

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій
Факультет «Управління енергетичними та економічними процесами»
Кафедра «Електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕТЕМ

 /Андрій МУХА/

(підпис)

Дата 21.12.23

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи магістра
на тему: «Дослідження задачі вибору раціонального виду побутових
електролічильників у сучасних умовах»

за освітньою програмою: «Енергетичні та електромеханічні системи на
транспорті»

зі спеціальності: «141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

Виконав: студент
групи «ЕЕ2221»


(підпис студента)

/Денис ГАРМАШ/

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:


(підпис)

/доц. Оксана МАРЕНИЧ/

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:


(підпис)

/доц. Оксана КАРЗОВА/

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

//

(назва розділу)

(підпис)

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

//

(назва розділу)

(підпис)

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

//

(назва розділу)

(підпис)

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

//

(назва розділу)

(підпис)

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з
праць інших авторів без відповідних посилань.


(підпис)

Дніпро – 2023 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty «Management of energy and economic processes»
Department «Electrical engineering and electromechanics»

Explanatory Note

to Master's Thesis

on the topic: «Research of the problem of choosing a rational household electric meter in modern conditions»

according to educational curriculum «Energy and electromechanical systems in transport»

in the Speciality: «141 Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics»

Done by the student of the group EE2221: /Denis GARMASH/

Scientific Supervisor: /Oksana MARENYCH/

Normative controller: /Oksana KARZOVA/

Supervisors

_____ (Chapter title heading)	// _____ (position, name, surname)
_____ (Chapter title heading)	// _____ (position, name, surname)
_____ (Chapter title heading)	// _____ (position, name, surname)
_____ (Chapter title heading)	// _____ (position, name, surname)

Dnipro – 2023

Міністерство освіти і науки України

Український державний університет науки і технологій

Факультет: Факультет «Управління енергетичними та економічними процесами»

Кафедра: «Електротехніка та електромеханіка»

Рівень вищої освіти: магістр

Освітня програма: «Енергетичні та електромеханічні системи на транспорті»

Спеціальність: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу магістра

студенту Гармаш Денис Геннадійович

1. Тема роботи: «Дослідження задачі вибору раціонального виду побутових електролічильників у сучасних умовах»

Керівник роботи: Маренич Оксана Леонідівна, доцент

затверджені наказом № 56 ст від 18.01.2023

2. Строк подання студентом роботи: 20.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Трифазні електронні електро
лічильники

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина: Трифазні мікропроцесори лічильники електроенергії

4.2 Основна частина: Класифікація приладів обліку електроенергії

4.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища: Вимоги до
кваліфікаційних груп по електробезпеці та порядок отримання

кваліфікаційних груп

4.4 Економічна частина:

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових
креслень):

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.09.2023	5%
2	Трифазні мікропроцесори лічильники електроенергії	14.09.2023	30%
3	Класифікація приладів обліку електроенергії	12.10.2023	30%
4	Вимоги до кваліфікаційних груп по електробезпеці та порядок отримання кваліфікаційних груп	09.11.2023	25%
5	Висновки	06.12.2023	4%
6	Списки використаних джерел	11.12.2023	6%
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	20.12.2023	100%
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	24.01.2024	

Студент


(підпис)

Денис ГАРМАШ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи


(підпис)

доц. Оксана МАРЕНИЧ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

№ ряд ка	Формат	Позначення	Назва	Кільк. арк.	№ екз.	Прим
1			<u>Документація загальна</u>			
2			Заново розроблена			
3	A4	7.141.180088.ПЗ	Пояснювальна записка	53		
4						
5			Запозичена			
6						
7			<u>Графічна частина</u>			
8			Заново розроблена			
9	A4	7.141.180088.01	Трифазні електро лічильники			
10			Трифазні мікропроцесори	1		
11			лічильники електроенергії			
12	A4	7.141.180088.02	Класифікація приладів обліку			
13			електроенергії	1		
14			Класи точності приладів обліку			
15	A4	7.141.180088.03	Порівняння двох і трьох	1		
16			зональних лічильниках			
17						
18			Запозичена			
19						
20			<u>Електронна частина</u>			
21						
22						
23						
24						

					7.141.180088.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість кваліфікаційної роботи		
Розробив.	Гармаш Д.Г.						
Керівник	Муха А.М.						
Консульт							
Н. Контр.	Маренич О.Л.			20.02.23			
Зав.кафед.	Муха А.М.			20.02.23	МОН України. УДУНТ Кафедра «ЕТЕМ»		
					Літ.	Арк.	Акрушів
						5	57

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 Розділ: Аналітична частина	
1.1 Трифазні електронні електро лічильники.....	10
1.2 Трифазні мікропроцесори лічильники електроенергії.....	10
2 Розділ: Основна частина	
2.1 Класифікація приладів обліку електроенергії.....	12
2.2 Вимоги до приладів обліку електроенергії.	13
2.3 Класи точності приладів обліку.	14
2.4. Електромеханічні лічильники електроенергії.	15
2.5 Електронні й цифрофі лічильники електроенергії.	20
2.6 Датчики струму й напруги.	21
2.7 Принципові схеми електронного електролічильника.....	22
2.8 Вибір електролічильників.	27
2.9 Похибка виміру.	27
2.10 Обслуговування приладів обліку електроенергії.	28
2.11 Порівняння двох і трьох зональних лічильниках.....	29
2.12 Послідовність дій під час переходу на багатозонний облік.....	36
3 Розділ: Охорона праці та захист навколишнього середовища	
3.1 Охорона праці та захист навколишнього середовища.....	38
3.2 Висновок.....	45
3.3 Список використаних джерел.	47

					7.141.180088.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження задачі вибору раціонального виду побутових електролічильників у сучасних умовах	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Гармаш Д.Г.					1	1 : 1
Перевір.		Муха.А.М.		10.12.23				
Т. Контр.						Арк.	5	Аркушів 53
Реценз.						МОН України. УДУНТ		
Н. Контр.		Маренич О.Л.		20.12.23	7.141.180088.ПЗ			
Затверд.		Муха А.М.		20.12.23		Кафедра «ЕТЕМ»		

ВСТУП

Електронний лічильник вимірює витрату безпосередньо і з'явився не так давно. Вимірювальних частин, що рухаються в ньому немає, дані по витраті показуються на індикаторному табло. Електронний реєстратор може зберігати цифри за витратою та передавати їх, наприклад, у автоматизованих системах «розумний дім».

Нові прилади вміють рахувати витрати енергії за кількома тарифами з високою точністю. Яку, до речі, можна підвищити, якщо замінити мікросхему. Враховують все, навіть найменше навантаження від техніки в режимі сну.

Виробники обіцяють, що працюватиме не менше 10-15 років, але поки до цього віку жоден не дістався, з'явилися недавно. Про надійність можемо сказати, що електроніка буває глючить, але в цілому, якщо зроблено добре, то працює також.

Однофазний або трифазний лічильник для квартири

Оскільки електричні мережі бувають однофазними, з номіналом напруги 220 В і трифазними з напругою 380 В, то і лічильники випускаються різних видів.

Однофазний електролічильник стоїть у більшості мешканців квартир. Побутові електромережі розраховані на 220 Вольт, як і домашня електротехніка. Чи потрібний трифазний лічильник у квартирі при однофазній мережі? Скоріше ні ніж так. Теоретично, якщо його поставити, він вестиме облік електрики правильно. Але енергозбутова організація просто відмовиться його реєструвати.

Трифазний лічильник зазвичай потрібний у приватному будинку. Там багато обладнання (котли, водонагрівачі, електродвигуни) працює від трифазної мережі з напругою 380 В. Лічильник електроенергії на 220 Вольт у будинку теж є. Він вважає витрату по однофазній мережі, тобто відповідає за освітлення та праски, чайники, пральні машинки, телевізори і т.д.

					7.141.180088.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як вибрати лічильник електроенергії для дому за класом точності[5]

Електролічильники розрізняються не тільки за конструкцією та числом тарифів, а й за класом точності. Будь-який прилад має похибку вимірювання. Клас точності і така максимальна похибка.

За сучасними вимогами електричний лічильник у квартирі чи будинку повинен мати клас точності 2,0 або нижче.

Тому і змушують міняти старі індукційні апарати, які мають клас точності 2,5%. У чому практичне значення? Що показник похибки, то більше пропустить прилад слабкої навантаження, не порахує її. Наприклад,

Багато домашня електротехніка частина часу знаходиться в черговому або сплячому режимі. Витрата енергії маленька, але вона все одно є.

Який лічильник вибрати для квартири за струмовим навантаженням

Електроустаткування обліку витрати розраховане на різне навантаження по струму. Скільки ампер вам потрібно, можна з'ясувати трьома способами.

Трифазний лічильник для приватного будинку може підключатися як безпосередньо, так і через трансформатор. Якщо струмовий номінал 50А або вище 100А, апарат включається напругу. Якщо навантаження перевалило за сотню ампер, тоді доведеться ставити при підключенні трансформатор вторинного струму, а лічильник запитувати вже через нього.

Кількість фаз

Вибір електролічильника за кількістю фаз залежить від типу живильної мережі - однофазної або трифазної.

Однофазний (220 В) – призначений для побутової електромережі. Відрізняється простотою конструкції та установки, компактністю, порівняно низькою ціною. Подібний пристрій використовується у квартирах, магазинах, гаражах, офісах, на дачах.

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Трифазний (380 В) – розрахований на промислову мережу. Виграє у однофазного в точності показань, але програє у вартості та габаритах. Такий лічильник є оптимальним для підприємств та інших об'єктів, що споживають велику кількість електроенергії. Трифазні моделі значно дорожчі за однофазні.[17]

Кількість тарифів

Цей параметр визначає кількість схем, якими лічильник враховує витрата електрики. У побуті найчастіше застосовуються 1-тарифні пристрої.

Купувати більш дорогі багатотарифні моделі економічно виправдано, якщо вартість електроенергії варіюється виходячи з часу доби. У цьому випадку використовують 2-тарифні (день-ніч) електролічильники. У порівнянні з однотарифною системою вартість електрики знижується в нічний час та підвищується вдень.

Також можна придбати 4- і 8-тарифні прилади, які забезпечують ще більш диференційований облік залежно від добових зон.

Клас точності

За цим показником оцінюють похибку вимірювань лічильника. Позначається цифрою, і що вона нижче, то точніше працює прилад (число свідчить про похибку у відсотках). На сьогоднішній день використовуються витратоміри наступних класів точності:

□ 0.2s та 0.5s – трифазні лічильники, що забезпечують економію при великих обсягах енергоспоживання;

□ 1.0 і 2.0 – однофазні прилади, які підходять для квартири, приватного будинку.

Номінальна напруга

					7.141.180088.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

100 В - характерно для трифазних лічильників, що використовуються в тандемі з трансформаторами струму в мережах з напругою більше 660 В.

220 В, 230 В - властиво однофазним лічильникам.

220 / 380 В, 230 / 400 В - зустрічається в трифазних моделях.

Підключення

Пряме – передбачає підключення до електромережі без використання трансформаторів. Властиво однофазним та деяким трифазним лічильникам. Ці лічильники розраховані на пропускну потужність до 60 кВт і максимальний струм 100 А. Схема підключення: 2 дроти (однофазні), 4 дроти (трифазні).[3]

Трансформаторне - напівнепряме і непряме підключення із застосуванням трансформаторів. Притаманно трифазним пристроям. Подібні моделі призначені для мереж високої потужності. Лічильники непрямого підключення до побуту не застосовуються. Схема підключення: 3 дроти, 4 дроти.

Номінальний струм

Ця характеристика визначає силу струму, коли він гарантується коректна робота електролічильника. Одиниця виміру – ампер (А). У різних моделях номінальний струм становить 5-100 А. У цьому величина залежить кількості фаз, яку розрахований лічильник:

однофазні (пряме підключення) - 5-60 А;

□ трифазні (пряме підключення) – 5-100 А.

Максимальний струм

Цей параметр вказує на гранично допустиму силу струму, що витримує лічильник без ризику поломки. Максимальний струм електролічильника повинен збігатися з номінальним струмом автоматичного вимикача ввідника.

					7.141.180088.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для правильного вибору витратоміра по струму необхідно підсумувати споживану потужність всіх електроприладів (зазначена в паспорті). Якщо результат знаходиться в межах 15 кВт підійде модель з максимальним струмом 60 А, якщо витрата електроенергії вище, то краще взяти пристрій на 100 А.

Орієнтовні показники максимального струму:

- 10 А – для малогабаритної квартири;
- 60 А – для квартири середньої площі з електроплитою, котеджу;
- 100 А – для великого заміського будинку;
- 120 А – для приватного будинку з присадибним господарством та потужним обладнанням.

Інтерфейс зв'язку

Інтерфейси зв'язку полегшують знімання показань лічильника. Передбачено лише в електронних приладах.

RS-485, RS-232 – передача даних через провідне підключення до лічильника зовнішнього модему. Залежно від конструктивного виконання та призначення ці модеми передають показання такими способами:

- ☐ через радіоканал (RF, ZigBee, Wi-Fi);
- ☐ через мережі стільникового зв'язку (GSM/GPRS);
- ☐ через силову лінію електроживлення (PLC);
- ☐ через Інтернет (TCP/IP).

