

Міністерство освіти і науки України  
Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України  
Вінницький національний технічний університет

**В. О. Багацький, О. В. Багацький**

**МЕТОДИ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ  
ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ  
КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ**

**Монографія**

Вінниця  
ВНТУ  
2020

УДК 64.06 + 004.388

P69

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 4 від 28.11.2019 р.)

Рецензенти:

**Ю. С. Яковлев**, доктор технічних наук, професор

**О. Н. Романюк**, доктор технічних наук, професор

**Багацький, В. О.**

P69      Методи та технічні засоби визначення якості комунальних послуг :  
монографія / В. О. Багацький, О. В. Багацький. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 128 с.

ISBN 978-966-641-787-2

У монографії викладено методи визначення якості комунальних послуг та розглянуто технічні комп'ютерні засоби для реалізації вказаних методів в системах контролю кількості та якості наданих та спожитих комунальних послуг.

Монографія призначена для широкого кола інженерно-технічних працівників та науковців, які розробляють системи контролю комунальних послуг.

УДК 64.06 + 004.388

ISBN 978-966-641-787-2

© В. Багацький, О. Багацький, 2020

---

Замовити цю книгу <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/612>

Видавництво Вінницького національного технічного університету

<https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog>

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ З ЯКОСТІ КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ ТА ІСНУЮЧІ СИСТЕМИ І ПРИСТРОЇ З КОНТРОЛЮ КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ .....	11
1.1. Мережі комунальних послуг.....	11
1.1.1. Загальні відомості про мережі та їх класифікація .....	11
1.1.2. Мережі гарячого водопостачання та опалення.....	11
1.1.3. Електрична мережа .....	12
1.1.4. Газопостачальна мережа .....	13
1.1.5. Мережа холодного водопостачання.....	14
1.2. Оцінка якості електроенергії в мережах електропостачання .....	14
1.3. Норми показників якості мереж водопостачання та опалення .....	19
1.4. Норми для показників якості мереж газопостачання.....	21
1.5. Аналіз існуючих засобів контролю електроенергії .....	22
1.6. Аналіз існуючих засобів контролю якості холодної та гарячої води і опалення.....	27
1.7. Аналіз існуючих засобів контролю постачання природного газу .....	30
РОЗДІЛ 2. КРИТЕРІЇ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ .....	34
2.1. Існуючі методи оцінки якості комунальних послуг .....	34
2.1.1. Однокритеріальний контроль показника якості (метод( $O, C_p$ )).....	34
2.1.2. Багатокритеріальний контроль показників якості (метод ( $m_n, C_p$ )) .....	36
2.1.3. Однокритеріальне визначення якості комунальних послуг (метод ( $O, M_p, M_f$ )).....	37
2.2. Визначення якості надання комунальних послуг за допомогою функції відповідності та миттєвого коефіцієнта якості .....	38
2.2.1. Стислий опис процедури визначення якості.....	38
2.2.2. Функції відповідності та миттєві коефіцієнти якості.....	39
2.2.3. Часткові коефіцієнти якості .....	44
2.2.4. Метод визначення якості спожитих комунальних послуг.....	46
2.2.5. Узагальнений коефіцієнт якості .....	46

2.2.6. Порівняння методів контролю та методів визначення якості .....	47
2.2.7. Зв'язок якості комунальних послуг з оплатою за них.....	48
2.2.8. Приклад розрахунку часткових та узагальненого коефіцієнтів.....	49
2.2.9. Вплив особливостей споживання послуг на часткові та узагальнені коефіцієнти якості .....	51
<b>РОЗДІЛ 3. ЕЛЕМЕНТИ ТА ПРИСТРОЇ ЗАСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ .....</b>	<b>55</b>
3.1. Моделі елементів аналого-цифрових пристроїв .....	55
3.2. Моделі аналогових, аналого-цифрових та цифро-аналогових елементів з двома входами та одним виходом.....	57
3.3. Моделі цифрових елементів з двома входами та одним виходом .....	59
3.4. Давачі параметрів потенціалу та потоку пристроїв контролю комунальних послуг .....	62
3.4.1. Давачі напруги та струму для електричних мереж внутрішнього рівня .....	62
3.4.2. Давачі тиску та витратоміри у трубопроводах холодного та гарячого водопостачання, опалення та газопроводах низького тиску....	63
3.4.3. Давачі температури теплоносія в трубопроводах гарячого водопостачання та опалення .....	64
3.4.4. Давачі складу газу (числа Воббе) у газових трубопроводах низького тиску .....	65
3.4.5. Експериментальні дослідження трансформаторного давача напруги електричної мережі 220 В.....	65
3.5. Структури пристроїв визначення якості надання комунальних послуг.. .....	68
3.6. Структура пристрою визначення якості спожитих комунальних послуг .....	72
3.7. Системи контролю комунальних послуг у споживача.....	75
<b>РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ ТА ПРИЛАДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ НА ПРИКЛАДІ АНАЛІЗАТОРА ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ .....</b>	<b>81</b>
4.1. Архітектура системи для контролю комунальних послуг .....	81
4.2. Опис архітектури запропонованої системи.....	82
4.3. Програмне забезпечення системи та приладів.....	87
4.3.1. Функції для обрахування даних.....	87
4.3.2. Діаграма прецедентів.....	88

4.3.3. Діаграма класів .....	89
4.3.3.1 Класи, що обробляють сигнал .....	91
4.3.3.2 Класи, що визначають обробку результатів вимірювань .....	91
4.3.3.3 Класи початкового налаштування приладу.....	92
4.3.3.4 Клас, в якому знаходиться послідовність дій приладу .....	92
4.3.4. Діаграма станів .....	92
<b>РОЗДІЛ 5. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИСТРОЇВ ВИЗНАЧЕННЯ</b>	
<b>ЯКОСТІ НА ПРИКЛАДІ ПРИЛАДУ «ЯКІСТЬ-Е1» .....</b>	<b>96</b>
5.1. Загальна структура приладу.....	96
5.2. Вимоги до вимірювання амплітуди та частоти вхідного сигналу .....	97
5.2.1. Канал вимірювання частоти.....	98
5.2.2. Вимоги до точності та швидкодії елементів .....	99
5.2.3. Технічна реалізація АЦПЧІ.....	101
5.2.4. Канал вимірювання амплітуди .....	102
5.3. Вимоги до часу виконання програми.....	104
5.4. Практична реалізація та блок-схема розробленого	
програмного забезпечення .....	104
5.5. Графічний інтерфейс.....	106
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>109</b>
<b>ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>110</b>
<b>ДОДАТОК А. ФІЗИЧНІ ПАРАМЕТРИ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ</b>	
<b>КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ, ЯКІ ПРОПОНУЄТЬСЯ ВИМІРЮВАТИ</b>	
<b>ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПОСЛУГИ .....</b>	<b>121</b>
<b>ДОДАТОК Б. ПРИКЛАДИ АНАЛІТИЧНОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ</b>	
<b>АНАЛОГОВИХ, ЦИФРОВИХ ТА АНАЛОГО-ЦИФРОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....</b>	<b>122</b>
<b>ДОДАТОК В. БЛОК-СХЕМИ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ</b>	
<b>КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ .....</b>	<b>124</b>
<b>ДОДАТОК Г. ПРИКЛАДИ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ</b>	
<b>ПРИЛАДОМ «ЯКІСТЬ-Е1» .....</b>	<b>126</b>

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

- АЦП – аналого-цифровий перетворювач
- ДОН – джерело опорної напруги
- ОЗП – оперативний запам'ятовувальний пристрій
- ПЗПОДЕ – постійний запам'ятовувальний пристрій, що програмується та очищується за допомогою електрики
- СУБД – система управління базами даних
- ТУ – технічні умови
- ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач
- CDMA (Code Division Multiple Access) – множинний доступ із кодовим розподілом каналів
- CPN-модель – модель кольорової мережі Петрі
- GSM (Global System for Mobile Communications) – глобальна система мобільного зв'язку
- GPRS (General Packet Radio Service) – пакетний радіозв'язок загального користування
- pH – водневий показник
- RTC (Real Time Clock) – годинник реального часу
- RUP (Rational Unified Process) – ітеративний процес розробки програмного забезпечення, створений Rational Software
- SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) – симулятор електронних схем загального призначення з відкритим кодом
- USB (Universal Serial Bus) – універсальна послідовна шина

## ВСТУП

У сучасному місті функціонує досить багато складних централізованих підсистем, які доправляють відповідні комунальні послуги до багатьох територіально розосереджених великих та малих споживачів. Умови виробництва та постачання послуг змінюються в дуже великому діапазоні, споживачі використовують послуги за кількістю та в часі на свій розсуд і тому завжди існує проблема створення системи обліку та контролю використання комунальних послуг. Ці системи мають правову та технічну складові, які забезпечують їх успішну роботу.

