних характеристик комунальних послуг, які вказані в [6, 7] і їх меж, або описом характеристик, що заявлені у методиках [4, 5].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. При визначенні ЯКП необхідно спиратися на документи, що описують їх параметри, однак для різних типів комунальних послуг ці параметри можуть бути представлені різними величинами. Задача ускладнюється тим, що у нормативних документах на різні комунальні послуги існують різні типи представлення параметрів цих послуг – номінальні величини, діапазон припустимих відхилень від значень номінальних та ін.

Мета даної роботи – аналіз нормативних документів для розробки чітких критеріїв, за якими буде визначатися поняття «якість комунальних послуг».

Оцінка якості електроенергії у мережах електропостачання. Напряга в електромережі змінного струму змінюється стосовно до формули:

$$U = U_A \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (1)$$

де U_A – амплітудне значення напруги; ω – частота сигналу напруги; φ_0 – початковий зсув фази.

Якість електроенергії, що постачається споживачу, нормується [6]. Цей ГОСТ є міждержавним та прийнятий у країнах СНД. У ньому виділені такі основні показники якості електроенергії:

- усталене значення відхилення напруги δU_y ;
- розмах зміни напруги δU_i ;
- доза флікера (короткочасна P_{St} та довга P_{Lt});
- коефіцієнт спотворення синусоїдальності напруги K_U ;
- коефіцієнт n -ї гармонічної складової напруги $K_{U(n)}$;
- коефіцієнт несиметрії напруги за оберненою послідовністю K_{2U} ;
- коефіцієнт несиметрії напруги за нульовою послідовністю K_{0U} ;
- тривалість провалу напруги Δt_p ;
- імпульсна напруга $U_{\text{имп}}$;
- коефіцієнт тимчасового перенапруження $K_{\text{пер}U}$;
- відхилення частоти Δf .

Усталене значення відхилення напруги – це відношення різниці між усталеною напругою та номінальною напругою до номінальної напруги, яке виражається у відсотках.

Слід зазначити, що номінальне діюче значення напруги для побутових електромереж становить 220 В.

Коливання напруги – відхилення напруги від номінального значення за деякий проміжок часу. Коливання виникають, коли в електричній мережі різко змінюється навантаження. Причиною таких змін можуть бути включення побутових приладів, таких як пральна машина, холодильник, електричні обігрівачі тощо. Ці коливання характеризуються двома параметрами: розмахом зміни напруги та дозою флікера.

Розмах зміни напруги визначається як відношення різниці значень наступних один за одним екстремумів або екстремуму та горизонтальної ділянки огинаючої середньоквадратичних значень напруг головної частоти 50 Гц, які визна-

чені на кожному півперіоді, до номінального значення напруги. Виражається у відсотках.

Максимально припустимі розмахи для напруг, що мають форму меандру показані на рисунку.

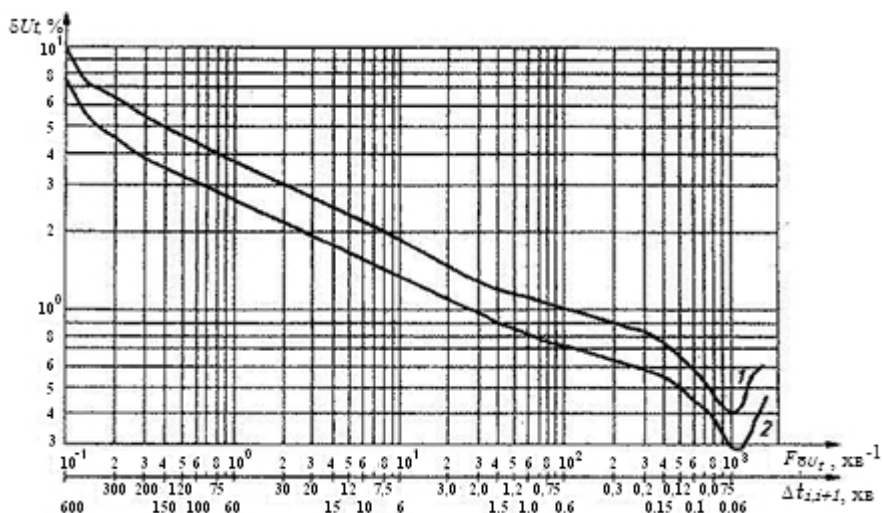


РИСУНОК. Максимально припустимі розмахи для напруг, що мають форму меандру

Доза флікера – міра сприйняття зором людини змін напруги за встановлений проміжок часу, який за [6] визначається на протязі 1 с. Стандартом розрізняється два типи флікера – короткостроковий, з часом вимірювання 10 хв, та довгостроковий з часом вимірювання 2 год. Для вимірювання флікера застосовується спеціальний прилад – флікерметр – в якому моделюється амплітудно-частотна характеристика людського органу зору. Цей прилад проводить миттєві виміри флуктуацій напруги в діапазоні відхилення частот 0,5 – 35 Гц від номінальної зі зважуванням за технологією «lamp-eye» [8].