Токова петля - передача даних за допомогою двопровідних ліній зв'язку, у тому числі міжмодемного телефонного зв'язку.

Оптопорт – провідний інтерфейс, що передбачає зчитування показань безпосередньо на місці встановлення витратоміра електроенергії.

Для АСКУЕ – дана опція забезпечує сумісність лічильника з автоматизованою системою контролю та обліку електроенергії (АСКУЕ).[1]

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					7.141.180088.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1Трифазні електронні електролічильники

Трифазні електронні активної енергії безпосереднього і трансформаторного включення. Вимір і облік активної енергії в трифазних трьох- і чотирьохпровідних мережах змінного струму по 8 тарифам у 8 тимчасових зонах

1.2Трифазні мікропроцесорні лічильники електроенергії

Призначення: Електролічильники серії СТЭ560 призначені для обліку активної і реактивної електричної енергії в трьох- і чотирьохпровідних мережах трифазного змінного струму на промислових підприємствах і в побутових споживачів, а також для роботи в складі автоматизованих систем контролю й обліку енергоспоживання . Лічильники побудовані на цифровому сигнальному процесорі DSP і регулюються за допомогою спеціальних програм. Для збереження інформації в лічильниках передбачена енергонезалежна пам'ять EEPROM. У регістрах пам'яті зберігаються дані по кожному тарифу. Лічильники мають телеметричний вихід, гальванічно ізольований від інших ланцюгів. Для відображення інформації використовується рідкокристалічний індикатор, що стійко працює при низьких температурах. Лічильники мають цифровий інтерфейс ИРПС (токова петля). За допомогою цифрового інтерфейсу виробляється регулювання, установка часу дії тарифів, коректування годин і при необхідності зчитування показань лічильника за допомогою комп'ютера.

1.6 СЕРІЯ ЛІЧИЛЬНИКІВ ТРИФАЗНИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ КОМБІНОВАНИХ
Призначення: Лічильники серії СТС5605, СТС5602 - трифазні, багатотарифні, електронні, цифрові, комбіновані прилади, що сполучають у собі багатофункціональний мікропроцесорний лічильник і вимірник показників якості електроенергії. Лічильники серії СТС5605 трансформаторного включення призначені для виміру активної і реактивної електроенергії на промислових підприємствах і об'єктах енергетики. Застосовуються в системах АСКУЕ для

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передачі обмірюваних величин на диспетчерський пункт контролю, обліку і розподілу електричної енергії.

Приклади проектування і використання систем автоматизованого обліку електроенергії ПТК "КАСКАД" застосовується для побудови сучасних розподілених систем керування технологічними процесами, диспетчеризації і комерційного обліку електроенергії в різних галузях промисловості (електроенергетика, ЖКХ, хімічна і нафтогазова промисловість. [8]

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Класифікація приладів обліку електроенергії

У цей час на вітчизняному ринку представлена велика кількість видів приладів обліку електроенергії, які залежно від принципу їх дії класифікують по типу підключення, вимірюваним величинам, конструкції. По типу підключення:

- лічильники прямого включення в силовий ланцюг;
- лічильники трансформаторного включення, що підключаються до силового ланцюга через спеціальні вимірювальні трансформатори. По вимірюваних величинах:
 - однофазні (вимір змінного струму 220 В, 50 Гц);
 - трифазні (380 В, 50 Гц). Сучасні електронні трифазні лічильники підтримують однофазний облік.

По конструкції:

Індукційні (електромеханічні електролічильники) - електролічильники, у яких магнітне поле нерухомих струмопровідних котушок впливає на рухливий елемент із провідного матеріалу. Рухливий елемент являє собою диск, по якому протікають струми, індуковані магнітним полем котушок. Кількість спожитої електроенергії, у цьому випадку, прямо пропорційно числу обертів диска.

Електронні (статичний електролічильник) - електролічильники, у яких змінний струм і напруга впливають на твердотільні (електронні) елементи для створення на виході імпульсів, число яких пропорційно вимірюваній активній енергії. Інакше кажучи, виміри активної енергії такими електролічильниками засновані на перетворенні аналогових входних сигналів струму й напруги в рахунковий імпульс. Вимірювальний елемент електронного електролічильника служить для створення на виході імпульсів, число яких пропорційно вимірюваній активній енергії. Рахунковий механізм являє собою електромеханічне (має перевагу в областях з холодним кліматом, за умови установки приладу на вулиці) або електронний пристрій, що містить як запам'ятовувальний пристрій, так і дисплей.

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гібридні лічильники електроенергії - рідко використовуваний проміжний варіант із цифровим інтерфейсом, вимірювальною частиною індукційного або електронного типу, механічним обчислювальним пристроєм.[2]

2.2 Вимоги до приладів обліку електроенергії

До основних вимог, що пред'являються до приладів обліку електричної енергії, можна віднести клас точності, «тарифність» і міжпіврічний інтервал.

Клас точності. Один з основних технічних параметрів електролічильника. Він показує похибку вимірів приладу. До середини 90-х років усі встановлювані в житлових будинках електролічильники мали клас точності 2,5 (тобто максимально припустимий рівень похибки цих приладів становив 2,5%). В 1996 році був уведений новий стандарт точності приладів обліку, використовуваних у побутовому секторі - 2,0. Саме це стало поштовхом до повсюдної заміни індукційних лічильників на більш точні, із класом точності 2,0.

«Тарифність» є важливим технічним параметром електролічильника. Ще зовсім недавно всі електролічильники, застосовувані в побуті, були однотарифними, тобто здійснювали облік електричної енергії по одному тарифу. Функціональні можливості сучасних лічильників дозволяють вести облік електроенергії по зонах доби й навіть з часом року, дозволяючи значно заощаджувати електроенергію та розвантажити електромережі в пікові години, за рахунок так званого «прання вночі». Двотарифний лічильник електроенергії здатний вести роздільний облік у різний час доби. На сьогоднішній день, одним зі способів заощаджувати на рахунках за електрику є двотарифна система обліку електроенергії.

Міжпіврічний інтервал. Із часом деталі електролічильника зношуються, і клас точності електролічильника неминуче міняється. Наступає момент, коли електролічильник необхідно повторно перевірити на точність його показань. Період з моменту первинної перевірки (звичайно з дати виготовлення) до наступної перевірки називається міжпіврічним інтервалом (МПІ). Обчислюється МПІ в роках і вказується в паспорті електролічильника. Звичайно електронні

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лічильники значно уступають у тривалості МПІ в порівнянні з індукційними лічильниками, тому що комплектація, використовувана в більшості вітчизняних електронних лічильників, складається з деталей, стабільність параметрів яких виробник не нормує.[3]

2.3 Класи точності приладів обліку

Це один з основних технічних параметрів електролічильника. Він указує на рівень похибки вимірів приладу. До середини 90-х років усі встановлювані в житлових будинках лічильники мали клас точності 2,5 (тобто максимально припустимий рівень похибки цих приладів становив 2,5%). В 1996 році був уведений новий стандарт точності приладів обліку, використовуваних у побутовому секторі – 2,0. Саме це стало поштовхом до повсюдної заміни індукційних лічильників на більш точні електронні із класом точності 2,0.

Оскільки прилади обліку енергії й енергоресурсів є засобами виміру, то застосовувати можна тільки прилади, занесені до державного реєстру засобів вимірів. Як правило, свідченням цьому є сертифікація приладу в системі сертифікації ДЕРЖСТАНДАРТ, про що є оцінка в паспорті приладу, на корпусі й панелі зчитування інформації. Крім того, правилами користування електричної, теплової енергії, води й газу встановлені вимоги до класу точності застосовуваних приладів обліку не нижче встановленого порогу. Клас точності - це можлива похибка приладу обліку в діапазоні вимірів, виражена у відсотках. Чим більше число, що позначає клас точності, тим нижче точність приладу. Відповідно, більш високий клас відповідає меншому числу таблиці 1.1.

Для населення встановлена вимога по застосуванню електричних лічильників класом точності не нижче 2.0. Тому всі старі електролічильники із класом точності 2.5 і менш у цей час вилучаються з використання. Правилами функціонування роздрібних ринків електричної енергії встановлені вимоги до класів точності приладів обліку електричної енергії для різних груп споживачів [1].

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Класи точності [4]

Вимоги до точності	Діапазон і умови застосування
1% (клас 1.0)	Мережі з напругою менш 0,4 кВ (крім громадян)
2% (клас 2.0)	Мережі з напругою менш 0,4 кВ (для громадян- споживачів)
2% (клас 2.0) 1% (клас 1.0) клас 0,58	Споживачі з потужністю встановлених пристроїв більш 750 кВт. При заміні лічильника класу 2.0 і для мереж з напругою від 6 до 35 кВ для мереж з напругою понад 110 кВ
Клас 0,58	Виробники електричної енергії

2.4. Електромеханічні лічильники електроенергії

Індукційний (електромеханічний) електролічильник – вимірювальна ваттметрова система електровимірювальний пристрій, що інтегрує. Принцип роботи електромеханічного лічильника заснований на взаємодії струмів зі змінними магнітними потоками (рис.1.2). Виникаючі електромеханічні сили взаємодії приводять у рух рухливу частину пристрою (диск).

Рухомий алюмінієвий диск розташований у центральній частині приладу. Він насаджується на вісь, закріплену між пружним підп'ятником і опорою, що розташовується у верхній частині приладу. Рухомий диск розміщується між двома магнітопроводами – обмотки напруги та струмової обмотки. На вісь диска закріплений черв'як, завдяки якому обертання диска передаються рахунковому механізму. Струмова обмотка послідовно включається в досліджуваний ланцюг. Вона представляє собою невелику кількість витків, які намотані товстим проводом. Така обмотка напруги до ланцюга підключається паралельно. На відміну від струмової обмотки, вона складається з великої кількості витків (до 12 тисяч), які намотуються тонким проводом.[20]

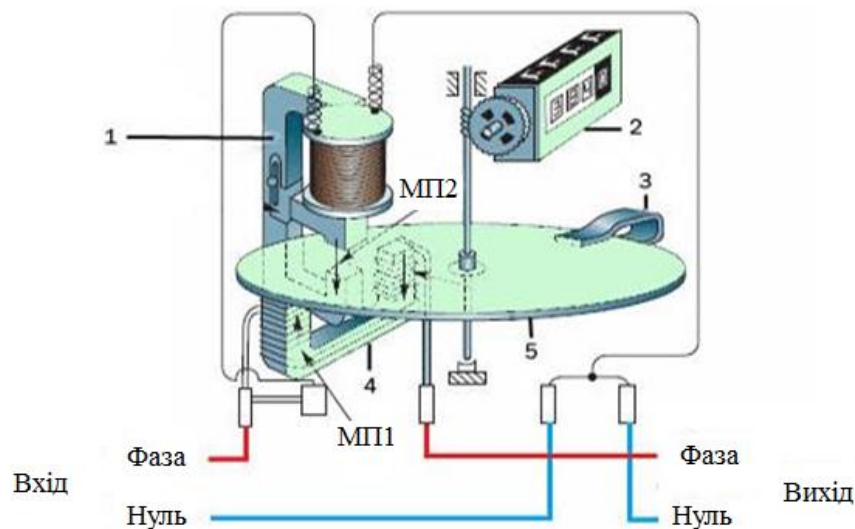


Рис. 1.1. Індукційний (електромеханічний) електролічильник:

- 1 – котушка напруги, 2 – лічильний механізм у вигляді черв'ячної передачі,
 3 – постійний магніт для створення гальмування (плавності) дискового ходу,
 4 – струмова котушка (обмотка), 5 – алюмінієвий диск,
 МП1 – магнітний потік, який створюється струмом навантаження,
 МП2 – магнітний потік, що створюється струмом у котушці напруги[19]

Коли в обмотці напруги виникає змінна напруга й по струмовій обмотці проходить струм навантаження, по магнітопроводах, які замикаються на рухомий диск, проходять змінні магнітні потоки. Ці потоки пронизають диск, через що в ньому виникають вихрові струми. Завдяки взаємній дії вихрових струмів і потоків, з'являється обертаючий момент, який впливає на поки ще нерухомий диск.

Алюмінієвий диск обертається в полі постійного магніту, який створює протидіючий момент (гальмовий). При рівності обертального й протидіючого моментів встановлюється певна швидкість обертання диска. За умови коли обертальний момент, що діє на рухомий диск, пропорційний потужності того ланцюга, до якого підключений лічильник, виходить, що швидкість обертання алюмінієвого диска пропорційна потужності, а витрачена енергія пропорційна числу обертів диска, які він зробив за певний час. Алюмінієвий диск обертається

на осі 0, з якої через черв'ячну й зубчасту передачі зв'язаний рахунковий механізм із цифрами, що вказують витрату електроенергії.

Лічильник повинен враховувати витрату електроенергії, яка пропорційна добутку струму навантаження I та напруги U , підведеної до навантаження, і часу t , протягом якого навантаження включено, тобто конструкція лічильника повинна мати елементи, що автоматично перемножують I , U і t . В загальних рисах це досягається в такий спосіб. Диск лічильника в остаточному підсумку обертається за рахунок електромагнітних сил, які створюються котушками. Перша котушка включається в мережу послідовно й створює силу, пропорційну струму I . Друга включається паралельно й створює силу, пропорційну напрузі U . Тому частота обертання алюмінієвого диска, розташованого між котушками, пропорційна добутку I та U .