Створення приладів та систем для контролю комунальних послуг розглядається в роботах О. Г. Гриба, Ю. Ф. Тесіка, В. С. Дерзского, В. А. Лачкова, А. В. Карлова, В. А. Ференец, С. В. Голубовича, Cahill O'Brien, Kenneth J. Uhler, Tsuboguchi Katsunors, Mazereeuw Jeff, Schindele Harald, Andreas Gimsa, Yoshio Naganuma та ін.

В теперішній час проблема створення системи вирішується в технічному плані шляхом застосування лічильників та централізованих комп'ютерних систем, а в правовому плані – за допомогою діючого комплексу законів та нормативних документів.

Існуюча система обліку та контролю комунальних послуг складається з окремих підсистем обліку відповідних послуг, які умовно можливо розділити на такі типи: абонентська, лічильникова та централізована.

В абонентській підсистемі вирахування місячної платні здійснюється згідно з статистичними даними один раз на досить довгий період часу і кожний місяць сплачується одна й та ж сума, незалежно від фактично спожитих послуг. Недоліком такої системи є відсутність стимулів для економії послуг.

В лічильниковій підсистемі є стимул для економії, але ускладнений контроль за використанням лічильників [1]. Намагання спростити контроль шляхом винесення лічильників в загальнодоступні місця призвело до їх крадіжок, або ж до похибок в роботі лічильників, наприклад, газу.

Розгалужена централізована комп'ютерна підсистема [2], дозволяє контролювати використання лічильників, але досить складна [3] і, як така, має схильність до системних помилок.

В теперішній час в Україні здійснюється переведення абонентських підсистем в лічильникові (вода, гаряча вода, газ, іноді теплопостачання), а також лічильникових підсистем в централізовані комп'ютерні (електроенергія, міський телефон), які вважаються найбільш сучасними та досконалими. В існуючих системах постачальник, що надає послугу, має можливість керувати споживанням за допомогою економічних важелів шляхом впровадження багатотарифної системи

оплати, як вказано в [1] та [2]. Однак, зворотний економічний зв'язок від споживача у вигляді плати за реально надані споживачу послуги з реальною якістю стає можливим тільки для споживачів, які використовують останні розробки електронних лічильників або автоматизованої системи з деяких послуг [4].

Для індивідуальних споживачів є окремі розробки лічильників з деяких послуг [5], однак системи, як такої, немає.

Лічильники тепла та електроенергії для індивідуальних споживачів є складними вимірювально-обчислювальними пристроями, які за результатами вимірювань декількох параметрів обчислюють кількість спожитих тепла або електроенергії без врахування їх якісних показників.

Лічильники гарячої води та газу – це витратоміри об'єму газу або рідини, а не вимірювачі маси. Крім того, не вимірюється теплотворна спроможність газу, а також температура гарячої води для обчислення навіть кількості енергетичних показників послуг.

Велика кількість лічильників різного виду послуг в одній квартирі призводить до відносно великих витрат, тому що в кожному з них (особливо в електронних моделях [6], [7] та [8]) є практично однотипні вимірювально-обчислювальні блоки і пристрої керування та візуалізації даних.

Є багато проблем, пов'язаних як зі споживанням, так і з виробництвом та доставкою комунальних послуг. Споживачі не платять за послуги та проводять несанкціонований їх відбір, постачальники завищують тарифи і стягують необґрунтовану платню за послуги низької якості або за ненадані послуги. Значною мірою взаємні претензії обумовлені тим, що окремі лічильники, як вже було вказано вище, застаріли і не виконують низку необхідних функцій.

Сучасною політикою держави у галузі надання комунальних послуг є введення в цю галузь ринкових відносин. За державою залишаються функції регулювання ринкових відносин, для чого в юридичному плані необхідно створити закони та нормативні документи і забезпечити виконання цих документів з використанням відповідних технічних засобів.

Умови надання послуги в ринкових умовах характеризуються двома основними принципами:

1. Ринок формує економічні відносини між продавцем (постачальником) та покупцем (споживачем), причому інтереси двох сторін мають певною мірою антагоністичний характер.

2. Споживач має сплачувати постачальнику (в даному випадку постачальнику комунальних послуг) відповідно до кількості та якості використаних послуг згідно з угодою, що укладена з постачальником.

Ці два принципи повинні бути враховані при створенні системи, що контролюватиме якість комунальних послуг. Основні вимоги до неї визначаються не



тією інформацією, яка існує в системі, а економічними відносинами між постачальником та споживачем.

Постачальник зацікавлений продати послуги за більшу ціну, а споживач – купити їх дешевше. Коли сторони доходять згоди про кількість та якість послуг, що подаються, і про розмір сплати за них – оформлюється угода між постачальником та споживачем, в якій беруться до уваги нормативні документи, і яка має юридичну силу. Частково юридична і нормативна підтримка ринкових відносин в сфері комунальних послуг зараз є, наприклад, в галузі споживання електроенергії [9], та водо- теплопостачання і водовідведення [10].

Фіксація результатів споживання здійснюється за допомогою лічильників. Однак, вони реєструють прямо або опосередковано тільки кількість спожитих послуг, а якість – практично не вимірюють.

Зниження якості може приводити до економічних втрат у споживача. Наприклад, припинення теплопостачання в холодну пору року на кілька діб призводить до замерзання води у тепломережі і розриву трубопроводів. Припинення подачі електроенергії на строк більше доби влітку може привести до псування продуктів у холодильниках, ціна яких в багато разів перевищує вартість спожитої електроенергії за цілий місяць. Якщо припиняється подача гарячої води, тоді споживачі одержують її за допомогою інших засобів і тому зростає величина оплати за використання газу або електроенергії.

В умовах України постачальники послуг зазвичай є природними монополістами і самі визначають розмір тарифів, які контролюють і затверджують відповідні державні установи, що повинні захищати права споживачів. Пересічний споживач впливати на розмір тарифів не має змоги.

Вважається, що тариф визначається собівартістю послуги та нормою прибутку організації-постачальника. В [11] зазначається, що невелика питома вага ціни природного енергоносія в структурі ціни на електроенергію доводить, що, по-перше, навіть велике подорожчання енергоносія не повинно суттєво змінювати її ціну, а, по-друге, «недопостачання» тепла [1] з боку постачальника споживачу було економічно вигідніше ліквідувати в 2005 р. за допомогою газу або гарячої води, а в 2015 р. – за рахунок використання електропідігрівачів [12].

Аналіз розробок технічних засобів в цій галузі свідчить, що вони виконуються в інтересах постачальника комунальних послуг. В централізованих системах інформація про спожиті послуги накопичується тільки у постачальника, що надає йому переваги в конфліктних ситуаціях зі споживачем.

Попередня оплата послуг [7], також вигідна постачальнику, тому що зводиться до його короткотермінового кредитування і не враховує якості реально наданих послуг.