Під час передачі до споживача, на напругу та її форму в мережі впливають дуже багато різних факторів. Це призводить до спотворення синусоїдальної форми сигналу, в спектрі якого виникають гармоніки з частотами, вищими щодо основної частоти 50 Гц [6].

Спотворення характеризуються інтегральним коефіцієнтом спотворення та коефіцієнтами гармонічних складових напруги.

В роботі [6] наведені припустимі значення коефіцієнтів гармонічних складових у відсотках. Складова третьої гармоніки має бути не більше 5 %, другої – не більше 2 %, четвертої – не більше 1 %, дев'ятої – не більше 1,5 %. Припустимі значення коефіцієнтів гармонік більш високого порядку не мають перевищувати 0,5 %.

Несиметрія напруги рідко виникає у побутових (двофазних) мережах і майже всі випадки пов'язані з аварійними ситуаціями – при обриві фази або нульо-

вого проводу та замиканні. Основними показниками несиметрії є коефіцієнт несиметрії напруги за оберненою послідовністю та коефіцієнт несиметрії напруги за нульовою послідовністю.

Провал напруги – зменшення напруги у мережі, більш ніж $0,9U_{\text{ном}}$ на період часу від 10 мс до 10 с з подальшим відновленням напруги до $0,9U_{\text{ном}}$ або вище. Глибина провалу напруги є відношенням різниці між номінальним та зменшеним значеннями напруг щодо номінального значення і виражається у відсотках. Крім того, провал характеризується часом провалу.

У роботі [6] зазначено, що більша частина провалів в електромережах у країнах бувшого Радянського Союзу становить 35...99 % від номінального значення на протязі 0,5 – 1,5 секунд. Водночас, як у країнах Європейського Союзу глибина провалу становить 10...30 % на протязі 0,01 – 0,5 секунд [6].

Тимчасове перенапруження – підвищення напруги на ділянці мережі вище $1,1U_{\text{ном}}$ на протязі більше 10 мс. Визначається у відносних одиницях як відношення значення перенапруження до номінального значення напруги в мережі.

Імпульс напруги – це миттєве (тривалість фронту імпульсу не більше 5 мс) підвищення напруги. Імпульсна перенапряга характеризується амплітудою напруги та шириною імпульсу на половині максимального значення амплітуди.

Відхилення частоти – різниця між існуючим та номінальним значеннями частоти. Вираховується як модуль різниці номінальної та існуючої частоти. Згідно [6] нормальним відхиленням частоти напруги вважається $\pm 0,2$ Гц, а максимальним – $\pm 0,4$ Гц.

Щоб підсумувати основні характеристики, що впливають на якість електроенергії у побутових однофазних мережах, зведемо їх у табл. 1.

ТАБЛИЦЯ 1. Норми якості електроенергії

Показник якості електроенергії, одиниці вимірювання	Норми якості електроенергії		Інтервал усереднення, с
	Допустимі	Максимальні	
1	2	3	4
Усталене значення відхилення напруги $\delta U_y, \%$	± 5	± 10	60
Розмах зміни напруги $\delta U_t, \%$	–	Криві 1, 2 на рисунку	–
Доза флікера короточасна P_{St} , відносні одиниці	–	1,38 – 1,0	–
Доза флікера довга P_{Lr} , відносні одиниці	–	1,0 – 0,74	–