Якщо навантаження дорівнює нулю, диск нерухомий і показання лічильника не змінюються. При навантаженні диск обертається, причому тим швидше, чим більше навантаження. Час t автоматично враховується, тому що чим довше обертається диск, тим більший шлях здійснюється обоймами рахункового механізму, а на них написані цифри, які видні у віконечку на кришці лічильника. На обоймах написані цифри 0, 1, ..., 9. Обойми закриті щитком, і ми в його віконечках бачимо тільки по одній цифрі на кожній з них. Допустимо, що алюмінієвий диск лічильника починає обертатися по стрілці, коли у всіх віконечках видні нулі. Спостерігаючи за лічильником, ми побачимо, як самий правий нуль підніметься й зникне, поступаючись місцем одиниці. Її змінить двійка і т.д. А коли замість дев'ятки у віконечку знову з'явиться нуль, то в сусідньому віконечку ліворуч виявиться одиниця. Таким чином, повному оберту першого диска, вважаючи праворуч, відповідає $1/10$ оберту другого диска, повному оберту другого – $1/10$ оберту третього і т.д. Число зубів черв'ячної та зубчастої передач підібране таким чином, що лічильник відраховує, як правило, кіловат-години (цифри в чорних віконечках) і їх частки (цифри в червоному віконечку). Визначення витрати електроенергії за даний проміжок часу

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проводиться при лічильниках без трансформаторів струму вирахуванням початкового показання лічильника з кінцевого показання за даний проміжок часу.

Визначення витрати електроенергії за даний проміжок часу проводиться при лічильниках із трансформаторами струму – множенням цієї різниці на коефіцієнт трансформації трансформатора струму, що можна представити формулами: [17]

$$E = \Pi_{\kappa} - \Pi_{\Pi}; \quad (1)$$

$$E = (\Pi_{\kappa} - \Pi_{\Pi}) \cdot K_{\tau}, \quad (2)$$

де E – витрата енергії, кВт·год,

Π_{κ}, Π_{Π} – кінцеве та початкове показання лічильника,

K_{τ} – коефіцієнт трансформації трансформатора струму.

Схеми підключення індукційних лічильників електричної енергії показана на рис. 1.2.

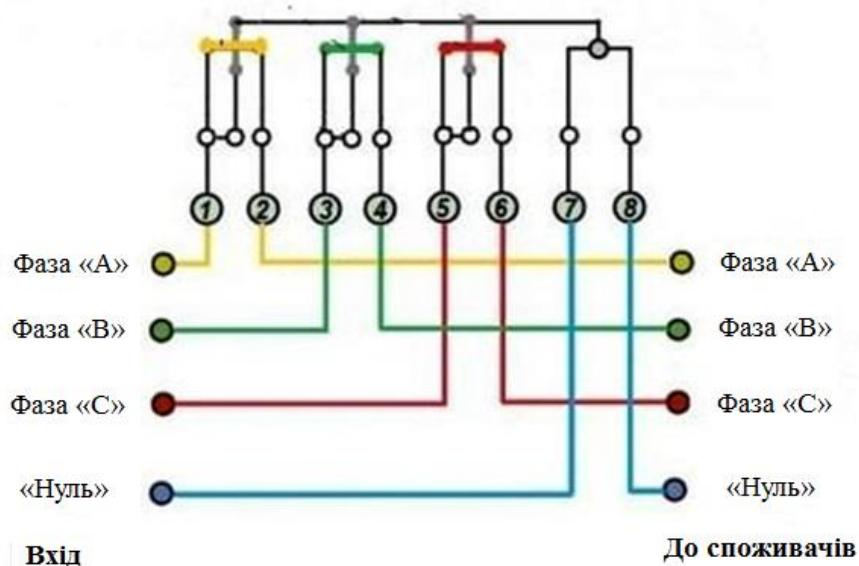


Рисунок 1.2 - Схеми підключення індукційних лічильників електричної енергії

Лічильник повинен мати певну точність. Перевірити її можна тільки в електротехнічній лабораторії, а право перевірки й пломбування лічильників дане не всім лабораторіям. Однак є ознаки, по яких можна оцінити роботу лічильника й у домашніх умовах. При відключенні навантаження диск лічильника повинен зупинятися, зробивши не більш одного оберту. Якщо ж диск без навантаження продовжує обертатися (під дією напруги, поданої на затискачі його паралельної обмотки), виходить, має місце самохід – лічильник несправний. Дзигання лічильника, якщо воно не супроводжується самоходом, не є ознакою несправності.

Головним мінусом індукційних електролічильників у порівнянні з електронними вважається наявність похибки в обчисленнях. Ці похибки виникають через тертя в механізмі електромеханічного лічильника. Особливо великі показники похибки при малих (від 5 до 10 відсотків номінальної) навантаженнях на лічильник: у таких випадках негативна похибка може досягати 12-15 відсотків. Щоб зменшити негативну похибку електромеханічних лічильників, застосовуються спеціальні механізми – компенсатори тертя. Звичайно такий пристрій виглядає як пластина, за допомогою переміщення якої можна регулювати значення компенсаційного моменту (пропорційна напрузі). При підвищенні прикладеної напруги може трапитися ситуація, коли величина компенсаційного моменту перевищує момент тертя. Виникає самохід. Для його усунення в індукційному електролічильнику передбачений так званий протисамохідний пристрій у вигляді пластинки з гачком, розташованої безпосередньо над алюмінієвим диском.[14]

Одним із ключових параметрів, що визначають роботу електромеханічних лічильників змінного струму, є певна чутливість (так званий поріг чутливості). Цей параметр являє собою виражену у відсотках від номінальної мінімальну потужність, при якій рухомий диск індукційного лічильника починає обертатися неспинно. Визначається поріг чутливості виходячи зі значень компенсаційного

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

моменту й моменту гальмування, який створюється завдяки протисамохідному пристрою. Поріг чутливості не повинен опускатися нижче оцінки в 0,5 відсотків.

Останнім часом індукційні (механічні) лічильники електроенергії стають менш популярні й поступово витісняються з ринку електронними лічильниками внаслідок їхніх недоліків: відсутність можливості автоматичного дистанційного зняття показань, одностарифність, більші похибки обліку, поганий захист від розкрадання електроенергії, низька функціональність, незручності в установці й експлуатації в порівнянні із сучасними електронними приладами.[5]

2.5 Електронні й цифрові лічильники електроенергії

Електронні лічильники в порівнянні з індукційними точніше й значно простіше у виробництві. Важливою перевагою цих електrolічильників є можливість обліку електроенергії по диференційованих тарифах (одно-, двох- і більш тарифний). Інакше кажучи, лічильники даного типу здатні запам'ятовувати й показувати кількість використаної електроенергії залежно від запрограмованих періодів часу. Електронні електrolічильники значно більш довговічні, мають більший міжповірочний період (4-16 років). Електронний лічильник електроенергії має низький поріг чутливості, більш високу точність виміру споживаної енергії.

Для розрахунків електричної енергії, споживаної за певний період часу, необхідно проінтегрувати у часі миттєві значення активної потужності. Для синусоїдального сигналу потужність дорівнює добутку напруги на струм у мережі в цей момент часу. На цьому принципі працює будь-який електронний лічильник електричної енергії.

Структурна схема електронного електrolічильника представлена на рис. 1.3. Складну функцію аналого-цифрового перетворення в цифровому лічильнику електричної енергії здійснюють серійно вироблені мікросхеми, що вільно поставляються, здатні перемножувати сигнали й представляти отриману величину в зручній для мікроконтролера формі. Так можна, наприклад, перетворити

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

активну потужність у частоту проходження імпульсів. При цьому точність перетворення в широкому діапазоні струмів може бути в межах декількох сотих часток відсотка. Загальне число імпульсів, підраховуване мікроконтролером, прямо пропорційно споживаній електроенергії.

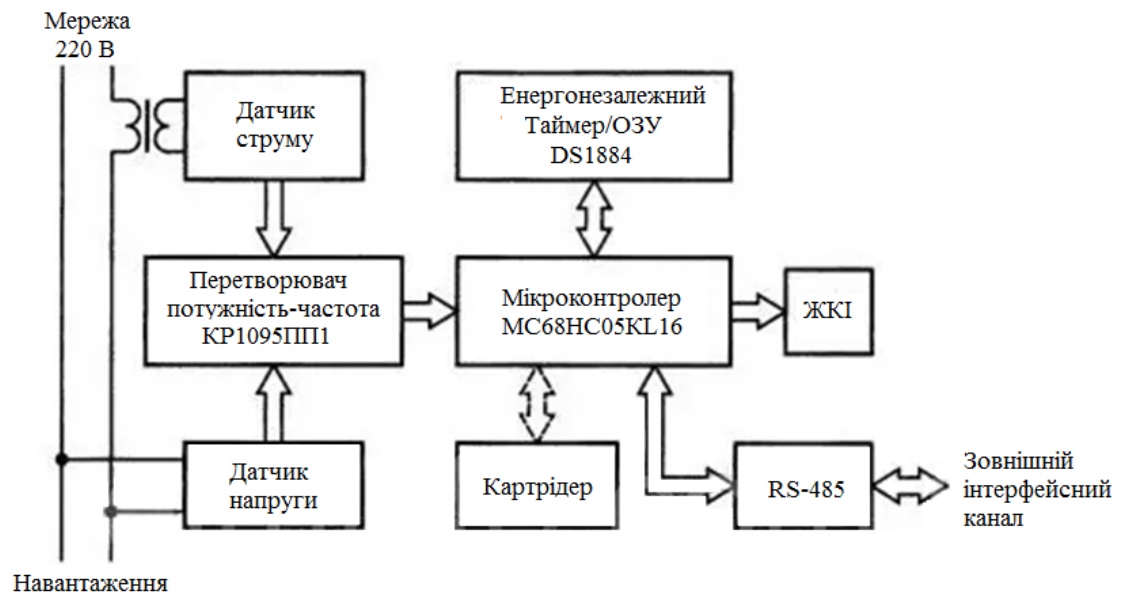


Рисунок 1.3 - Структурна схема електронного електролічильника

Не менш важливу роль відіграють усілякі сервісні функції, такі як дистанційний доступ, до лічильника, до інформації про витрачену енергію та інше. Наявність цифрового дисплея, керованого від мікроконтролера, дозволяє програмно встановлювати різні режими виводу інформації, наприклад, виводити інформацію про спожиту енергію щомісяця, по різних тарифах і т.д. Нестандартні функції, наприклад, узгодження рівнів, виконують додаткові мікросхеми. Зараз почали випускати спеціалізовані мікроконтролери, що містять перетворювачі потужності в частоту.[6]

2.6 Датчики струму й напруги

Оскільки похибка електронних лічильників електроенергії, в основному, визначається похибкою застосовуваних у них датчиків струму, роботи над їхнім удосконалюванням активно ведуться в усьому світі. Ідеальний датчик струму повинен з мінімальною похибкою вимірювати постійний і змінний струм

довільної форми. Тим часом при імпульсних навантаженнях, у тому числі високочастотних (щодо частоти мережі), імпульсні струми, що містять високу частку вищих гармонік і постійної складової, можуть довести похибки датчиків струму до неприйнятних значень.

Метрологічні вимоги до датчиків струму значно зросли із введенням Дст 30206-94 і 30207-94. Тепер електронні лічильники необхідно також атестовувати по додатковій похибці, викликаній постійною складовою у струмовому ланцюзі лічильника; електромагнітної сумісності; температурному коефіцієнту лічильника на будь-якому інтервалі діапазону температур; довгочасної стабільності параметрів, а також по мінімальній вартості. Не дивно, що сьогодні багато серійних лічильників не задовольняють вимогам нових Дст, до речі, часом досить суперечливим. Однак включення датчика до складу ефективної системи автоматичного регулювання (САР) дозволяє додати йому задані властивості, тобто формувати необхідні амплітудну й амплітудно-частотну характеристики й адаптувати датчик до будь-яких входних впливів і дестабілізуючих факторів. Самі масові й широко розповсюджені датчики струму - трансформатори струму. У якості сердечників трансформаторних датчиків струму використовуються нанокристалльні або аморфні сплави. Нанокристалльні сплави характеризуються практично постійною високою магнітною проникністю в слабких полях (до 0.1 А/м) складовою, в середньому 40000-60000 (для електротехнічної сталі всього 400). Крім того, ці сплави мають високу залишкову магнітну індукцію та низьку коерцитивну силу.[7]

2.7 Принципові схеми електронного електролічильника

Перейдемо до аналізу побудови найпростішого варіанта цифрового лічильника на найбільш дешевому (менше долару) 8-розрядному мікроконтролері Motorola. У представленому розв'язку реалізовані всі мінімально необхідні функції. Він базується на використанні недорогого ІС перетворювача потужності в частоту імпульсів КР1095ПП1 і 8-розрядного мікроконтролеру МС68НС05КJ1

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(рис. 1.4). При такій структурі мікроконтролеру потрібно підсумувати число імпульсів, виводити інформацію на дисплей і здійснювати її захист у різних аварійних режимах. Розглянутий лічильник фактично являє собою цифровий функціональний аналог існуючих механічних лічильників, пристосований до подальшого вдосконалення.