При цьому існує мовчазна згода з тим, що деякі споживачі можуть не сплачувати за послуги або проводити несанкціонований відбір, тому всіх споживачів необхідно ретельно контролювати за допомогою технічних засобів, а постачальники – це виключно правові організації, які точно дотримуються вимог стандартів та в ніякому разі не можуть припуститися протиправних дій, і тому їм достатньо власного контролю, або ж контролю бюрократичних органів.

Реалізація права контролю постачальника споживачем можлива тільки в тому разі, якщо споживач має відповідну технічну базу для визначення кількості спожитих послуг, безперервного контролю їх якості, формування відповідної бази даних для визначення суми сплати з кожного виду послуг з врахуванням їх кількості і якості в своїй квартирі. Маючи технічну і інформаційну базу, споживач зможе реально охороняти свої права та інтереси. Тим часом, відсутні і навіть не розробляються системи визначення якості послуг безпосередньо у споживача.

Таким чином, концепція створення системи споживача полягає в тому, що постачальник та споживач повинні мати однакові правові та інформаційні можливості для визначення величини сплати відповідно кількості та якості послуг, а також мати можливість постійного контролю дій іншої сторони.

На теперішній час, для більш точного контролю наданих комунальних послуг впроваджуються централізовані системи обліку і контролю. Створені різні технічні засоби – концентратори, адаптери, реєстратори даних, кодери і т. п. Як правило, системи обліку і контролю постачальника – це територіально розгалужені системи, які працюють з одним параметром (іноді в багатотарифному режимі) – кількістю використаних послуг та готують рахунки для оплати послуг споживачами.

Кількість використаної послуги за місяць – це одне число. Якісні показники можуть кожен день і навіть годину бути різними. Тому значення якості послуг протягом місяця необхідно у певний спосіб усереднювати для наступного розрахунку величини оплати відповідно до якості послуг.

Тому значення якості послуг протягом місяця змінюється і це необхідно враховувати при наступному розрахунку величини оплати за місяць відповідно до якості послуг.

Таким чином, стає виправданим створення системи та приладів контролю якості постачання послуг безпосередньо у споживача [13]. Система та прилади контролю кількості спожитих послуг та їх якості дозволять споживачу контролювати реальну якість наданих послуг і правильність надісланих постачальником рахунків.

Головним завданням при створенні системи та приладів обліку і контролю кількості та якості послуг у споживача є досягнення їхньої прийнятної вартості. Серійний випуск системи споживача та приладів визначення якості дозволить суттєво знизити вартість одного зразка.

# **РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ З ЯКОСТІ КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ ТА ІСНУЮЧІ СИСТЕМИ І ПРИСТРОЇ З КОНТРОЛЮ КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ**

## **1.1. Мережі комунальних послуг**

### **1.1.1. Загальні відомості про мережі та їх класифікація**

Під терміном «мережа» людина інтуїтивно розуміє розгалужену систему, яка складається з багатьох елементів (в подальшому – вузлів), що повинні бути з'єднані між собою. Вузли, що розміщені на кінцях ліній (або відтинків) зазвичай носять назву «термінали». У вузлах мережі знаходяться технічні засоби (в подальшому – сервери), які забезпечують необхідну функціональність мережі. Сервери між собою та терміналами з'єднані «лініями зв'язку».

Мережа створюється для доставки відповідного продукту від серверів-виробників до терміналів-споживачів, тому існує багато видів мереж, які класифікуються згідно з призначенням на транспортні, інформаційні, обчислювальні та ін. Мережі комунальних послуг відносяться до інженерних мереж.

Мережі створюються з певними технічними характеристиками, які визначають кількість та швидкість передавання продукту, що проходить через мережу. До них належать топологія мережі, кількість та види серверів, їх потужність, потужність та спротив ліній зв'язку процесу передавання продукту.

Мережі характеризуються двома видами параметрів – параметрами потенціалу та потоку [14]. Параметри потенціалу підтримують сервери, а параметри потоку, які залежать від параметрів потенціалу, в основному формуються в терміналах мережі. 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 системах використання продукту в терміналах, тобто параметри потоку, змінюються за кількістю та в часі в дуже великому діапазоні і 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 застосовувати відповідні технічні заходи, то це може погіршити якість функціонування мережі, а в окремих випадках спричинити великі техногенні катастрофи [15].

### **1.1.2. Мережі гарячого водопостачання та опалення**

Джерелами тепла для цих мереж є теплоцентралі та котельні, які з'єднуються за кільцевою топологією магістральними лініями зв'язку з тепловими пунктами (ТП).

Магістральні лінії мають досить велику довжину (до 10 км), їх будують з сталевих труб великого діаметра (до 1400 мм). В якості теплоносія використовується спеціальна вода, в якій нормовані показники карбонатної жорсткості, рН, склад кисню та заліза [16], [17].

Теплові пункти через дві окремі вторинні мережі гарячого водопостачання (ГВП) та опалення розподіляють тепло між споживачами. Вторинні мережі мають кільцеву топологію, невелику довжину (до 500 м) та побудовані з сталевих або полімерних труб (діаметром (від 50 до 150 мм). Джерелом води для цих мереж є вода з мережі холодного водопостачання [18].

Серверами-перетворювачами вторинних мереж є теплові пункти (ТП), серед яких найбільш поширеним є ТП з закритою системою ГВП та незалежною системою опалення.

Теплоносій, який надходить до ТП через подавальний трубопровід, віддає тепло в підігрівачах першого ступеня ГВП і опалення та через оборотний трубопровід повертається магістральною лінією на теплогенеруюче підприємство для вторинного використання. Частина теплоносія може використовуватися споживачами і на ТЕЦ вона поповнюється з системи водо підготовки.

Холодна вода, яка надходить на ТП, проходить через насоси ХВП та потрапляє у мережу ХВП, а її частка після підігрівача першого ступеня подається у кільцевий контур мережі ГВП. В цьому контурі за допомогою насосів ГВП гаряча вода протікає по колу від ТП до споживачів та у зворотному напрямку, а споживачі використовують гарячу воду з контуру за необхідністю. Для підтримки температури воду підігрівають у підігрівачі другого ступеня ГВС. Тиск води у контурі підтримується на рівні 6 атм.

Система опалення також має свій замкнений контур, в якому теплоносій пересувається за допомогою циркуляційних насосів від ТП до споживачів і у зворотному напрямку. Якщо теплоносій з якихось причин витікає, то він поповнюється з первинної теплової мережі. Тиск у системі опалення підтримується на рівні 0,3–0,5 атм.

### **1.1.3. Електрична мережа**

Мережа має декілька ієрархічних рівнів [19], [20].

На магістральному рівні лініями зв'язку з'єднані окремі великі регіони та держави. На цьому рівні використовуються надвисокі та високі рівні напруги (1,5 МВ, 1,15 МВ, 750 кВ, 500 кВ, 330 кВ) з великими потоками потужності (ГВт).

На регіональному рівні мережі живляться від магістральних мереж та власних регіональних мереж живлення, обслуговують таких споживачів, як місто, район, підприємство, родовище копалин. Використовується високий та середні рівні

напруги (220 кВ, 110 кВ, 35 кВ, 20 кВ, 10 кВ, 6 кВ, 1 кВ) з великими потоками потужності (сотні МВт, ГВт).

На районному рівні мережі живляться від регіональних мереж, зазвичай не мають власних джерел живлення та обслуговують середніх та малих споживачів, такі як квартальні та селищні мережі, невеликі підприємства. В цих мережах використовуються середні та низькі рівні напруги (35 кВ, 20 кВ, 10 кВ, 6 кВ, 1 кВ, 0,4 кВ) з невеликими потоками потужності (десятки МВт).

На внутрішньому рівні мережі живляться від одного або двох відводів від районних мереж та іноді мають власне резервне джерело живлення, обслуговують окремих будинок, цех, приміщення. Використовуються низькі рівні напруги (0,4 кВ, 220 В, 110 В) з малими потоками потужності (МВт, сотні, десятки кВт).