Закінчення табл. 1

1	2	3	4
Коефіцієнт спотворення синусоїдальності напруги K_U (для $U \geq 380$ В), %	8,0	12,0	3
Коефіцієнт n -ї гармонійної складової напруги $K_{U(n)}$, %	Не більше: 2-га гарм. – 2 3-тя гарм. – 5 4-та гарм. – 1 9-та гарм. – 1,5	Не більше: 2-га гарм. – 4 3-тя гарм. – 10 4-та гарм. – 2 9-та гарм. – 3	3
Коефіцієнт несиметрії напруг за оберненою послідовністю K_{2U} , %	2	4	3
Коефіцієнт несиметрії напруги за нульовою послідовністю K_{0U} , %	2	4	3
Відхилення частоти Δf , Гц	$\pm 0,2$	$\pm 0,4$	20
Тривалість провалу напруги Δt_{II} , с	–	30	–
Імпульсна напруга $U_{\text{імп}}$, кВ	–	–	–
Коефіцієнт тимчасової перенапруги $K_{\text{пер}U}$, відносні одиниці	–	–	–

Практично всі значення показників якості електроенергії (за винятком імпульсної напруги) можливо отримати шляхом вимірювання величин миттєвого й амплітудного значень напруги, частоти напруги та початкового зсуву фази і подальшого розрахунку змін цих показників у залежності від часу. Встановлений період часу, за який необхідно виміряти та розрахувати показники якості, дорівнює 24 годинам [6].

Норми показників якості мереж водопостачання та опалення. Щодо встановлення якості питної холодної та гарячої води – ситуація з показниками якості дещо складніша ніж з параметрами якості електроенергії. Саму якість во-

ди необхідно розглядати у двох аспектах – відповідність води нормам санітарно-епідеміологічної служби та відповідність мереж водопостачання відповідним технічним характеристикам (температура, тиск).

Згідно [4] питна вода, призначена для споживання людиною, має відповідати таким гігієнічним вимогам: бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, мати сприятливі органолептичні властивості та нешкідливий хімічний склад. Всі ці вимоги контролюються санітарно-епідеміологічною службою.

У роботі [9] визначено, що холодна та гаряча вода повинні подаватися по трубах з тиском не меншим 0,45 МПа (4,44114 атм.) та не більшим ніж 0,65 МПа (6,41498 атм.) зі швидкістю у трубопроводах внутрішніх водогінних мереж – не менше ніж 3 м/с.

Говорячи про показники якості постачання гарячої та холодної води, погіршення яких може призвести до зменшення оплати за послугу, необхідно користуватись [7].

Ця постанова визначає механізм 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 та зі зниженням якості. Дія цієї постанови поширюється на суб'єктів господарювання всіх форм власності, предметом діяльності яких є надання послуг, і фізичних та юридичних осіб (споживачів), яким надаються послуги. При ненаданні послуг або наданні їх у не повному обсязі, а також при зниженні якості цих послуг той, хто постачає ці послуги, має перерахувати розмір оплати за спожиті послуги.

У цій постанові також прямо вказані формули та норми для розрахунку якості централізованого постачання холодної та гарячої води, а також опалення.

Для води, що використовується у побуті та може бути використана для вживання людиною, ці норми передбачають наступне:

1. За наявності перерв у цілодобовому централізованому постачанні води (як гарячої так і холодної) тривалістю понад 6 годин на добу більше ніж два рази на місяць сума зменшення оплати вираховується за формулою [7]:

$$C_1 = T_1 \cdot 0,033 \cdot d_1, \quad (2)$$

де C_1 – сума, на яку зменшується розмір плати за надання послуг з централізованого постачання води (на одну особу), гривень; T_1 – розмір місячної плати за надання послуг з централізованого постачання холодної води (на одну особу), гривень; d_1 – строк, протягом якого відбувалося відхилення від кількісних і якісних показників, днів.

2. За наявності перерв у централізованому постачанні води за графіком тривалістю більш як 30 відсотків загального часу надання води більше ніж два рази на місяць, пропорційно, виходячи з фактичного часу перевищення допустимого строку ненадання послуги – так само, як під час цілодобового водопостачання.

Якщо температура гарячої води у точці забору не відповідає нормативним документам, то перерахунок за надання послуг проводиться у разі оплати відповідно до встановлених норм споживання за формулою [7]:

$$C_6 = \frac{T_6}{M} \cdot K \cdot d_1, \quad (3)$$

де C_6 – сума, на яку зменшується розмір плати за надання послуг з централізованого постачання гарячої води, розрахований на одну особу відповідно до встановлених норм споживання, гривень; T_6 – розмір місячної плати за надання послуг з централізованого постачання гарячої води, розрахований на одну особу відповідно до встановлених норм споживання, гривень; K – коефіцієнт зменшення плати (0,1 – при температурі гарячої води від + 45 °С до + 49 °С та 0,3 – при температурі гарячої води від + 40 °С до + 44 °С); d_1 – строк, протягом якого відбувалося відхилення від кількісних і якісних показників, днів; M – кількість днів у місяці.