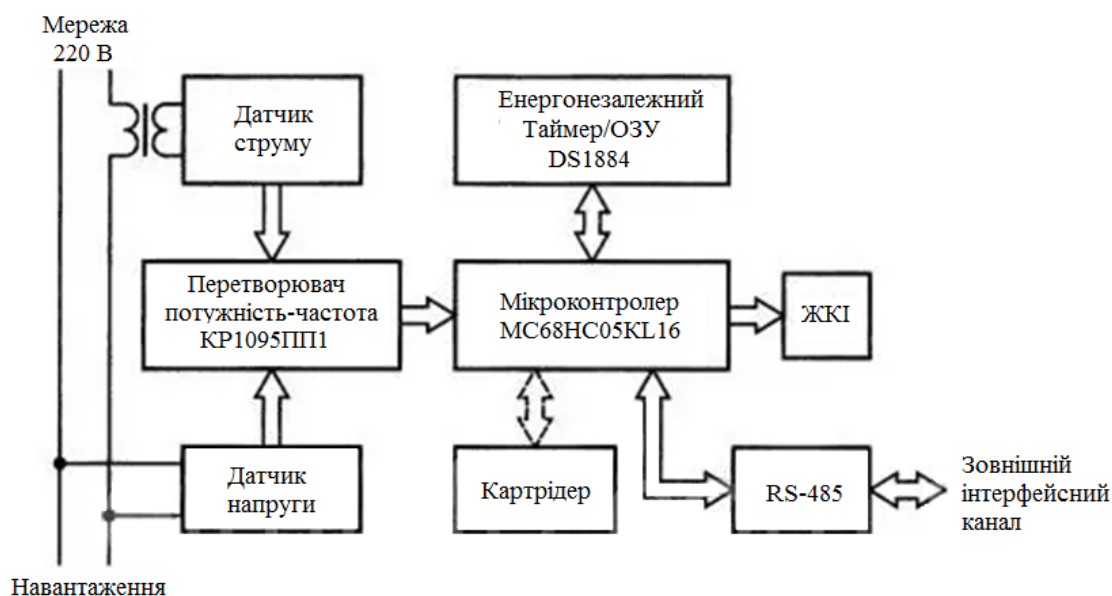


Рисунок 1.4 - Цифровий лічильник на 8-розрядному мікроконтролері

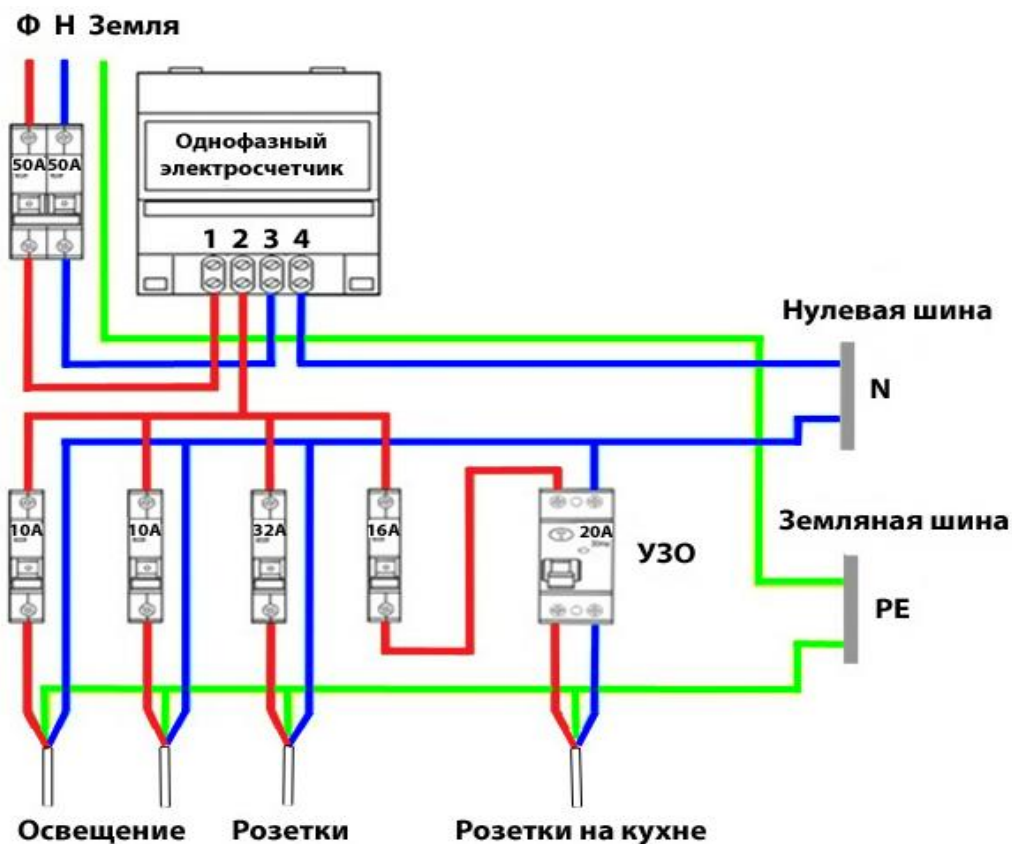


Рисунок 1.5 - Схема роботи електролічильника



Рисунок 1.5 - Зовнішній вигляд електронного електролічильника

Напрямок споживаної енергії

Поточний тариф

Стан фаз

Неправильне підключення лічильника

Магнітний вплив

Кришка лічильника відкрита

Реле вимкнено

Кришка клемної коробки відкрита

Зовнішнє реле відключено

Попередження

Батарея розряджена

OBIS-код

Одиниці виміру

888888 MkVArh

88888888

L1 L2 L3 X

1 2

RS485 B A GND

Нижній рядок знаків та поєднань	
T3	Поточний тариф
x	Неправильне підключення
0	Магнітний вплив
0	Кришка лічильника відкрита
1	Внутрішнє реле вимкнено
2	Зовнішнє реле відключено
Δ	Попередження
0	Батарея розряджена

Верхній рядок знаків та поєднань

1.8.0	Енергія активна сумарна у kWh
1.8.1	Енергія активна за тарифом 1 в kWh
1.8.2	Енергія активна за тарифом 2 в kWh
1.8.3	Енергія активна за тарифом 3 в kWh
1.8.4	Енергія активна за тарифом 4 в kWh
31.7	Струм фаза, A
51.7	Струм нейтраль, A
32.7	Напруга, B
21.7	Активна потужність фаза, kW
41.7	Активна потужність нейтраль, kW

OBIS-коди у верхньому рядку пояснюють сенс показань лічильника, що виводяться в середньому рядку даних, наприклад, екран виводить значення спожитої активної енергії (7095 86 kWh) за тарифом 2.

При цьому: - В даний момент споживання енергії ведеться за тарифом T3; є напруга фази L1.

Рисунок 1.6 - Розшифровка інформаційних знаків дисплея (інформація, що виводиться на дисплей у всіх виконань лічильників МТХ)

Алгоритм роботи програми для найпростішого варіанта такого лічильника досить простий. При включенні живлення мікроконтролер конфігурується відповідно до рис. 1.6. Цифровий лічильник на 8-розрядному мікроконтролері Motorola програми, зчитує з EEPROM останнє збережене значення й виводить його на дисплей. Потім контролер переходить у режим підрахунку імпульсів, що надходять від ІС перетворювача, і, у міру нагромадження кожної Вт·год, збільшує показання лічильника. При записі в EEPROM значення накопиченої енергії може бути загублене в момент відключення напруги. Із цих причин значення накопиченої енергії записується в EEPROM циклічно один за одним через певне число змін показань лічильника, задане програмно, залежно від необхідної точності. Це дозволяє уникнути втрати даних про накопичену енергію. З появою напруги мікроконтролер аналізує всі значення в EEPROM і вибирає останнє. Для мінімальних втрат досить записувати значення із кроком 100 Вт·год. Цю величину можна міняти в програмі.[7]

Схема цифрового обчислювача показана на рис. 1.7. До роз'єму Х1 підключається напруга живлення 220 В і навантаження. З датчиків струму й напруги сигнали надходять на мікросхему перетворювача КР1095ПП1 з оптронаю розв'язкою частотного виходу.

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.8 Вибір електролічильників

Вибір лічильників, які запропоновані сучасними виробниками, з відмінними один від одного можливостями та технічними параметрами, досить великий, однак усі їх можна розділити на два основні види: індукційні та електронні.

Індукційні (або електромеханічні) найпоширеніші в цей час, однак, у порівнянні з електронними, вони є застарілими. До їхніх основних переваг можна віднести більш низьку вартість і більш тривалий міжповірочний інтервал. Однак ціна між ними й електронними лічильниками з невеликою кількістю функцій не дуже помітна. Особливо висока вартість відрізняє багатотарифні електролічильники, здатні не тільки вести облік витрати електроенергії, але функції, які мають інші.

Будь-які електролічильники, навіть найпростіші, відрізняє високоточність і компактність. У цей час стандарт точності приладів обліку для побутових потреб становить 2,0, тоді як клас точності електролічильника дорівнює 0,2-0,5 Б. Електронні електролічильники, що підтримують багатотарифність, дозволяють вести облік електроенергії при використанні багатотарифної системи розрахунків. Однак якщо ви не маєте можливості її застосування, немає необхідності використовувати лічильник з даною функцією. Невеликий електронний електролічильник із плоскою формою й відсутністю виступаючих частин може бути легко поміщений у модульний щит на DIN-рейку.[9]

2.9 Похибки виміру

Порушення обліку можуть бути викликані наступними причинами:

- недотримання нормальних умов роботи лічильника;
- несправність лічильника; несправність вимірювальних трансформаторів;
- підвищене навантаження вимірювальних трансформаторів;
- підвищене спадання напруги в ланцюгах напруги;

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- неправильна схема включення лічильника;
- несправність елементів вторинних ланцюгів.

Несинусоїдальна форма струму в основному визначається електроспоживачами з нелінійною характеристикою. До них, зокрема, відносяться газорозрядні лампи, випрямні установки, зварювальні агрегати й ін. Вимір електроенергії при наявності вищих гармонік проводиться з похибкою, знак якої може бути як позитивним, так і негативним. При відхиленні частоти на 1 Гц похибка лічильника може досягати 0,5%.

Істотна зміна похибки лічильника виникає при відхиленні напруги від номінальної більш ніж на 10%. Звичайно доводиться зважати на вплив зниженої напруги. При навантаженні лічильника менше 30% зниження напруги приводить до зміни похибки в негативну сторону через ослаблення дії компенсатора тертя. При навантаженнях більше 30% зниження напруги приводить до зміни похибки вже в позитивну сторону. Це відбувається через зменшення гальмуючої дії робочого потоку завдяки напрузі.

Навантажувальна характеристика електромеханічного лічильника залежить від струму навантаження. Диск лічильника починає обертатися при навантаженні 0,5-1%. Однак в області навантажень до 5% лічильник працює хитливо. У діапазоні 5-10% лічильник працює з позитивною похибкою, що пояснюється перекомпенсацією (компенсаційний момент перевищує момент тертя). При подальшому збільшенні навантаження до 20% похибка лічильника стає негативною через зміну магнітної проникності сталі при малих струмах послідовної обмотки.[16]

2.10 Обслуговування приладів обліку електроенергії

Усі існуючі електролічильники підлягають періодичній державній перевірці, строк якої зазначений у технічному паспорті електролічильника, а також у Держреєстрі засобів вимірів. Міжповірочний інтервал - це період,

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протягом якого завод-виготовлювач гарантує правильну роботу лічильника в заданому класі точності. Міжповірочний інтервал для сучасних електронних лічильників, що випускаються з 2000р.:

- для однофазних - 16 років;
- для трифазних - від 6 до 10 років.

Для індукційних лічильників, виготовлених з 1979 р. до 2000 р. міжповірочний інтервал становить:

- для однофазних - 16 років;
- для трифазних - 4 роки.

Повірники розрахункові лічильники повинні мати на корпусі пломбу державного повіряча, на якій зазначено його клеймо й дата перевірки. При прийманні в експлуатацію клемна кришка лічильника пломбується енергопостачальною організацією. Якщо електролічильник не був уведений в експлуатацію, то електролічильник підлягає повторній перевірці: 1-фазний протягом 2 років; 3-фазний протягом 12 місяців. Заміну й перевірку розрахункових приладів здійснює власник електролічильників за узгодженням з енергопостачальною організацією.[10]

2.11 Порівняння двох і трьох зональних лічильників

Опалювальний сезон для багатьох споживачів перетворюється на розкіш через зростання тарифів на комунальні послуги. Причина – подорожчання ресурсів. Тому тим, хто ще користується одноставковим тарифом, варто обміркувати варіант переходу на багатоставковий тариф.

Головна відмінність одноставкового тарифу від багатоставкового в тому, що при одноставковому тарифі вартість спожитої активної енергії не залежить від часу доби та навантаження на енергосистему, оплачується лише кількість використаних кіловат-годин.

					7.141.180088.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За двоставкового тарифу цінова політика щодо електроенергії стає систематизованою. При цьому підході оплата ділиться на дві частини – ціна задіяної потужності та ціна самої спожитої енергії.