На трьох верхніх рівнях використовується змінний трифазний струм, а на останньому – змінний однофазний струм з напругою 220 В та частотою 50 Гц.

До основних серверів електричної мережі відносяться електричні генератори електростанцій, а до проміжних – трансформаторні підстанції для підвищення напруги з метою зменшення втрат на омичному опорі ліній електропередач та трансформаторні підстанції для зв'язку мереж різного рівня та зниження напруги з метою безпосереднього використання споживачами.

Крім того, для розподілення електроенергії між мережами на підстанціях використовують такі проміжні сервери, як електричні комутатори. Комутатори можуть змінювати топологію мережі для оптимізації електричного режиму мережі або для відключення окремих ділянок мережі з метою їх ремонту.

#### **1.1.4. Газопостачальна мережа**

Основою газопостачальної мережі є газові видобувні свердловини з відповідним технічним забезпеченням. Після кондиціонування за складом та тиском газ по магістральних газогонках, довжина яких може сягати декількох тисяч кілометрів, а тиск – декількох МПа, через газорегулювальні станції (ГРС) подається в кільце високого тиску (до 1,2 МПа), яке розташоване на периферії міста [21].

Це кільце через декілька газорегулювальних пунктів (ГРП) зв'язане з кільцевими мережами високого (0,6 МПа) або середнього тиску (0,3 МПа).

Від цих мереж газ потрапляє до промислових споживачів та через окремі ГРП до мереж низького тиску в 3 кПа, від яких і живляться індивідуальні споживачі.

Для відключення ділянок газогонів високого та середнього тисків, окремих мереж низького тиску, а також окремих будинків застосовують засувки та коркові крани. Засувки на житлових будинках монтують на стінах з відповідним віддаленням від вікон та дверей. Споживачі в будинках з'єднуються з мережею за магістральною топологією.

ГРС, ГРП, засувки та коркові крани є проміжними серверами газових мереж.

### 1.1.5. Мережа холодного водопостачання

Основою цієї мережі є станції водозабору з поверхневих або підземних вод з первинними насосами, системами очищення води та її знезараження.

Станції водозабору з'єднуються з міськими водогонами магістральними лініями з відповідним технічним обладнанням, які в умовах України можуть мати значну довжину (десятки кілометрів).

Проміжними серверами мережі холодного водопостачання є теплові пункти (ТП), які забезпечують за допомогою вторинних насосів холодного водопостачання необхідний тиск (біля 6 атм.) [16] у зовнішній, по відношенню до будинків, водогінній мережі. В багатоповерхових будинках (більше 6 поверхів) існують місцеві насосні станції підкачки, які також відносяться до проміжних серверів.

Зовнішні водогінні мережі мають кільцеву топологію, а будинкові відводи – магістральну. В разі аварії частина кільця або будинкові відводи можуть бути від'єднанні від мережі за допомогою засувки або кранів.

### 1.2. Оцінка якості електроенергії в мережах електропостачання

Напруга в однофазній електромережі змінного струму змінюється відповідно до формули

$$U = U_{A1} \cdot \sin(\omega_1 t + \varphi_0) + \sum_{i=2}^n U_i(t) + \delta(t). \quad (1.1)$$

Таким чином, напруга змінного струму характеризується такими параметрами: амплітудним значенням напруги  $U_{A1}$ , частотою сигналу напруги  $\omega_1$  та початкової фази  $\varphi_0$ ,  $\sum_{i=2}^n U_i(t)$  –  $i$ -ті гармоніки,  $\delta(t)$  – інші складові напруги.

Якість електроенергії, що постачається споживачу, нормується відповідно до ГОСТ за певними показниками [22]. Цей ГОСТ є міждержавним та прийнятий у країнах СНД. У ньому виділені такі основні показники якості електроенергії:

- усталене значення відхилення напруги;
- розмах зміни напруги;
- доза флікера;
- коефіцієнт спотворення синусоїдальності напруги;
- коефіцієнт  $n$ -ї гармонічної складової напруги;
- коефіцієнт несиметрії напруги по оберненій послідовності;
- коефіцієнт несиметрії напруги по нульовій послідовності;
- тривалість провалу напруги;
- імпульсна напруга;
- коефіцієнт тимчасового перенапруження;
- відхилення частоти.

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 перехідні процеси, пов'язані з включенням 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 екстремумів, що йдуть один за одним, та горизонтальної ділянки обвідної середньоквадратичних значень напруг головної частоти 50 Гц, які визначені на кожному півперіоді, до номінального значення напруги. Виражається у відсотках.

Максимально допустимі розмахи для напруг, що мають форму меандру, показані на рис. 1.1.

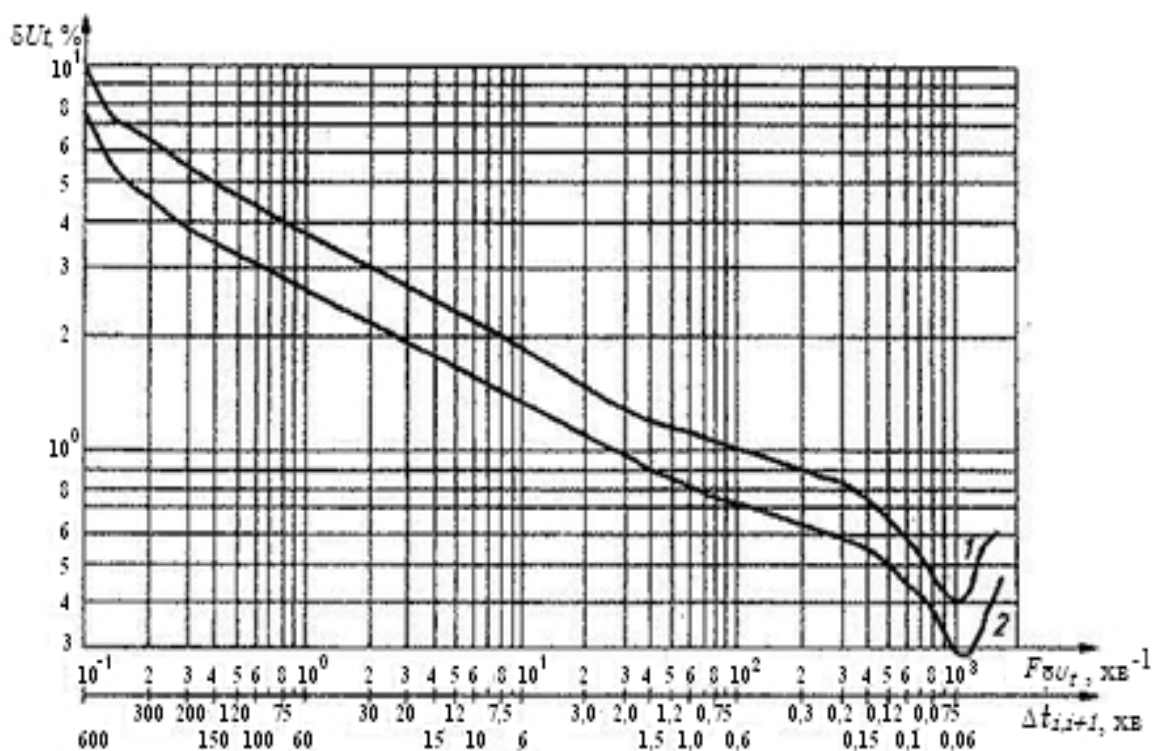


Рисунок 1.1 – Максимально допустимі розмахи для напруг, що мають форму меандру

Доза флікера – міра сприйняття зором людини змін напруги за встановлений проміжок часу, який за [22] визначається протягом 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 вимірювання флуктуацій напруги в діапазоні відхилення частот 0,5–35 Гц від номінальної зі зважуванням [23].

Під час транспортування до споживача, на напругу та її форму в мережі впливають дуже багато різних факторів. Це спотворює синусоїдальну форму сигналу, в спектрі якого виникають гармоніки з частотами, вищими по відношенню до основної частоти 50 Гц [22].