У разі постачання гарячої води температурою нижче ніж +40 °С оплата споживачем проводиться за тарифами на послуги з централізованого постачання холодної води.

Згідно [10], у системах централізованого тепlopостачання для опалення, вентиляції та гарячого водopостачання житлових будівель як теплоносії слід приймати воду.

Основними характеристиками, що впливають на якість теплової мережі, є тиск у системі та температура води у тепломережі. Надлишковий тиск у житловій тепломережі має бути в межах від 0,03 МПа (0,29608 атм.) до 0,05 МПа (0,49346 атм.) у залежності від встановленого обладнання і діаметру труб [9]. Температура води у розподільних мережах від теплообмінника теплового пункту до теплового вводу житлових будинків споживачів має бути не більше + 80°С [10]. Таким чином, знаючи температуру води і тиск у тепломережі, можна за рекомендаційною методикою, наведеною у [10], легко розрахувати значення оплати на 1 кв.м. житла і, в разі невідповідності розрахованого значення норми, зменшити плату за надані послуги. Плата зменшується згідно [7] при наявності перерв у наданні послуг, що перевищують допустимий строк (12 годин на добу один раз на місяць) за формулою (4). У разі невідповідності фактичної температури в житлових приміщеннях нормативній, перерахунок за надання послуг з централізованого опалення за відсутності квартирних та будинкових засобів обліку теплової енергії проводиться, у разі оплати послуг, в опалювальний сезон за формулою:

$$C = T \cdot 0,05 \cdot (18 - t) \cdot \frac{d}{M}, \quad (4)$$

де C – сума, на яку зменшується розмір плати за надання послуг з централізованого опалення, розрахований за 1 кв. метр (куб. метр) опалюваної площі (об'єму), квартири (будинку садибного типу, житлових приміщень у гуртожитках), гривень; T – розмір місячної плати за надання послуг з централізованого опалення за 1 кв. метр (куб. метр) опалюваної площі (об'єму) квартири (будинку садибного типу, житлових приміщень у гуртожитках), гривень; d – строк, протягом якого відбувалося відхилення від кількісних і якісних показників,

діб; M – кількість днів у місяці; t – температура, зафіксована в житловому приміщенні перевіряючими органами, °С.

Згідно [11] загальна температура у житловій квартирі має бути не нижчою за +20 °С, причому в деяких житлових кімнатах приміщення може сягати ± 22 °С.

Норми для показників якості мереж газопостачання. В Україні на сьогодні населення споживає приблизно таку ж кількість газу, що і виробництво. Отже, на газовому ринку питома вага споживання газу дрібним споживачем значно зросла.

На якість газу, що постачається, найбільше впливають два його параметри – тиск та теплота згорання.

Тиск газу в Україні регламентований [12] і дорівнює надлишковому значенню у межах від 0,003 МПа (0,0296 атм.) до 0,005 МПа (0,049346 атм.) для житлових будинків.

Розрізняють вищу (Q_V) і нижчу (Q_H) теплоту згорання. Вища теплота згорання відповідає тій кількості теплоти, що виділяється при повному згоранні, з урахуванням теплоти конденсації водяної пари, нижча – без урахування теплоти конденсації. Теплота згорання визначається як сума теплоти згорання складових компонентів, з яких складається газ і які впливають на теплоту згорання всієї суміші. Також у побутовому газі можуть бути присутні негорючі домішки [5].

Нижча і вища теплота згорання пов'язані співвідношенням:

$$Q_V = Q_H + k(A + 9H), \quad (5)$$

де k – коефіцієнт, що дорівнює 25 кДж / кг (6 ккал / кг); A – кількість води в речовині, % (за масою); H – кількість водню в речовині, % (за масою).

Методика для визначення теплоти згорання зазначена в [5].

Зміна теплотворної здатності паливного газу в результаті зміни його складу залежить від вмісту шкідливих речовин, продуктивності й стабільності горіння.

Ці два показники можуть використовуватись у формулі для розрахунку числа Воббе [5]:

$$W = \frac{Q}{\sqrt{\sum_i^n (d_i \cdot C_i)}}, \quad (6)$$

де W – число Воббе; Q – об'ємна теплота згорання газу (вища або нижча), МДж/м³; d_i – відносна щільність i -го компоненту паливного газу при нормальних умовах; C_i – частка i -го компоненту в газі.