Основний акцент робиться на те, що в періоди, коли навантаження на систему енергопостачання максимальне, вартість 1 кВт·год зростає. Нічний тариф буде мінімальним через низьке навантаження на мережу в цей час доби.

При двозонній (так званий тариф день-ніч) ціна електроенергії в нічний час (з 23.00 до 7.00) становить половину від звичайної. При тризонній з 23.00 до 7.00 діє коефіцієнт 0,4, в піковий час навантаження (8.00-11.00, 20.00-22.00) він становить 1,5, а в інший час - 1.

Тож у чому полягає тоді користь від багатотарифних лічильників? Насамперед це:

економляться кошти на оплату електрики;

знижується навантаження на систему енергопостачання в піковий час;

враховуються інтереси і споживача та постачальника.

Перехід на нову систему розрахунку вимагає встановлення спеціального дво- або тризонного лічильника, який споживачі встановлюють самостійно. Але економія від нововведення очевидна за будь-якого обсягу та цілей використання електроенергії.

Якщо перейти до конкретних значень, то за двозонного обліку нічний тариф на 50% менший у порівнянні з денним (таблиця 1.2). При тризонному обліку нічна електроенергія може бути на 60% дешевшою за зону напівпіка (але варто зазначити, що в пікові зони вартість електроенергії в 1,5 рази вища за зону напівпіку). Таким чином, споживача стимулюють споживати електроенергію саме у цей час. [13]

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Вартість електроенергії в залежності від зони обліку

Вид обліку	Умови	Час дії тарифу	Приклад: вартість 100 кВт.год у різні періоди доби
1 зона	незмінний тариф протягом доби	незмінний тариф протягом доби	незмінний тариф протягом доби – 90,00 грн.
2 зони (день/ніч)	вдень тариф буде звичайним; за електроенергію спожиту вночі потрібно сплатити лише 50% вартості	з 7:00 до 23:00; з 23:00 до 7:00	день – 90,00 грн. ніч – 45,00 грн.
3 зони (пік/напівпік/ніч)	пік – тариф буде вище від звичайного на 50%; напівпік – тариф буде звичайним; ніч – потрібно буде сплатити лише 40% вартості	з 8:00 до 11:00; з 20:00 до 22:00 з 7:00 до 8:00; з 11:00 до 20:00; з 22:00 до 23:00 з 23:00 до 7:00	пік – 135,00 грн. напівпік – 90,00 грн. ніч – 36,00 грн.

Є й так званий тризонний облік. Тут діють такі коефіцієнти:

з 08:00 до 11:00 та з 20:00 до 22:00 - 1,5 (3,96 гривні за кВт·год);

з 07:00 до 08:00, з 11:00 до 20:00 та з 22:00 до 23:00 - 1,0 (2,64 гривні за кВт·год);

з 23:00 до 07:00 - 0,4 (1,05 гривні за кВт·год).

У чому вигода?

Річ у тім, що в енергосистемі ключову роль відіграє споживач. Саме масові дії споживача визначають спосіб її роботи. Наприклад, коли вранці всі прокидаються та включають чайники, споживання кожної квартири збільшується на 1,5-2 кВт. Потужність деяких побутових приладів та можливість перенесення їх роботи приведена в табл.1.3.

Таблиця 1.3 – Потужність деяких побутових приладів

Прилад	Потужність	Можливості перенесення	Проблеми
Пральна машина	Від 700 Вт до 2,5 кВт	Більшість сучасних пральних машин дозволяють їх програмувати на нічне використання. Можна налаштовувати з використанням таймера	Господарю і сусідам може заважати шум, зранку обмаль часу на розвішування білизни
Пилосос	від 600 Вт до 2,5 кВт	Перенесення дасться складно	Господарю і сусідам може заважати шум
Чайник	Від 600 Вт до 3 кВт	Перенесення дасться складно. Можна використовувати термопоти або чайник і термос	Вода в чайнику швидко охолоджується
Бойлер	від 1,5 кВт до 3 кВт	Дорожчі бойлери підтримують програмування, дешевші можна підключити через зовнішній таймер	Об'єму води в бойлері може не вистачати сім'ям з великою кількістю дітей
Пароварка	від 400 Вт до 2 кВт	Цифровий таймер	Їжа швидко охолоджується у разі відсутності функції підігріву
Хлібопічка	від 450 Вт до 850 Вт	Використання функції «Відкладений старт»	
Прилади освітлення	від 5 Вт до 100 Вт	Перенесення недоцільне Використання датчика руку	
Кондиціонери	від 300 Вт до 2,5 кВт	Включення у нічний час	Господарю і сусідам може заважати шум
Обігрівач	від 300 Вт до 2,5 кВт	Піддаються програмуванню з використанням «розумних» розеток	Сухість повітря негативно впливає на слизову оболонку
Тепла відлога	від 100 Вт до 30 кВт	Застосування програмованого терморегулятора	Потреба в нагріві існує гід час активності власника

Якщо додати лампочки, бойлери, тостери та телевізори, помножити цю цифру на сотні тисяч квартир, то ранкове споживання країни зросте на 3 тис. МВт.

Кожна зміна навантаження – це виклик для енергосистеми. Якщо його не дотримуватись, то погіршується один із важливих показників якості

електроенергії – частота. Це може призвести до неконтрольованого процесу розвалу енергосистеми та знеструмлення всіх споживачів країни. Щоб цього не допустити, можна використовувати відключення певних споживачів.

Тому енергосистемі вигідно, щоб різниця між нічним та денним споживанням була мінімальною. Саме до цього заохочується споживач багатозонними тарифами. Тому якщо споживач хоче почати економити, він повинен оплатити встановлення багатозонного лічильника або провести налаштування свого, якщо він новий.

До тризонного обліку слід підходити уважно. Слід аналізувати власне погодинне споживання за трьома зонами доби, адже тариф у піки буде більшим за звичайний у 1,5 раза. Без відповідної оптимізації графіка навантаження, можливо, навіть доведеться переплачувати порівняно із звичайним тарифом. Тому значно частіше тризонний тариф використовується на деяких промислових підприємствах, ніж у побутових споживачів.

Економія може становити досить суттєву суму (понад 300 гривень). Так, сім'я із чотирьох осіб може зменшити рахунок за електроенергію з 792 до 473 гривень на місяць. Це той випадок, коли це є реальна можливість заробити.

Звичайний тариф:

День $5 \text{ кВт} \cdot 0,65 = 3,25 \text{ грн.}$; вночі $5 \text{ кВт} \cdot 0,65 = 3,25 \text{ грн.}$

Разом: 6,5 грн/добу (195 грн/місяць).

Нічний тариф:

День $5 \text{ кВт} \cdot 0,65 = 3,25 \text{ грн.}$; вночі $5 \text{ кВт} \cdot 0,65/2 = 1,62 \text{ грн.}$

Разом: 4,87 грн/добу (146 грн/місяць).

Якщо Ви сумніваєтеся у доцільності цього рішення, то спробуйте протягом місяця записувати показання свого лічильника в періоди з 7-00 до 23-00 та з 23-00 до 7-00. На той час у Вас вже складеться хоч якась інформація про споживання електроенергії в денний та нічний час, і Ви зможете розрахувати зразкову ефективність переходу на двотарифний прилад обліку.

Загальне споживання: 72 кВт·год.

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

День (T1): 56 кВт·год.

Ніч (T2): 16 кВт·год.

Одноставковий тариф – 2.01 грн/кВт·год.

Денний тариф – 2,64 грн/кВт·год.

Нічний тариф – 1,32 грн/кВт·год.

Разом:

День (T1): $56 \cdot 2,64 = 147,84$ грн.

Ніч (T2): $16 \cdot 1,32 = 21,12$ грн.

$T1 + T2 = 147,84 + 21,12 = 168,96$ грн.

Одноставковий тариф – $72 \cdot 2.01 = 144,72$ грн.

Економія: $144,72 - 168,96 = -24,24$ грн.

За весь період: 470 кВт·год.

День (T1): $359 \cdot 2,64 = 947,76$ грн.

Ніч (T2): $111 \cdot 1,32 = 146,52$ грн.

$T1 + T2 = 947,76 + 146,52 = 1094,28$ грн.

Одноставковий тариф – $470 \cdot 2.01 = 944,7$ грн.

Економія: $944,7 - 1094,28 = -149,58$ грн. (вигідніше перейти на одноставковий тариф).

Припустимо, що Ви звичайний середньостатистичний громадянин України з графіком роботи з 8-00 до 17-00. Якщо у Вас в квартирі або будинку є безліч побутової техніки, такої як, пральна та посудомийна машина, електричні насоси, тепла підлога (читайте статтю про підключення терморегулятора для теплої підлоги), електрокотел, кондиціонер, електрична плита (читайте статтю про правильне підключення електричної плити) та інші потужні прилади, і найголовніше, що у Вас є бажання та можливість включати їх за заданим розкладом після 23-00, то встановлення двотарифного лічильника електроенергії для Вас однозначно буде вигідним. Приклад графіків навантажень споживачів при різних тарифах показані на рис.1.8-рис.1.10.

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

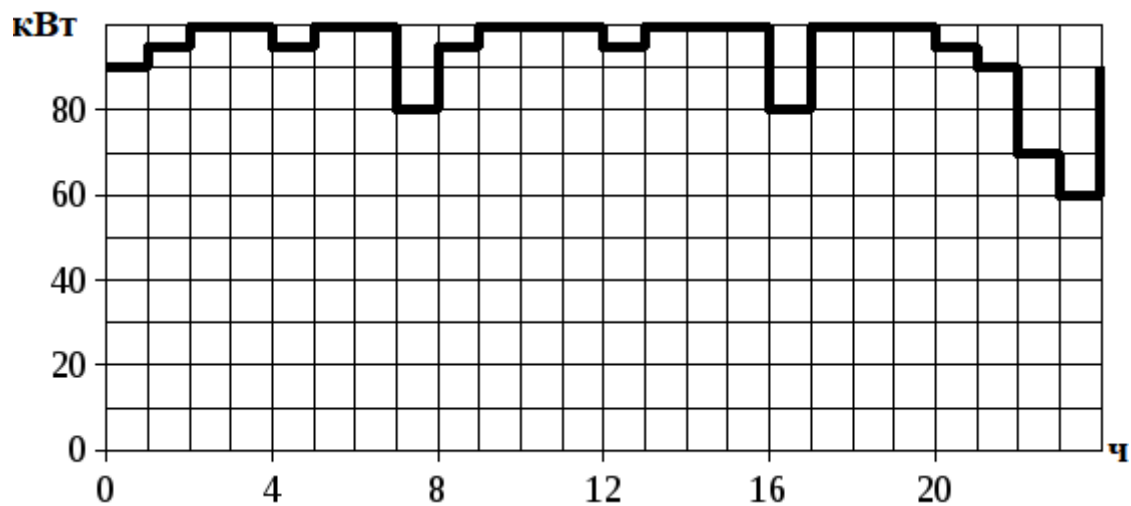


Рисунок 1.8 - Типовий графік навантажень тритарифного споживача

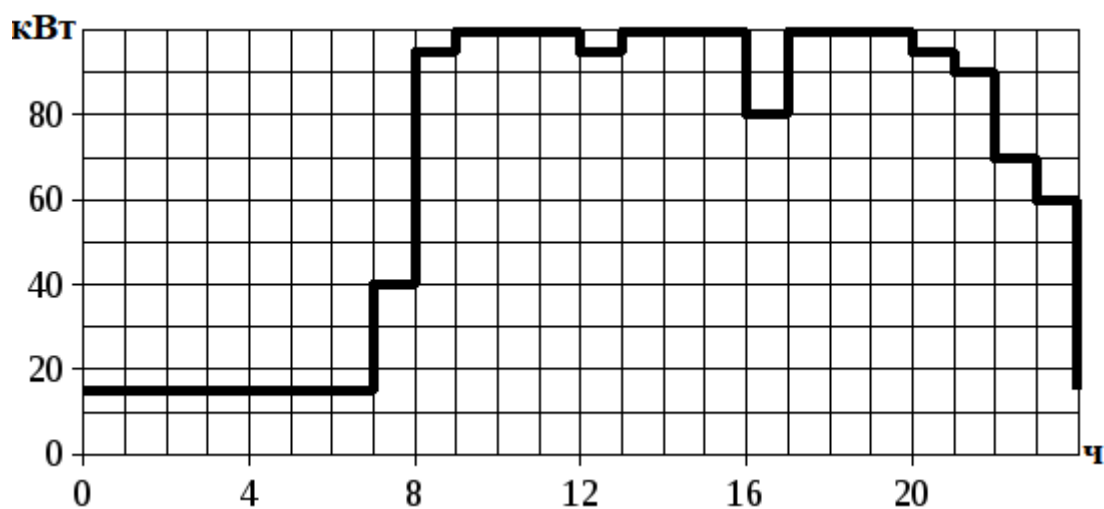


Рисунок 1.9 - Типовий графік навантажень двотарифного споживача

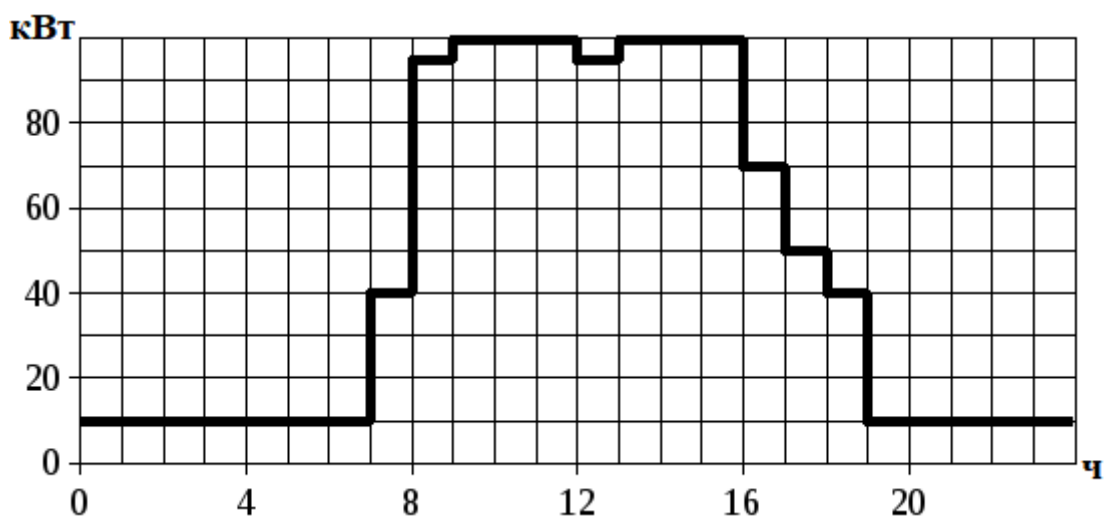


Рисунок 1.10 - Типовий графік навантажень одностарифного споживача[11]