Спотворення характеризуються інтегральним коефіцієнтом спотворення та коефіцієнтами гармонічних складових напруги.

В [22] наведені допустимі значення коефіцієнтів гармонічних складових у відсотках. Складова третьої гармоніки повинна бути не більша 5 %, другої – не більша 2 %, четвертої – не більша 1 %, дев'ятої – не більша 1,5 %. Сума допустимих значень коефіцієнтів гармонік більш високого порядку не повинна перевищувати 0,5 %.

Несиметрія напруги виникає у побутових (двофазних) мережах рідко і майже всі випадки пов'язані з аварійними ситуаціями – при обриві фази або нульового проводу та замиканні. Основними показниками несиметрії є коефіцієнт несиметрії напруги по оберненій послідовності та коефіцієнт несиметрії напруги по нульовій послідовності.

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

У [22] зазначено, що більша частина провалів в електромережах у країнах, що в минулому входили у Радянський Союз, становить 35...99 % від номінального значення протягом 0,5–1,5 с. В той же час, у країнах Європейського Союзу глибина провалу становить 10...30 % протягом 0,01–0,5 с [22].

Тимчасове перенапруження – підвищення напруги на ділянці мережі вище  $1,1U_{ном}$  протягом більше 10 мс ( $\Delta t_{перУ}$ ) – 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 значенням частоти. Вираховується як модуль різниці номінальної та існуючої частоти. Згідно з [22], нормальним відхиленням частоти напруги вважається  $\pm 0,2$  Гц, а максимальним –  $\pm 0,4$  Гц.

Інтервали усереднення вимірювань (згідно з [22]) наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Інтервали усереднення вимірювання

Показник якості електроенергії	Інтервал усереднення, с
Усталене значення відхилення напруги	60
Розмах зміни напруги	–
Доза флікера	–
Коефіцієнт спотворення синусоїдальності напруги	3
Коефіцієнт <i>n</i> -ї гармонічної складової напруги	3
Коефіцієнт несиметрії напруги по оберненій послідовності	3
Коефіцієнт несиметрії напруги по нульовій послідовності	3
Відхилення частоти	20
Тривалість провалу напруги	–
Імпульсна напруга	–
Коефіцієнт тимчасового перенапруження	–

Щоб підсумувати основні характеристики, що впливають на якість електроенергії у побутових однофазних мережах, їх було зведено в таблицю 1.2 [24]. Крім того в таблиці 1.2 вказані ймовірні винуватці погіршення цих параметрів.

Практично всі значення показників якості електроенергії (за винятком імпульсної напруги) можливо отримати шляхом вимірювання величин миттєвого та амплітудного значень напруги, частоти напруги та початкової фази і подальшим розрахунком змін цих показників в залежності від часу. Встановлений період часу, за який можливо виміряти та розрахувати показники якості для всіх вказаних вище параметрів, дорівнює 24 годинам [22].

Таблиця 1.2 – Норми якості електроенергії

Показник якості електроенергії, одиниці вимірювання	Норми якості електроенергії		Ймовірні винуватці погіршення параметру
	допустимі	максимальні	
Усталене значення відхилення напруги $\delta U_y, \%$	$\pm 5$	$\pm 10$	Енергопостачальна організація
Розмах зміни напруги $\delta U_t, \%$	–	Криві 1, 2 на рис.1.1	Споживач зі змінним навантаженням на мережу
Доза флікера короткочасна PSt, відн. од.	–	1,38; 1,0	Споживач зі змінним навантаженням на мережу
Коефіцієнт спотворення синусоїдальності напруги $K_U$ (для $\geq 380$ В), %	8,0	12,0	Споживач зі змінним навантаженням на мережу
Коефіцієнт $n$ -ї гармонійної складової напруги $K_{U(n)}, \%$	не більше: 2-га гарм. – 2 3-тя гарм. – 5 4-та гарм. – 2 9-та гарм. – 1,5	не більше: 2-га гарм. – 4 3-тя гарм. – 10 4-та гарм. – 4 9-та гарм. – 3	Споживач зі змінним навантаженням на мережу
Коефіцієнт несиметрії напруг по оберненій послідовності $K_{2U}, \%$	2	4	Споживач з нелінійним навантаженням на мережу
Коефіцієнт несиметрії напруг по нульовій послідовності $K_{0U}, \%$	2	4	Споживач з нелінійним навантаженням на мережу
Відхилення частоти $\Delta f, \text{Гц}$	$\pm 0,2$	$\pm 0,4$	Енергопостачальна організація
Тривалість провалу напруги $\Delta t_{\text{п}}$	–	30	Енергопостачальна організація
Імпульсна напруга $U_{\text{имп}}, \text{кВ}$	–	–	Енергопостачальна організація
Коефіцієнт тимчасової перенапруги $K_{\text{пер}U}$ , відн. од.	–	–	Енергопостачальна організація

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

Згідно з [25] питна вода, призначена для споживання людиною, повинна відповідати таким гігієнічним вимогам: бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, мати сприятливі органолептичні властивості та нешкідливий хімічний склад. Ці вимоги контролюються санітарно-епідеміологічною службою.

У [26] 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, слід користуватись постановою [10].

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 на 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, повинен 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 і може бути використана для вживання людиною, ці норми передбачають таке:

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 [10]

$$C_1 = T_1 \cdot 0,0033 \cdot d_1, \quad (1.2)$$

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 [10]:

$$C_6 = \frac{T_6}{M} \cdot K \cdot d_1, \quad (1.3)$$

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, який дорівнює: 0,1 – при температурі гарячої води від +45° С до +49°С і 0,3 – при температурі гарячої води від +40° С до +44°С;  $d_1$  – строк, протягом якого відбувалося відхилення від кількісних і якісних показників, діб;  $M$  – 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 з [27], у системах централізованого тепlopостачання для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання житлових будівель як теплоносій слід брати воду.

Основними характеристиками, що впливають на якість теплової мережі, є тиск у системі та температура води у тепломережі. Надлишковий тиск у житловій тепломережі повинен бути у межах від 0,03 МПа (0,29608 атм.) до 0,05 МПа (0,49346 атм.) в залежності від встановленого обладнання і діаметра труб [26]. Температура води у розподільних мережах від теплообмінника теплового пункту до теплового вводу житлових будинків споживачів повинна бути не більшою 80 °С [27]. Таким чином, знаючи температуру води і тиск у тепломережі, можна за рекомендаційною методикою, приведеною у [27], легко розрахувати значення оплати на кв.м житла і, в разі невідповідності розрахованого значення нормі, зменшити плату за надані послуги. Плата зменшується згідно з [10] за наявності перерв у наданні послуг, що перевищують допустимий строк (12 годин на добу один раз на місяць) за формулою (1.3). У разі невідповідності фактичної температури в



10. 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 / Кабінет Міністрів України // Офіційний вісник України. – К. : ДП Українська правова інформація, 2010. – 114 с. – (Постанова Кабінету Міністрів України).
11. Система обліку та контролю комунальних послуг з точки зору споживача / В. О. Багацький, Н. М. Красноручька, Л. Л. Тишковська, О. В. Багацький // Вісник ВПІ. – 2005. – № 6. – С. 73–78.
12. Багацький В. О. Тарифи на житлово-комунальні послуги: чи є вони економічно обґрунтованими / В. О. Багацький // Вісник ВПІ. – 2016. – № 6. – С. 34–38.
13. Палагин А. В. Концепция построения технических средств учета и контроля коммунальных услуг / А. В. Палагин, В. А. Багацкий // Управляющие системы и машины, ИК НАН Украины. – 2001. – № 1. – С. 68–74.
14. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования / И. П. Норенков. – М. : МВТУ им.Баумана, 2006. – 336 с.
15. Методы и устройства интерпретации экспериментальных зависимостей при исследовании и контроле энергетических процессов /А. Ф. Верлань, А. А. Игнатченко, Н. А. Максимович, Б. Б. Абдусатаров. – К. : Наукова думка, 1991. – 222 с.
16. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения : – СНіП 2.04.02-84. – [Чинний від 2000-03-23]. – К. : Держбуд України. – 143 с. – (Діючий стандарт України).
17. Соколов В. Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для ВУЗов / В. Я. Соколов [7-е изд.]. – М. : Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.
18. Теплоснабжение и газопроводы наружные сети : ДБН Д.2.2-24-99. – [Чинний від 2006-02-28]. – К. : Госстрой Украины. – 70 с. – (Діючий стандарт України).
19. Основы современной энергетики : курс лекций для менеджеров энергетических компаний [Електронний ресурс] / под общей редакцией чл.-корр. РАН Е. В.Аметистова. – Режим доступа: <http://4energetic.ru/pages/homepage> (Посилання на документ дійсне на 2012-11).
20. Веников В. А. Электрические системы. Электрические сети : учебник для энергетических специальностей вузов / В. А. Веников ; ред. В. А. Строев. [2-е изд.]. – М. : Высшая школа, 1998. – 511 с.