Слід зазначити, що число Воббе враховує зміну теплоти згорання газу та щільності при зміні складу газу, що згорає при атмосферних умовах, тобто близьких до нормальних (+20 °С) або стандартних умов. Тому воно добре зарекомендувало себе як критерій взаємозамінності газоподібного палива для пристроїв, що працюють при тисках і температурах близьких до атмосферних, таких як побутові газові підігрівальні пристрої та котельні установки.

Згідно [13], природний газ складається з 19 основних компонентів (частка деяких з них не перевищує 0,1 %), що впливають на теплоту згоряння. Основними горючими складовими природного газу є метан (CH_4), етан (C_2H_6) та пропан (C_3H_8). Основною негорючою домішкою є азот (N_2). Для прикладу розглянемо газопровід «Дашава-Київ». Газ, що передається за даним газопроводом складається на 98,9 % з метану, на 0,4 % – з азоту та на 0,1 % з етану. У табл. 2 наведені основні нормовані параметри природного газу [13].

Таблиця 2. Основні нормовані параметри природного газу

Найменування показника	Норма
Теплота згоряння нижча, МДж/м ³ (ккал/м ³), при 20 °С, 101,325 кПа, не менш	31,8 (7600)
Діапазон значень числа Воббе (вищого), МДж/м ³ (ккал/м ³)	41,2 – 54,5 (9850-13000)
Допустиме відхилення числа Воббе від номінального значення, %, не більше	± 5
Масова концентрація сірководню, г/м ³ , не більше	0,02
Масова концентрація меркаптанової сірки, г/м ³ , не більше	0,036
Об'ємна частка кисню, %, не більше	1,0
Маса механічних домішок в 1 м ³ , г, не більше	0,001
Інтенсивність запаху газу при об'ємній частці 1 % у повітрі, бал, не менш	3

Висновки. Аналізуючи нормативні документи можна відмітити, що найбільш важливі показники якості визначаються діапазоном припустимих відхилень та максимальним діапазоном припустимих відхилень від номінального значення параметра потенціалу, водночас як менш важливі показники якості характеризуються діапазоном допустимих значень, при цьому задаються мінімальне та максимальне припустимі значення. Крім того, всі інші показники якості відносяться до розряду обмежень і мають бути не менше або не більше певного припустимого значення.

Найбільш повно описані показники якості у нормативних документах, що стосуються якості електромереж, де їх кількість відповідно [6] досягає 12, а якщо брати до уваги різні відомчі ТУ, то кількість може сягати 30. Саму якість електропостачання можливо визначити за допомогою вимірювання миттєвих значень напруги, розрахунку за ними амплітуди та частоти напруги. З цих двох показників отримують майже всі показники якості шляхом розрахунку відхилень від норми, вибору часового вікна та часу інтегрування відліків. У інших типах комунальних послуг більшість показників якості визначаються тільки відхиленнями параметрів типу потенціалу від норми (напруга, температура, тиск), які має забезпечити постачальник послуг.

1. *Ванько В.М.* Розвиток теоретичних засад та НТЗ оцінювання якості електричної енергії в мережах загального призначення: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Львів, 2008. – 36 с.
2. *Пархоменко Г.О.* Визначення параметрів тепловтрат та аналіз енергоефективності приміщень: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – К., 2011. – 24 с.
3. *Вітюнін Є.Ю.* Метрологічні основи управління змістом та цілями в проектах реструктуризації (на прикладі комунальної теплоенергетики): Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Дніпропетровськ, 2008. – 20 с.
4. *ДСанПіН 2.2.4-171-10.* Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною.
5. *ГОСТ 22667-82.* Газы горючие природные. Расчетный метод определения теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе.
6. *ГОСТ 13109-97.* Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення.
7. *Постанова* Кабінету Міністрів України № 151 від 17 лютого 2010 р.
8. *IEC 868 Flickermeter.* Functional and design specification.
9. *СНиП 2.04.01-85**. Внутренний водопровод и канализация зданий.
10. *ДБН В.2.5-39-2008.* Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі.
11. *ДБН В.2.2-15-2005.* Житлові будинки. Основні положення.
12. *ДБН В.2.5-20-2001.* Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання.
13. *ГОСТ 5542-87.* Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения.

Одержано 01.03.2012