2.12 Послідовність дій під час переходу на багатозонний облік

1. Визначити оптимальний вид обліку: двозонний чи тризонний. Це залежить від сумарного обсягу та структури споживання. Важливою є оптимізація графіка навантаження відповідно до обраної системи багатозонного обліку.

2. Звернутися до обленерго із заявою про намір встановити двотарифний лічильник.

3. Купити лічильник – самостійно чи через обленерго. У разі самостійного придбання обов'язково погодити тип та технічні параметри лічильника з представниками обленерго. Параметризацію лічильника обленерго проводить безкоштовно у разі первинного обігу.

4. Зняти старий та встановити новий лічильник силами працівників обленерго з оплатою послуг згідно з калькуляцією.

Вся процедура займе близько місяця і вимагатиме певних інвестицій. Однак вони окупляться за короткий термін – один-два роки. Після цього споживач зможе одержувати чисту економію коштів сімейного бюджету.[12]

					7.141.180088.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Охорона праці та захист навколишнього середовища

ПРАВИЛА

технічної експлуатації електроустановок споживачів

І. Сфера застосування

Ці Правила встановлюють основні організаційні й технічні вимоги до експлуатації електроустановок та електрообладнання (далі - електроустановки) споживачів і направлені на забезпечення надійної, безпечної та раціональної експлуатації електроустановок.

Правила поширюються на діючі електроустановки на напругу до 150 кВ включно, які належать суб'єктам господарювання - споживачам електроенергії незалежно від форм власності та відомчої належності, що використовують електричну енергію для забезпечення власних потреб на підставі договору, а також населення, яке на правах власності має електроустановки на напругу понад 1 кВ.

Правила поширюються також на населення, яке є власниками електроустановок на напругу до 1 кВ, в частині вимірювання опору ізоляції електропроводки.

Вимоги до експлуатації генераторів електричних станцій, синхронних компенсаторів, кабельних ліній з маслонаповненими кабелями споживачів будь-якої напруги, а також силових трансформаторів, автотрансформаторів, реакторів, повітряних ліній електропередавання та електроустановок споживачів на напругу понад 150 кВ установлюються відповідно до галузевого керівного документа Міністерства палива та енергетики України ГКД 34.20.507-2003 "Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила", затвердженого наказом Міністерства палива та енергетики України від 13 червня 2003 року N 296.[21]

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1 Засоби вимірювальної техніки електричних величин

1. Вимоги цієї глави поширюються на стаціонарні та переносні ЗВТ. Правові основи забезпечення єдності вимірювання в Україні визначаються Законом України "Про метрологію і метрологічну діяльність", а також іншими НД з метрології.

2. Оснащеність електроустановок ЗВТ повинна відповідати проектній документації, чинним державним та галузевим НД з вимірювань, сигналізації, автоматичного регулювання.

3. Електроустановки повинні бути забезпечені ЗВТ, занесеними до Державного реєстру засобів вимірювальної техніки (далі - Державний реєстр). Допускається застосування ЗВТ, які не занесені до Державного реєстру, але пройшли метрологічну атестацію в установленому порядку. Забороняється використання ЗВТ з терміном повірки чи калібрування, що минув.

4. У кожного споживача повинна бути організована метрологічна служба або підрозділ, що виконує функції такої служби, обов'язком якої є періодичний огляд та профілактичне обслуговування ЗВТ, нагляд за їх станом, повірка, калібрування, ремонт та випробування цих засобів.

Виконання завдань метрологічної служби споживач організовує власними силами за наявності свідоцтва про уповноваження або атестацію у державній метрологічній системі відповідно до Закону України "Про метрологію і метрологічну діяльність" або виконує ці роботи за договором, залучаючи організації, що мають право на їх проведення.

5. Засоби вимірювальної техніки, що підлягають державному метрологічному контролю та нагляду, у тому числі ЗВТ, результати вимірювань яких використовуються для розрахункового обліку електроенергії, а також вихідні еталони електричних величин, що перебувають у власності споживача, підлягають періодичній повірці.

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Періодична повірка повинна проводитись у процесі експлуатації згідно з календарним графіком, який повинен складатися у кожного споживача та узгоджуватися з організацією, акредитованою в установленому порядку на право виконання повірки відповідних ЗВТ.

6. Умови зберігання та експлуатації ЗВТ повинні відповідати вимогам підприємства-виробника. При використанні ЗВТ в умовах або режимах експлуатації, відмінних від наведених у документації на ці ЗВТ, для них встановлюються індивідуальні метрологічні характеристики.

7. На ЗВТ, що перебувають в експлуатації, за узгодженням з метрологічною службою можливе нанесення додаткових позначок, що поліпшують сприйняття контрольованих параметрів.

Біля кожного лічильника електричної енергії має бути напис, що вказує диспетчерське найменування приєднання, на якому здійснюється облік електроенергії.

Спостереження за нормальною роботою ЗВТ, у тому числі за роботою реєструвальних приладів, приладів з автоматичним прискоренням запису в аварійних режимах, а також зміна паперу, доливання чорнила для регульовальних приладів, контроль поточного часу на підстанціях або в РУ ведуть оперативні працівники.

8. Про всі порушення в роботі ЗВТ працівники, які обслуговують обладнання, на якому встановлені ЗВТ, повинні інформувати підрозділ, що виконує функції метрологічної служби споживача.

Споживач, у якого встановлені ЗВТ, що належать та/або експлуатуються електропередавальною організацією, відповідає за їх збереження та дотримання умов експлуатації.

9. Усі дії з ЗВТ, що перебувають в експлуатації електропередавальної організації або якщо інформація від ЗВТ використовується електропередавальною організацією (датчики інформації, прилади, системи контролю та обліку, розрахункові лічильники електричної енергії, ТС та ТН тощо), виконуються

					7.141.180088.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електропередавальною організацією або спільно із споживачем, що експлуатує ЗВТ, за згоди та в присутності представника електропередавальної організації.

10. Використання та встановлення засобів обліку реактивної електроенергії і місця їх установаження узгоджуються з електропередавальною організацією на стадії видачі технічних умов на приєднання нових електроустановок, виготовлення проектної документації та під час оформлення додатків до договорів про порядок розрахунків за перетікання реактивної електроенергії.

Для споживачів, яких залучено до розрахунків за перетікання реактивної електроенергії, установаження засобів обліку реактивної електроенергії є обов'язковим.

Облік реактивної електроенергії, як правило, установажується на межі розділу електромереж.

11. Засоби обліку реактивної електроенергії повинні забезпечувати можливість окремого обліку перетікань реактивної електроенергії з мереж електропередавальної організації в мережу споживача (споживання реактивної електроенергії) і обліку перетікань з мереж споживача в мережу електропередавальної організації (генерація реактивної електроенергії) - у разі можливості таких перетікань.

12. Розрахункові прилади обліку, що контролюють генерацію реактивної електроенергії в мережу електропередавальної організації, повинні встановлюватись вище точок приєднання усіх наявних у мережі споживача джерел реактивної електроенергії, але найближче до межі балансового розділу електричних мереж.

13. В умовах транзитних схем електропостачання, що мають багатостороннє живлення, розрахунковий облік споживання і генерації реактивної електроенергії має встановлюватись безпосередньо на приєднаннях споживачів.

14. За умови складної схеми електропостачання зі змінними напрямками перетікань реактивної потужності як розрахункова може використовуватись

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автоматизована система обліку, яка повинна враховувати всі можливі співвідношення перетікань у відповідних годинних інтервалах.

15. У вторинних колах ТН, до яких підключені ЗВТ розрахункового обліку, керування та контролю за споживанням електричної енергії, установлення запобіжників без контролю їх цілісності з дією на сигнал забороняється.

16. Для запобігання порушенням розрахункового обліку електричної енергії споживач готує місця для опломбування, що забезпечують захист від несанкціонованого доступу до ЗВТ розрахункового обліку.

При цьому мають бути опломбовані:

- розрахункові лічильники електричної енергії та їх клемні коробки;
- струмові кола розрахункових лічильників електричної енергії;
- випробувальні колодки, до яких підключені вторинні кола ТС і ТН;
- місця приєднання телеметричних виходів ліній зв'язку автоматизованих систем розрахункового обліку, керування та контролю за використанням електричної енергії;
- грати або дверцята камер підстанцій, де встановлені запобіжники на боці високої напруги ТН, до яких приєднані ЗВТ розрахункового обліку, керування й контролю за використанням електричної енергії;
- рукоятки приводів роз'єднувачів ТН, до яких приєднані ЗВТ розрахункового обліку, керування та контролю за використанням електричної енергії.

Допускається використання інших додаткових засобів контролю та захисту від несанкціонованого доступу до ЗВТ розрахункового обліку, керування та контролю за споживанням електричної енергії, які не обмежують візуальний контроль за їх технічним станом та іншими елементами електроустановки.[13]

Роботи з вимірювальними приладами, пристроями релейного захисту, автоматики, телемеханіки і зв'язку, з електролічильниками

Для убезпечення робіт, що їх провадять в колах вимірювальних приладів і пристроїв релейного захисту, всі вторинні обмотки вимірювальних

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трансформаторів струму і напруги слід постійно заземлювати. За необхідності розриву кола струму вимірювальних приладів і реле кола вторинної обмотки трансформатора струму попередньо закорочується на спеціально призначених для цього затискачах.

1. Розривати кола, підключені до вторинної обмотки трансформатора струму, забороняється. За необхідності розриву цих кіл вони мають бути попередньо замкнуті перемичкою, встановленою до передбачуваного місця розриву (рахуючи від трансформатора струму). Під час встановлення перемички слід застосовувати інструмент з ізолювальними рукоятками.

2. Під час роботи на трансформаторах струму або в колах, підключених до їх вторинних обмоток, слід виконувати такі заходи безпеки: зажими вторинних обмоток до закінчення монтажу кіл, що до них підключаються, мають бути замкнені накоротко. Після приєднання змонтованих кіл до трансформатора струму закоротку слід переносити на найближчу збірку затискачів і знімати тільки після повного закінчення монтажу та перевірки правильності приєднання змонтованих кіл; під час перевірки полярності до подавання імпульсів струму в первинну обмотку прилади слід приєднувати до затискачів вторинної обмотки. Забороняється використовувати шини первинних обмоток як струмовідні під час монтажних та зварювальних робіт.

3. Робота в колах пристроїв релейного захисту, електроавтоматики і телемеханіки (РЗАіТ) проводиться за виконавчими схемами.

4. Під час робіт в пристроях РЗАіТ слід користуватися слюсарно-монтажним інструментом з ізолювальними рукоятками.

5. Під час перевірки кіл вимірювання, сигналізації, керування і захисту за необхідності в приміщенні електроустановок напругою понад 1000 В дозволяється залишатися одному члену бригади за умовами роботи (наприклад, регулювання вимикачів, перевірка ізоляції); працівник, який перебуває окремо від керівника робіт, повинен мати групу III.

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Під час робіт в колах трансформаторів напруги з подачею напруги від стороннього джерела знімаються запобіжники з боку вищої і нижчої напруги, а також відключаються автомати від вторинних обмоток.

7. За необхідності проведення будь-яких робіт в колах чи на апаратурі РЗАіТ за умови ввімкненого основного обладнання слід вжити додаткових заходів щодо запобігання його випадковому відключенню.

8. Забороняється на панелях або поблизу місця розміщення релейної апаратури провадити роботи, які викликають сильний струс релейної апаратури, що може спричинити до помилкових дій реле.