21. Гордюхин А. И. Газовые сети и установки / А. И. Гордюхин. – М. : Стройиздат, 1978. – 387 с.
22. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення : ГОСТ 13109-97 (ІЕК, ІЕС). [Чинний від 1999-01-01]. – К. : Технічний комітет ТК 30 ЕМС, 1999. – 45 с. – (Діючий стандарт України).
23. Електромагнітна сумісність. Частина 4–15. Методики випробування та вимірювання. Флікерметр. Технічні вимоги до функціонування та конструкції (ІЕС 61000-4-15:2003, ІДТ) – ДСТУ ІЕС 61000-4-15:2008. – [Чинний від 2010-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2010. – 100 с. – (Діючий стандарт України).
24. Боюн В. П. Аналіз нормативних документів з якості комунальних послуг / В. П. Боюн, О. В. Багацький // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2012. – № 11. – С. 127–136.
25. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною ДСанПіН 2.2.4-171-10. – [Чинний від 2010-07-16]. – К. : МОЗ України, 2010. – 40 с. – (Діючий стандарт України).
26. Внутренний водопровод и канализация зданий СНиП 2.04.01-85\*. – [Чинний від 1991-11-28]. – М. : Государственный комитет СССР по делам строительства, 1985. – 75 с. – (Діючий стандарт України).
27. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі : ДБН В.2.5-39-2008. – [Чинний від 2009-07-01]. – К. : Мінрегіонбуд України. – 30 с. – (Діючий стандарт України).
28. Житлові будинки. Основні положення : ДБН В. 2.2-15-2005. – [Чинний від 2005-09-25]. – К. : КиївЗНДІЕП. – 35 с. – (Діючий стандарт України).
29. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання : ДБН В.2.5-20-2001. – [Чинний від 2001-08-01]. – К. : Мінрегіонбуд України. – 30 с. – (Діючий стандарт України).
30. Газы горючие природные. Расчетный метод определения теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе : ГОСТ 22667-82. – [Чинний від 1983-07-01]. – М. : Госстандарт СССР. – 4 с. – (Діючий стандарт України).
31. Склад горючого газу у газопроводах. Веб-сайт компанії «Дорогобужкотломаш». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dkm.ru/Snip/sostgaz.pdf> (Посилання на документ дійсне на 2012-11).
32. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия : ГОСТ 5542-87. – [Чинний від 1988-01-01]. – М. : Госстандарт СССР. – 3 с. – (Діючий стандарт України).

33. Лічильник електроенергії СО-ЕА10. Веб-сайт заводу "Комунар". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.tvset.com.ua/products/meters/single\\_phase\\_electricity\\_meters.php](http://www.tvset.com.ua/products/meters/single_phase_electricity_meters.php) (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-05).
34. Лічильник електроенергії ZCG 110ATt. Веб-сайт компанії "Landis&Gyr". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.landisgyr.eu/webfoo/wp-content/uploads/2012/09/H1-0200-7373a-\\_ZCG110ATt\\_ES-datos-Tecnicos-.pdf](https://www.landisgyr.eu/webfoo/wp-content/uploads/2012/09/H1-0200-7373a-_ZCG110ATt_ES-datos-Tecnicos-.pdf). (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-05).
35. Лічильник електроенергії "SL7000 Smart". Веб-сайт фірми "Actaris". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.actaris.com.ua/rus/katalog/schetchik-Actaris-SL7000](http://www.actaris.com.ua/rus/katalog/schetchik-Actaris-SL7000). (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-05).
36. Лічильник «НИК 2303 АРК1». Веб-сайт компанії «НИК». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://nik.net.ua/?page\\_id=1464](http://nik.net.ua/?page_id=1464) (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
37. Лічильник електроенергії А42-212-200. Веб-сайт компанії "ABB". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://new.abb.com/products/ABB2CMA100094R1000>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-05).
38. Лічильник електроенергії "С11". Веб-сайт компанії "ABB". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://new.abb.com/products/2CMA170600R1000/active-energy-class-1-or-b-for-mid-meters>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-05).
39. Лічильник електроенергії ION 8600. Веб-сайт "Госреестр 57590-14". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.kip-guide.ru/info/57590-14](http://www.kip-guide.ru/info/57590-14). (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-05).
40. Лічильник електроенергії PQube3. Веб-сайт компанії "Power Standarts". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.powerstandarts.com/power-analyzers/>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-05).
41. Лічильник електроенергії SATEC РМ 294. Веб-сайт компанії "SATEC". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.satec-global.com.au/documentation/PM296-RPM096.pdf>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-05).
42. Лічильник електроенергії UMG 511. Веб-сайт компанії "Janitza". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.janitza.com/umg-511-downloads.html?/UMG-511/UMG511>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-05).
43. Лічильник електроенергії "Ресурс-UF2". Веб-сайт "All-pribors". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://all-pribors.ru/opisanie/21621-03-resurs-uf2-17899>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-05).



44. Аналізатор якості електричної енергії «МЕРИДІАН РЕ-01». Веб-сайт ВАТ «МЕРЕДІАН» ім. С. П. Корольова. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.meridian.kiev.ua/production/analyzer-of-electric-power-quality.php>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
45. Лічильник «Unimag TU4». Веб-сайт НПП «Точприбор». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://tochpribor.org/catalog/flow/counters/water\\_meters\\_wing/28tu4-unimag.html](http://tochpribor.org/catalog/flow/counters/water_meters_wing/28tu4-unimag.html). (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
46. Лічильник «СКМ-1» НПФ «Енергостиль-М». Веб-сайт ТОВ НПП «Екон». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ekon-kr.com.ua/data/pribor\\_skm.htm](http://ekon-kr.com.ua/data/pribor_skm.htm). (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
47. Лічильник «Ирга-РВ». Веб-сайт ВАТ «Глобус». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.irga.ru/Produktion/pribor\\_ucheta/Irga\\_RV/Irga\\_RV.html](http://www.irga.ru/Produktion/pribor_ucheta/Irga_RV/Irga_RV.html). (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
48. Лічильник «СВТУ-10М». Веб-сайт «СЕМПАЛ Ко ЛТД». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sempal.com/149.html> (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
49. Лічильник «PolluCom M». Веб-сайт НПП «Водомер». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vodomer.com.ua/page-pollucomm.html>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
50. Система «Течем». Веб-сайт компанії «Техем». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.techenergy.ru/>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
51. Лічильник «G2,5 РЛ». Веб-сайт ВАТ «Ямпольский приборостроительный завод». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.jpz.com.ua/p\\_schet.htm](http://www.jpz.com.ua/p_schet.htm). (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
52. Лічильник «РГ-40». Веб-сайт компанії «ТЕХПРИБОР». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.ootechpribor.ru/gaz\\_prom/rg.html](http://www.ootechpribor.ru/gaz_prom/rg.html). (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
53. Лічильник «ВИР-100». Веб-сайт компанії ТОВ «Производственно-коммерческая фирма «Теплогаз-Центр». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tg-c.ru/libray/shornik/3-2.html>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
54. Лічильник «Курс-01». Веб-сайт ЗАТ ПКФ «Курс». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kurs.ua/>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).

55. Лічильник «Самгаз G4». Веб-сайт ТОВ «САМГАЗ». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.samgas.com.ua/ua/4clients/products/montagniye-komplekti/rs-g16-g4.html>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
56. Лічильник «СГ-1». Веб-сайт ВАТ Омское ПО «Радиозавод им. Попова» (РЕЛЕРО). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.gasmeter.ru/>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
57. Лічильник «ЛИС-1». Веб-сайт ВАТ «НПО «Сплав»». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://splav.org/ru/civil/counters/gc.asp>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
58. Лічильники «RitterTG-3». Веб-сайт компанії «Kipinfo.ru». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kipinfo.ru/info/stati/?id=84>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
59. Model 3095MV (Multivariable Mass Flow Transmitter). Веб-сайт компанії ÄF-AUTOMAATIKA OÜ (Tallin). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.automaatika.ee/pdf/3095mv.pdf](http://www.automaatika.ee/pdf/3095mv.pdf). (Посилання на документ дійсне на 2012-11).
60. Система «Баланс». Веб-сайт ТОВ «САМГАЗ». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.samgas.com.ua/ua/4clients/products/216.html>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
61. Багацький В. О. Методи оцінки якості комунальних послуг / В. О. Багацький, О. В. Багацький // Вісник ВПІ. – 2014. – № 6. – С. 108–115.
62. Авт.свид. 1223156 А, СССР, 4 G 01 R 19/165. Статистический анализатор качества электрической энергии. / Крылов С. К., Птицын О. В. – № 3757455/24-21, заявл. 14.05.1984, опубл. 07.04.1986, бюл №13.
63. Измерители параметров электрических сетей АКПП. Веб-сайт ВАТ «ПКФ "Элкос"». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://elkos.com.ua/catalog\\_item\\_4533.html](http://elkos.com.ua/catalog_item_4533.html). (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
64. «Omix P99-MA-3» (Omix-3) – Анализатор качества трехфазной электрической сети переменного тока. Веб-сайт компанії «Эвелен». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://evelen.ru/product/04/01/omix\\_3.html](http://evelen.ru/product/04/01/omix_3.html). (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
65. Багацкий В. А. Информационная технология определения качества коммунальных услуг / В. А. Багацкий, А. В. Багацкий // Проблемы управления и информатики. – 2018. – № 3. – С. 97–109.
66. Багацький О. В. Показники якості та оцінка якості надання комунальних послуг / О. В. Багацький // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2012. – № 2 (24). – С. 4–11.

67. Пат. 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 НАНУ, – № а200607592, заявл. 07.07.2006, опубл. 26.05.2008, Бюл.№ 10.
68. Пат. 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 НАНУ, – № а200901200, заявл. 16.02.2009, опубл. 10.11.2010, Бюл. № 21.
69. Colin Warwick Everything you always wanted to know about SPICE\* \*But were afraid to ask. / Colin Warwick // The EMC Journal. – 2009. – V. 89, № 05. – P. 27–29.
70. Машинный расчет элементов ЭВМ : учеб. пособие для ВУЗов / Б. В. Анисимов и др. – М. : Высш. школа, 1976. – 336 с.
71. Справочник по цифровой вычислительной технике: (Электрон. вычисл. машины и системы) / Б. Н. Малиновский, В. Я. Александров, В. П. Бююн и др. ; ред. Б. Н. Малиновский. – К. : Техніка, 1980. – 320 с.
72. Справочник по аналоговой вычислительной технике / Г. Е. Пухов, В. Г. Беляков, Г. И. Бердяков и др. – К. : Техніка, 1975. – 432 с.
73. Багацький В. О. Моделі елементів аналого-цифрових пристроїв / В. О. Багацький, О. В. Багацький // Комп'ютерні системи і компоненти. – 2010. – № 3. – С. 13–19.
74. Вавилов Е. Н. Синтез схем электронных цифровых машин / Е. Н. Вавилов, Г. П. Портной. – М. : Сов.радио, 1963. – 440 с.
75. Глушков В. М. Синтез цифровых автоматов / В. М. Глушков. – М. : ФМгиз, 1962. – 476 с.
76. Папернов А. А. Логические основы цифровых машин и программирования / А. А. Папернов; ред. М. М. Горячая. – М. : Наука, 1965. – 560 с.
77. Рабинович З. Л. Типовые операции в вычислительных машинах / З. Л. Рабинович, В. А. Раманаускас. – К. : Техніка, 1980. – 264 с.
78. Давач струму Wanja WJ703-1. Веб-сайт компанії «МЕГА-ЕЛЕКТРОНИКА». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.megachip.ru/pdf/WANJIA/WJ703-1.pdf](http://www.megachip.ru/pdf/WANJIA/WJ703-1.pdf). (Посилання на документ дійсне на 2012-11).
79. Фрайден Дж. Современные датчики / Дж. Фрайден ; пер. с англ. Ю. А. Заболотной под ред. Е. Л. Свинцова. – М. : Техносфера, 2005. – 592 с.
80. Изолированные датчики тока и напряжения: Характеристики - Применение - Расчеты. Веб-сайт компанії ООО «ТВЕЛЕМ». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [alichka.narod.ru/pasp/bluebook.pdf](http://alichka.narod.ru/pasp/bluebook.pdf). (Посилання на документ дійсне на 2012-11).

81. Основы современной малой энергетики: учебное пособие. В 3 т. /В.В. Шалай, А.Н. Лямин, А.Б. Калистратов, Э.П. Гужулев. – Омск : ОмГТУ, 2006, Т. 2. – 312 с.
82. Вульвет Дж. Датчики в цифровых системах / Дж. Вульвет; ред. А. С. Ярошенко, пер. с англ. В.В. Малова. – М. : Энергоиздат, 1981. – 200 с.
83. Датчик температуры THERMASGARD для поверхностного, накладного, наружного и потолочного монтажа. Веб-сайт компанії «В.Г. Electric e.k.». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.germany-electric.ru/292>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
84. ДТС-И. Веб-сайт компанії «Овен». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://owen.com.ua/temperaturnye-datchiki-s-vyhadom-4%E2%80%A620ma/termosoprotivleniya-termopary-so-vstroennym-normiruyuschim-preobrazovatelem-dts-i-dtp-i.html>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
85. Давач EMC-500. Веб-сайт компанії «Honeywell». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/notes/emc500\\_leaflet\\_ru\\_01.pdf](https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/notes/emc500_leaflet_ru_01.pdf). (Посилання на документ дійсне на 2012-11).
86. Інструкція до лінійки приладів UT61. Веб-сайт компанії «Uni-Trade Group Limited». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uni-trend.com/manual2/UT61English.pdf>. (Посилання на документ дійсне на 2012-11).
87. ТРМ-10. Веб-сайт компанії «Эвелен». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://evelen.ru/product/01/03/tpm10.html>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-12).
88. Авт. свид. 1538140 А1, СССР, 5 G 01 R 19/165. Анализатор напряжения / О. В. Птицын, С. И. Одинцов и В. В. Русанов, – № 4445988/24-21, заявл. 21.06.1988, опубл. 23.01.1990, бюл. № 3.
89. Пат. на винахід 82952, Україна, МПК (2006) П01К 19/165 П05 23/02. Пристрій визначення якості комунальних послуг / Багацький В. О., Багацький О. В., Кривонос Ю. С., Палагін О. В. ; заявник та патентовласник ІК НАНУ. – № а200612878, заявл. 12.06.2006, опубл. 26.05.2008, Бюл. № 10.
90. Патент на изобр. 2397448 (Конвенционный приоритет: 06.12.2006 Украина, а200612878), Россия, МПК G01D 3/00 (2006.01), G01R 19/00 (2006.01). Устройство определения качества коммунальных услуг / Багацкий В. А., Багацкий А. В. ; заявитель и патентообладатель Институт Кибернетики им. В. М. Глушкова НАН Украины. – № 2007123171/28, заявл. 21.06.2007, опубл. 20.08.2010, Бюл. № 23.