9. Перемикання, вмикання і вимикання вимикачів, роз'єднувачів та іншої комутаційної апаратури, пускання і зупинення агрегатів, регулювання режиму їх роботи, необхідні під час налагодження або перевірки пристроїв РЗАіТ, провадять тільки оперативні працівники.

10. Записувати покази електролічильників та інших вимірювальних приладів, встановлених на щитах керування і в РУ, дозволяється: – одноособово працівникам з групою II за наявності місцевих оперативних працівників (з чергуванням двох осіб) і з групою III – без місцевих оперативних працівників; – працівникам інших організацій з групою III у супроводі місцевого оперативного працівника.

11. В електроустановках до 1000 В споживачів, які не мають електротехнічних працівників, оформлення робіт нарядом (розпорядженням), підготовку робочих місць і допуск до робіт з електролічильниками, за показами яких здійснюються розрахунки за спожиту електроенергію, можуть виконувати працівники електропостачальної організації.

12. Встановлення і зняття електролічильників та інших вимірювальних приладів, підключених до вимірювальних трансформаторів, повинні провадити за нарядом зі зняттям напруги два працівники, один з яких повинен мати групу IV, а

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

другий – групу III. За наявності в колах електролічильників контактів (блоків), що дозволяють працювати без розмикання кіл, підключених до вторинних обмоток трансформатора струму, ці роботи можна виконувати за розпорядженням, не знімаючи напруги зі схеми електролічильника. За відсутності вказаних контактів напругу і струм в колах електролічильника слід відключити.

13. Приєднання вимірювальних приладів, встановлення і зняття електролічильників, підключених до вимірювальних трансформаторів, за наявності випробувальних блоків або спеціальних затискачів, що дають змогу безпечно закорочувати кола струму, виконуються без зняття навантаження і напруги.

14. Встановлення і зняття електролічильників безпосереднього ввімкнення допускається провадити за розпорядженням одному працівнику з групою III. Встановлення і зняття електролічильників, а також приєднання вимірювальних приладів виконуються зі зняттям напруги.

15. Роботи з електролічильниками на різних приєднаннях, розміщених в одному приміщенні, можна виконувати за одним нарядом (розпорядженням). Оформлення в наряді переходу з одного робочого місця на інше не вимагається.

16. В разі розміщення однофазних електролічильників безпосереднього ввімкнення в приміщеннях без підвищеної небезпеки відносно ураження людей електричним струмом, роботи з електролічильниками можуть виконуватися одноособово – без зняття напруги, але з відключенням навантаження.[22]

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Різниця в денному та нічному тарифі десь велика, а десь практично ніяка, а ось лічильник багатотарифний завжди дорожчий за одготарифний.

18. Тому, перш ніж обирати оплату за декількома тарифами, прикиньте витрату на місяць і розбийте її на день/ніч. А потім порахуйте за одним тарифом. Якщо економія вийде наполовину від одготарифної оплати чи хоча б третину, тоді є сенс ставити багатотарифний прилад. Він себе окупить та збереже ваші гроші.

19. Якщо ж різниця виходить у 10-20 грн, то немає сенсу морочитися багатотарифною оплатою. Обладнання окупиться не скоро і економія суто символічна. В цьому випадку краще подумати про розумне управління енерговитратами.

20. Багатотарифний лічильник електроенергії в будинок теж треба вибирати за витратою та з урахуванням оснащення потужним електрообладнанням. Якщо працює водогрій, часткове електричне опалення, їх вигідніше максимально використовувати за дешевим нічним тарифом.

					7.141.180088.ПЗ	Арк. 47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

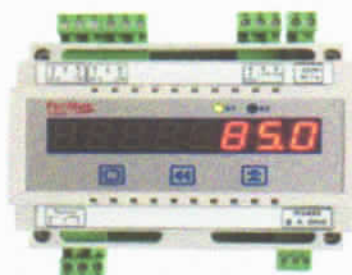
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.Правила роздрібного ринку електричної енергії [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0312874-18#Text>.
- 2.Структурний опис і принцип дії електронних лічильників електроенергії [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://elmisto.com.ua/ua/a193545-strukturnoe-opisanie-printsip.html>.
- 3.Електричні апарати: навч. посіб. / В. О. Лесько, В. О. Комар, С. В. Кравчук, О. В. Сікорська. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 102 с.
- 4.Лічильники електроенергії. Частина 1. Індукційні та електронні [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://jak-zrobyty.pp.ua/3367-lchilniki-elektroenergyi-chastina-1-ndukcyn-ta-elektronn.html>.
- 5.Как выбрать электросчетчик? [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: https://electrica-shop.com.ua/articles/355.kak_vibrat_elektroschetchik.
- 6.Що варто знати про «зонні тарифи» електронні [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.roe.vsei.ua/shho-varto-znaty-pro-zonni-taryfy/pressrelease/>
- 7.Все про лічильники електричної енергії трифазних багатотарифних модемних Телетек МТХ [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://elmisto.com.ua/ua/a356408-vse-schetchikah-elektricheskoy.html>.
- 8.[Електрон.ресурс].–Режим доступу: <https://schetchiki.com.ua/index.php/kak-vybrat-schetchik-elektroenergii>
- 9.[Електрон.ресурс].–Режим доступу:https://ecshop.com.ua/articles/6.kakie_bivayut_schetchiki_elektroenergii
- 10.[Електрон.ресурс].–Режим доступу:https://ecshop.com.ua/ua/articles/6.kakie_bivayut_schetchiki_elektroenergii
- 11.[Електрон.ресурс].–Режим доступу:<https://elektrovoz.com.ua/ua/blog/kakie-byvajut-schetchiki-elektroenergii.html>

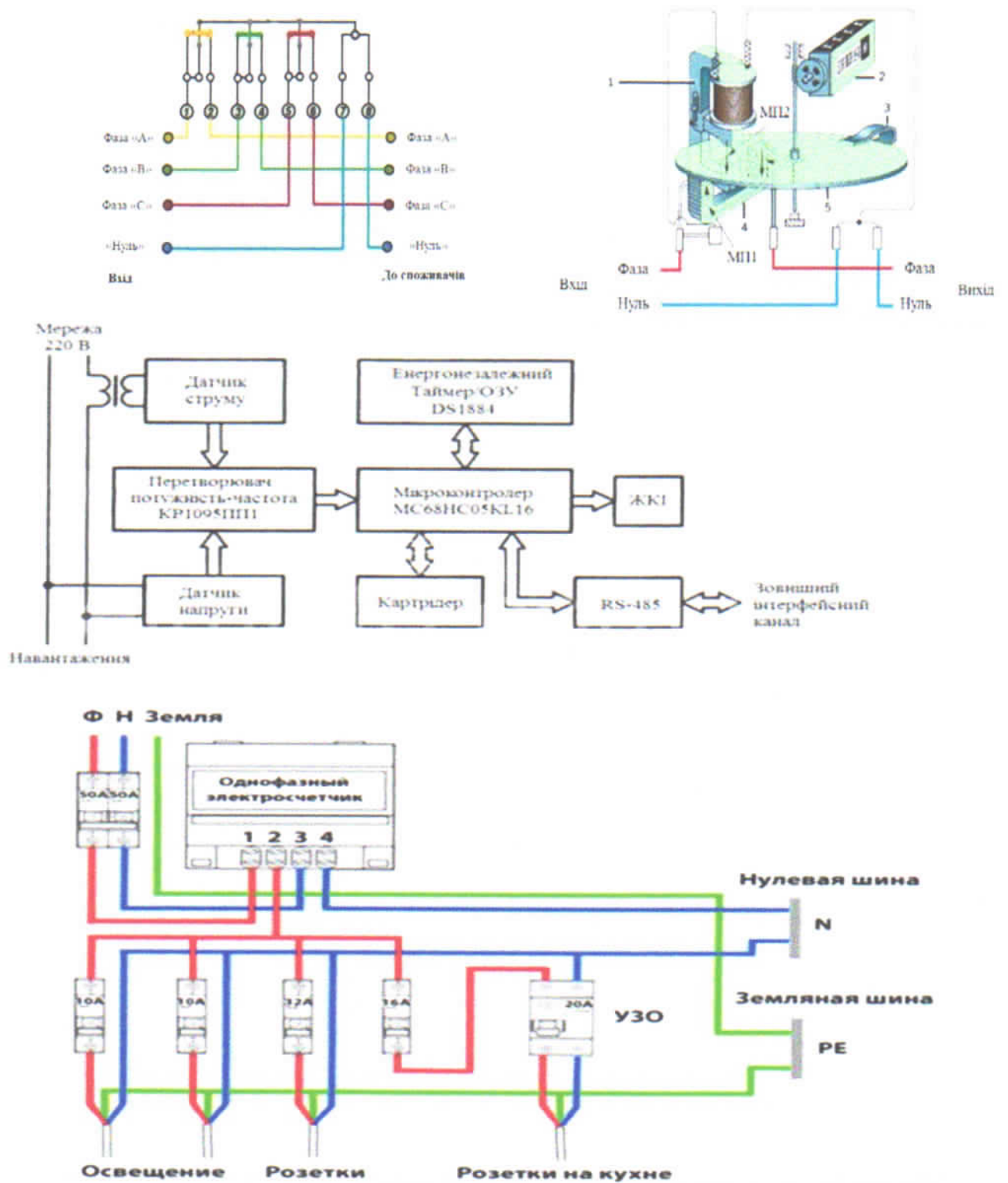
- 12.[Електрон.ресурс].–Режим
доступа:<https://www.energy.mk.ua/ekspluataczyia-pryladiv-obliku-elektroenergiyi-pobutovymy-spozhyvachamy/>
- 13.[Електрон.ресурс].–Режим доступа:<https://sskr.com.ua/statti/28-klasy-tochnosti-pryladiv>
- 14.[Електрон.ресурс].–Режим доступа:<https://www.dtek-krem.com.ua/ua/metering-devices>
- 15.[Електрон.ресурс].–Режим доступа:<https://uk.wikipedia.org/wiki>
- 16.[Електрон.ресурс].–Режим доступа:<https://dacpol.kiev.ua/ua/a99204-datchiki-toka-napryazheniya.html>
- 17.[Електрон.ресурс].–Режим доступа:<https://vse.ua/info/kak-vybrat-elektroschetchik-604/>
- 18.[Електрон.ресурс].–Режим
доступа:<https://www.epravda.com.ua/publications/2016/11/29/611644/>
- 19.[Електрон.ресурс].–Режим
доступа:<https://energooblik.com.ua/news/poryadok-perehodu-na->
- 20.[Електрон.ресурс].–Режим доступа:[rozrahunky-za-elektroenergiyu-po-bagatotaryfnomu-obliku](#)
- 21.Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. - Х.: Видавництво <<Форт>>, 2012. - 374 с.
- 22.Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. - Х.: Видавництво <<Форт>>, 2008. - 192 с.