91. Пат. на винахід 93754, Україна, МПК П01К 19/165 (2011.01). Пристрій визначення якості спожитих комунальних послуг / Багацький О. В., Багацький В. О. ; заявник та патентовласник ІК НАНУ. – № а200905372, заявл. 28.05.2009, опубл. 10.03.2011, Бюл. № 5.
92. Пат. на изобр. 2141626, Россия, МПК G01F1/00, A62C2/00, G08B17/00. Устройство контроля жилищно-коммунальной информации (варианты) / Ференец В. А., Голубович С. В., Гудзь А. Ю., Благовещенский А. Н., Мишин Д. В., Гареев Р. Ф., Шакиров Л. М. Френец В. А. ; заявитель и патентообладатель Казанский государственный технический университет им. А. Н.Туполева. – № 97112816/28, заявл. 14.07.1997, опубл. 20.11.1999, Бюл. № 32.
93. Пат. на изобр. 2134865, Россия, МПК G01D9/28, G06F17/60, G01R11/56. Устройство учета коммунальных услуг при переменном тарифе / Лачков В. А., Карлов А. В, Муртазин Р. И., Аваков В. Э., Валинеев Ю. П., Дремов Б. Б., Серебряков В. С., заявитель и патентообладатель Лачков В. А., Карлов А. В, Муртазин Р. И., Аваков В. Э., Валинеев Ю. П., Дремов Б. Б., Серебряков В. С. – № 98111098/09, заявл. 19.06.1998, опубл. 20.08.1999, бюл. № 23.
94. Деклар. пат. 63853, Україна, МПК G01R11/00. Система обліку комунальних послуг і лічильник енергоресурсів, що використовуються в ній / Лачков Віталій Олександрович, власник ОАО «ГЕОПРИБОР», RU. – № 2003109710, заявл. 29.10.2003, опубл. 15.01.2004, Бюл. № 1.
95. Пат. 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. – № а200700963, заявл. 30.01.2007, опубл.12.05.2008, Бюл. № 9.
96. Патент на изобр. 2399026 (Конвенционный приоритет: 30.01.2007, Україна а200700963), МПК G01D 9/28, G01R 11/00. Система контроля коммунальных услуг / Багацкий В. А., Багацкий А. В. ; заявитель и патентообладатель Институт кибернетики им. В. М. Глушкова НАН Украины. – № 2007123169/28, заявл. 21.06.2007, опубл. 10.09.2010, Бюл. № 25.
97. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влоссидес, Э. Гамма, – С-Пб : Питер, 2001. – 368 с.
98. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы (4-е издание) / Н. А. Олифер, В. Г. Олифер. – СПб : Питер, 2010. – 958 с.
99. Современное проектирование на C++ (серия C++ in Depth) / А. Александреску. – М. : Вильямс, 2008. – 338 с.

100. Adam Dunkel's webpage. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dunkels.com/adam/pt/>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-05).
101. ISO/IEC 14882:2011. Веб-сайт організації ISO. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=50372](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=50372). (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-05).
102. Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ / Энтони Уильямс. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 672 с.
103. Современные операционные системы. 4-е изд. / Х. Бос, Э. Таненбаум. – СПб : Питер, 2015. – 1120 с.
104. Язык программирования C++. Специальное издание / Бьерн Страуструп. – М. : Бином, 2011. – 1155 с.
105. Банах С. Дифференциальное и интегральное исчисление / С. Банах ; ред. И. С. Аршон. 2-е изд. – М. : Наука, 1966. – 436 с.
106. Леоненков А. В. Самоучитель UML. Веб-сайт кафедри інформатики та інтелектуальної власності Харківського Національного Політехнічного Університету. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://khpri-ir.mirk.kharkiv.edu/library/case/leon/gl6/gl6.html>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2012-11).
107. Палагин А. В. Системная интеграция средств компьютерной техники : монография / А. В. Палагин, Ю. С. Яковлев. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 680 с.
108. Боюн В. П. Динамическая теория информации. Основы и приложения / В. П. Боюн. – К. : Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова НАН Украины, 2001. – 326 с.
109. Черняк Р. Я. Преобразование напряжений в коды чисел / Р. Я. Черняк. – К. : Вопросы техники быстродействующих счетных машин. – 1955. – Выпуск 1. – С. 24–31.
110. Гитис Э. И. Преобразователи информации для электронных цифровых вычислительных устройств / Э. И. Гитис. – М.-Л. : Госэнергоиздат, 1961. – 375 с.
111. Дроздов Е. А. Автоматическое преобразование и кодирование информации / Е. А. Дроздов, А. П. Пятибратов. – М. : Сов. Радио, 1964. – 543 с.
112. Хоровиц П. Искусство схемотехники, т. 2. / П. Хоровиц, У. Хилл. – М. : Мир, 1983. – 590 с.
113. Как работать с АЦП и ЦАП в микроконтролерах SiLabs. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.compitech.ru/html.cgi/archiv/05\\_07/stat\\_adc.htm](http://www.compitech.ru/html.cgi/archiv/05_07/stat_adc.htm). (Посилання на веб-сайт дійсне на 2019-06).

114. Гончаров В. Л. Теория интерполирования и приближения функций / В. Л. Гончаров. – М. : ГИТТЛ, 1954. – 508 с.
115. Мікроконтролери серії C8051F32x. Веб-сайт компанії SiLabs. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.silabs.com/Support%20Documents/TechnicalDocs/C8051F32x.pdf>. (Посилання на документ дійсне на 2012-12).
116. Багацький О. В. АЦП часо-імпульсного типу на базі аналого-цифрового мікроконтролера / О. В. Багацький, В. О. Багацький // Вісник ВПІ. – 2013. – № 2. – С. 101–104.
117. Нейман Л. Р. Теоретические основы электротехники / Л. Р. Нейман, К. С. Демирчян. – 2-е изд., стереотип. – Ленинград : Энергия, 1975. – Т. 1. – 523 с.
118. Агуров В. П. Интерфейсы USB. Практика использования и программирования / В. П. Агуров. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 576 с.
119. Міжнародна організація «USB.org». HID-пристрої. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.usb.org/developers/docs/hidpage/>. (Посилання на веб-сайт дійсне на 2011-12).
120. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір, «Комп'ютерна програма «Якість Е1» («Якість Е1»))» / Багацький О. В. – № 46417, дата реєстрації 16.11.2012.
121. IEEE 754-2008. IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic. Веб-сайт [ali.ayad.free.fr](http://ali.ayad.free.fr/). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ali.ayad.free.fr/IEEE\\_2008.pdf](http://ali.ayad.free.fr/IEEE_2008.pdf). (Посилання на документ дійсне на 2013-01).

*Наукове видання*

**Багацький Валентин Олексійович**

**Багацький Олексій Валентинович**

**МЕТОДИ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ  
ЯКОСТІ КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ**

Монографія

Редактор С. Малішевська

Оригінал-макет підготовлено О. Багацьким

Підписано до друку 17.03.2020 р.

Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.

Гарнітура Times New Roman.

Друк різнографічний. Ум. др. арк. 7,39.

Наклад 300 (1-й запуск 1–75) пр. Зам № В2020-02

Вінницький національний технічний університет,

ІРВЦ ВНТУ,

21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,

ВНТУ, ГНК, к. 114.

Тел. (0432) 59-85-32.

**press.vntu.edu.ua**; *email*: kivc.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано ФОП Барановська Т. П.

21021, м. Вінниця, вул. Порики, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

серія ДК № 4377 від 31.07.2012 р.