ДОДАТОК А

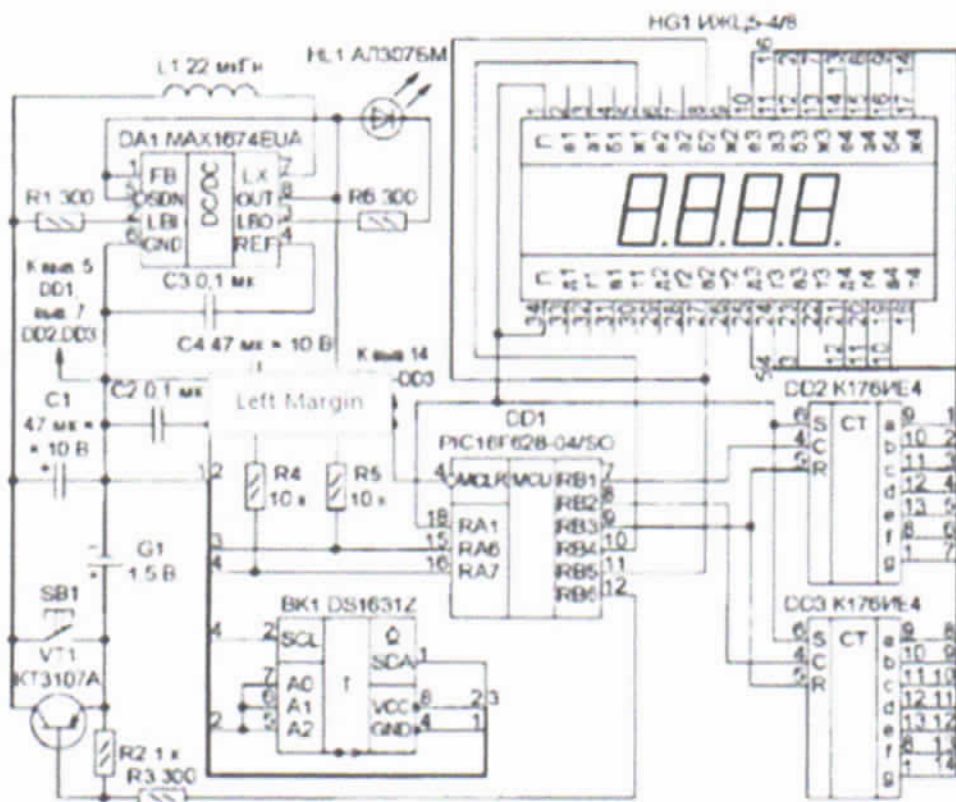
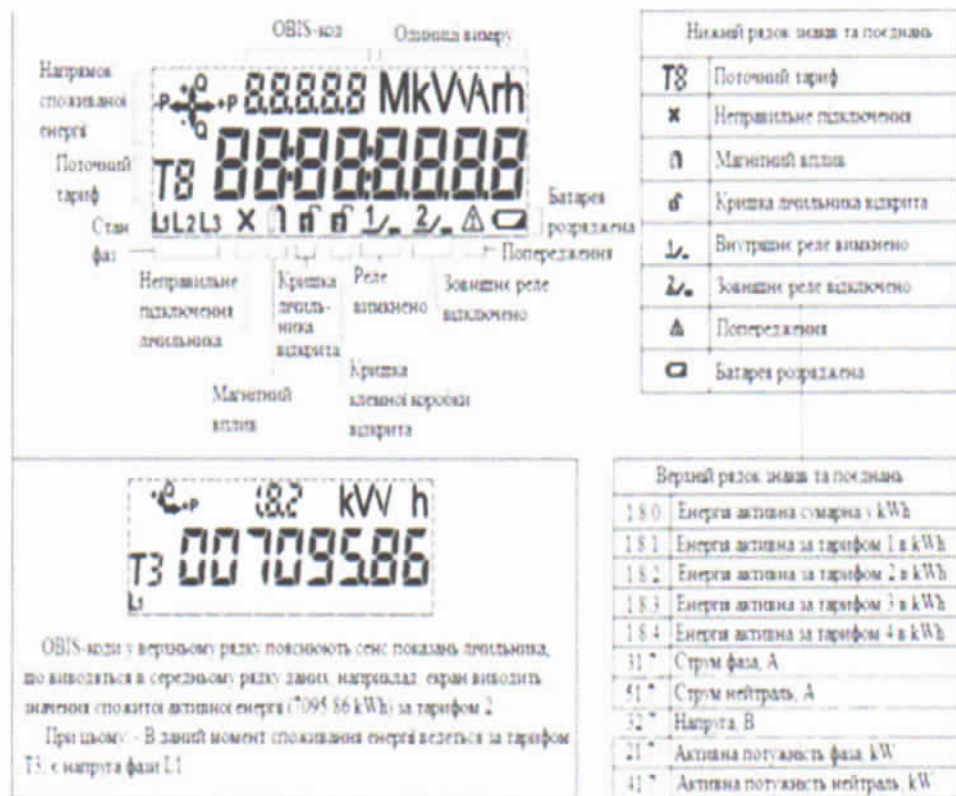
					7.141.180088.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					7.141.180088.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження задачі вибору раціонального виду побутових електролічильників у сучасних умовах	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Гармаш Д.Г.	<i>[Signature]</i>				1	1:1
Перевір.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>					
Т. Контр.						Арк.	49	Аркушів 53
Реценз.						МОН України. УДУНТ		
Н. Контр.		Маренич О.Л.	<i>[Signature]</i>	20.02.2011	7.141.180088.ПЗ	Кафедра «ЕТЕМ»		
Затверд.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	20.02.2011				



					7.141.180088.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження задачі вибору раціонального виду побутових електролічильників у сучасних умовах	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Гармаш Д.Г.	<i>[Signature]</i>				1	1 : 1
Перевір.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>					
Т. Контр.						Арк.	50	Аркушів 53
Реценз.						МОН України, УДУНТ		
Н. Контр.		Маренич О.Л.	<i>[Signature]</i>	20.02.23	7.141.180088.ПЗ	Кафедра «ЕТЕМ»		
Затверд.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	20.02.23				



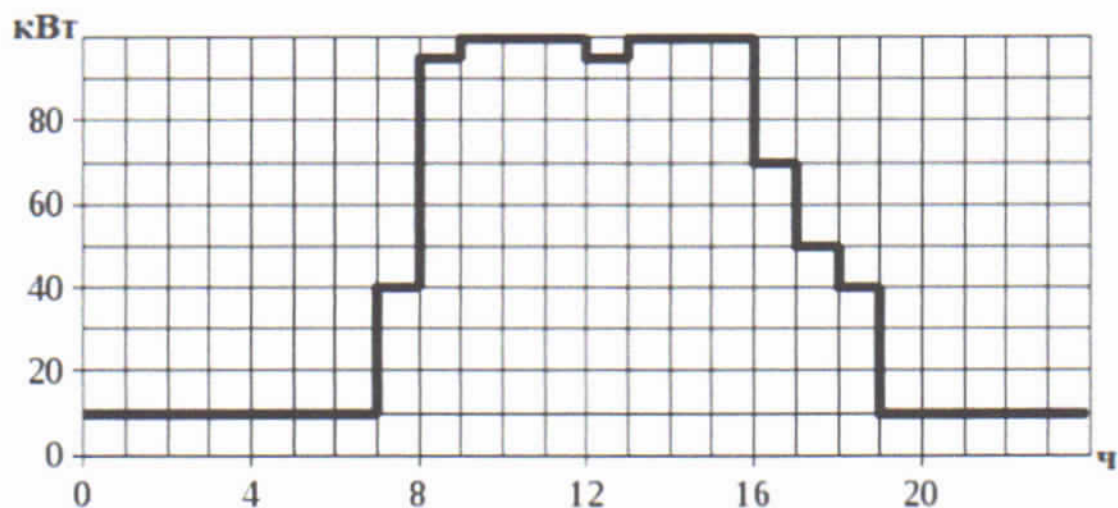
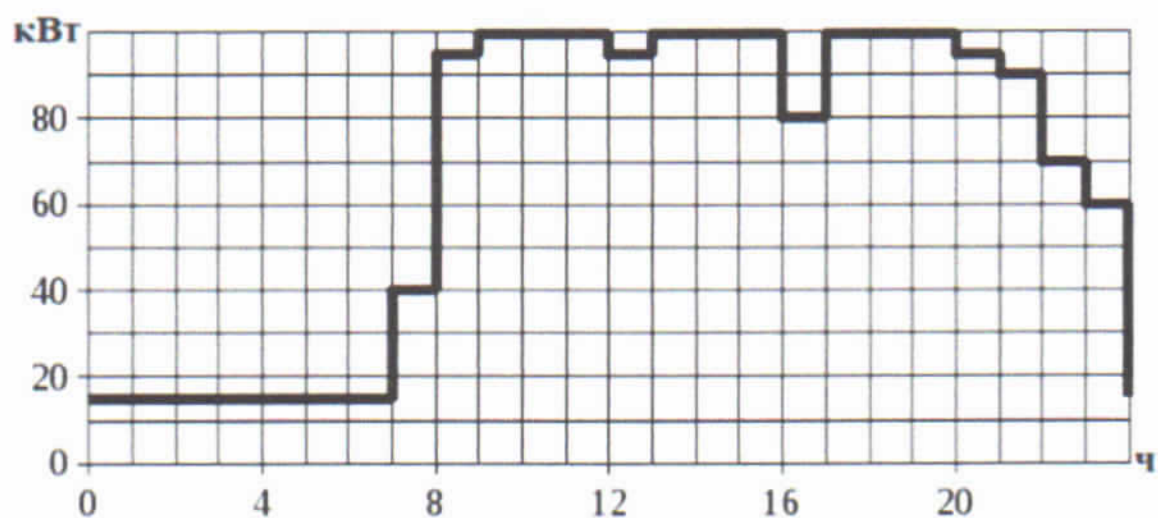
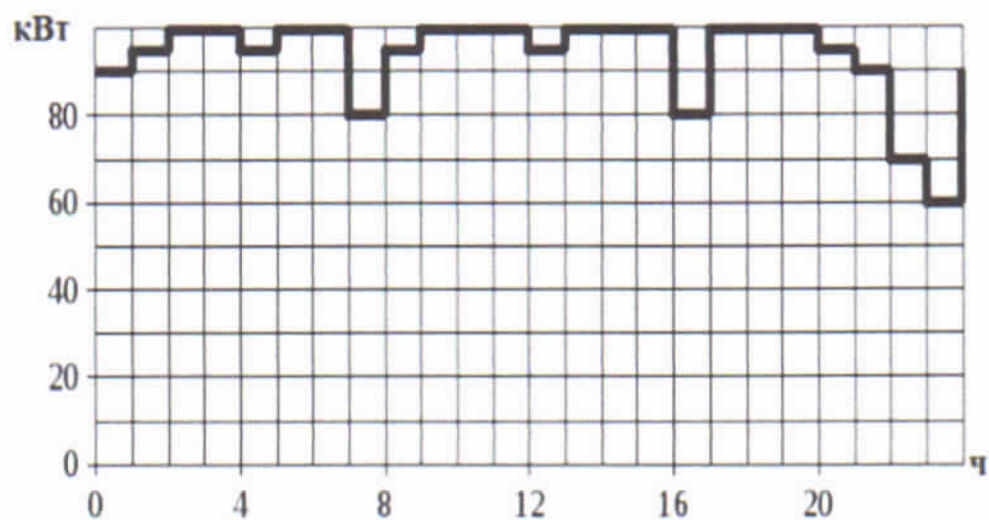
					7.141.180088.ПЗ						
					Дослідження задачі вибору раціонального виду побутових електролічильників у сучасних умовах	Літ.			Маса	Масштаб	
									1	1 : 1	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Арк.		51	Аркушів 53		
Розроб.		Гармаш Д.Г			7.141.180088.ПЗ	МОН України, УДУНТ					
Перевір.		Муха.А.М.		20.12.23		Кафедра «ЕТЕМ»					
Т. Контр.											
Реценз.											
Н. Контр.		Маренич О.Л.		20.12.23							
Затверд.		Муха А.М.		20.12.23							

Вид обліку	Умови	Час дії тарифу	Приклад: вартість 100 кВт год у різні періоди доби
1 зона	незмінний тариф протягом доби	незмінний тариф протягом доби	незмінний тариф протягом доби – 90,00 грн
2 зони (день ніч)	вдень тариф буде звичайним. за електроенергію спожиту вночі потрібно сплатити лише 50% вартості	з 7:00 до 23:00; з 23:00 до 7:00	день – 90,00 грн. ніч – 45,00 грн.
3 зони (пік напівпік ніч)	пік – тариф буде вище від звичайного на 50%. напівпік – тариф буде звичайним. ніч – потрібно буде сплатити лише 40% вартості	з 8:00 до 11:00; з 20:00 до 22:00 з 7:00 до 8:00; з 11:00 до 20:00; з 22:00 до 23:00 з 23:00 до 7:00	пік – 135,00 грн. напівпік – 90,00 грн. ніч – 36,00 грн.

Приклад	Потужність	Можливості перенесення	Проблеми
Пральна машина	Від 700 Вт до 2,5 кВт	Більшість сучасних пральних машин дозволяють їх програмувати на нічне використання. Можна налаштувати з використанням таймера	Господарю і сусідам може заважати шум, зранку обмаль часу на розвішування білизни
Пилосос	від 600 Вт до 2,5 кВт	Перенесення дається складно	Господарю і сусідам може заважати шум
Чайник	Від 600 Вт до 3 кВт	Перенесення дається складно. Можна використовувати термопоти або чайник і термос	Вода в чайнику швидко охолоджується
Бойлер	від 1,5 кВт до 3 кВт	Дорожчі бойлери підтримують програмування, дешевші можна підключити через зовнішній таймер	Об'єму води в бойлері може не вистачати сім'ям з великою кількістю дітей

Пароварка	від 400 Вт до 2 кВт	Цифровий таймер	Іка швидко охолоджується у разі відсутності функції підігріву
Хлібопічка	від 450 Вт до 850 Вт	Використання функції «Відкладений старт»	
Прилади освітлення	від 5 Вт до 100 Вт	Перенесення недоцільне. Використання датчика руку	
Кондиціонери	від 300 Вт до 2,5 кВт	Включення у нічний час	Господарю і сусідам може заважати шум
Обігрівач	від 300 Вт до 2,5 кВт	Піддаються програмуванню з використанням «розумних» розеток	Сухість повітря негативно впливає на слизову оболонку
Тепла відтога	від 100 Вт до 30 кВт	Застосування програмованого терморегулятора	Потреба в нагріві існує під час активності власника

					7.141.180088.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження задачі вибору раціонального виду побутових електролічильників у сучасних умовах	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Гармаш Д.Г.					1	1:1
Перевір.		Муха А.М.		20/12				
Т. Контр.						Арк. 52	Аркушів 53	
Реценз.						МОН України. УДУНТ		
Н. Контр.		Маренич О.Л.		20/12/23	7.141.180088.ПЗ	Кафедра «ЕТЕМ»		
Затверд.		Муха А.М.		20/12				



					7.141.180088.ПЗ		
					Дослідження задачі вибору раціонального виду побутових електролічильників у сучасних умовах		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Гармаш Д.Г.			Літ.		
Перевір.		Муха А.М.					
Т. Контр.					Маса		
Реценз.					1		
Н. Контр.		Маренич О.Л.		2012.23	Масштаб		
Затверд.		Муха А.М.		2012	1 : 1		
					Арк. 53		
					Аркушів 53		
					МОН України. УДУНТ		
					Кафедра «ЕТЕМ»		