

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до лабораторних робіт  
із навчальної дисципліни

**«КОНТРОЛЬ ТА ОБЛІК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ»**

*(для здобувачів другого (магістерського)  
рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання  
зі спеціальності 141 – Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2022**

Методичні рекомендації до лабораторних робіт із навчальної дисципліни «Контроль та облік електричної енергії» (для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. В. О. Перепечений. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 33 с.

Укладач канд. техн. наук В. О. Перепечений

Рецензент

**В. М. Охріменко**, кандидат технічних наук, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою систем електропостачання та електроспоживання міст, протокол № 1 від 3 вересня 2022 р.*

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
Техніка безпеки виконання лабораторних робіт.....	5
Лабораторна робота № 1 Дослідження роботи мікропроцесорного лічильника електричної енергії СЕ102М.....	7
Лабораторна робота № 2 Дослідження роботи мікропроцесорного лічильника електричної енергії СЕ304.....	13
Лабораторна робота № 3 Дослідження роботи мікропроцесорного лічильника електричної енергії НІК 2303І.....	20
Лабораторна робота № 4 Дослідження роботи мікропроцесорного лічильника електричної енергії АЛЬФА А1140.....	27
Список рекомендованої джерел .....	32

## ВСТУП

Ці методичні рекомендації включають лабораторні роботи згідно з програмою курсу «Контроль та облік електричної енергії» для магістрів за освітньою програмою «Електротехнічні системи електроспоживання».

Мета лабораторних робіт – закріплення знань, здобутих на лекціях та під час самостійної роботи з питань обліку електричної енергії у трифазних колах змінного струму. Магістранти набувають навичок, щодо використання мікропроцесорних засобів обліку електричної енергії, а також з техніки проведення експериментальних досліджень.

Опис лабораторних робіт здійснено з урахуванням використання обладнання лабораторії контролю та обліку електричної енергії Університету.

Перед тим як приступити до експериментальної частини роботи, необхідно уважно вивчити ці методичні рекомендації, чітко уявити собі мету досліджу, характер явищ, що вивчаються. Треба ознайомитись зі схемою і елементами лабораторного стенду, послідовністю виконання лабораторної роботи.

Після того як викладач перевірить готовність студентів до виконання роботи, вони починають складати схему. Перед тим як це зробити, треба переконатися, що всі автомати вимкнені. Починати складання схеми трифазної системи змінного струму необхідно з послідовного кола, що йде від одного виводу до другого. Потім до цього кола приєднують паралельні кола. При цьому слід мати на увазі, що деякі ділянки схеми, вже складені, а їх виводи розташовані на клеммах панелі стенду.

Вмикати живлення і приступати до виконання експериментів можна тільки після того, як схеми перевірів викладач, і в його присутності.

При проведенні дослідів недопустимо перевищувати номінальні значення струмів і напруг. У випадку, якщо стрілка приладу виходить за межі виміру, треба негайно вимкнути схему і сповістити про це викладача.

Розрахунки, побудова графіків і формулювання висновків за результатами вимірювань виконують після закінчення вимірів та відключення обладнання від електричної мережі.

Після закінчення кожного етапу дослідження результати необхідно показати викладачу для перевірки, тільки після цього дозволяється приступити до наступного етапу роботи.

Звіт до всіх лабораторних робіт складає кожен студент. Він повинен мати номер і назву роботи, її мету, електричну схему, перелік приладів і апаратури, таблиці з результатами вимірів і обчислень, графіки і векторні діаграми, висновки по роботі.

Звіт повинен бути оформлений акуратно, текст написаний чорнилами, а електричні схеми, таблиці, графіки й векторні діаграми накреслені олівцем за допомогою лінійки, циркуля і лекал. Електричні схеми повинні бути накреслені з дотриманням стандарту на умовні позначення елементів електричних схем. При

накреслюванні графіків треба мати на увазі, що будь-яке вимірювання має випадкові похибки. Тому не треба проводити криві через всі експериментальні точки. На графіку необхідно проводити плавні криві, які проходять між точками.

При виконанні наступної роботи попередня повинна бути оформлена і захищена.

Студенти, які прийшли на заняття не підготовленими або не склали звіт до попередньої роботи, до виконання робіт не допускаються.

## **ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

При виконанні лабораторних робіт студенти зобов'язані строго дотримуватися правил техніки безпеки. Щоб уникнути нещасних випадків під час роботи в електротехнічних лабораторіях, вони повинні виконувати такі основні вимоги:

1. Перед складанням схеми необхідно переконатися, що всі автомати й апарати вимкнуті.

2. При складанні схеми звернути увагу на надійність закріплення всіх провідників у затискачах.

3. Вмикати схему можна тільки після перевірки її викладачем, з його дозволу й у його присутності. Це ж треба робити при будь-яких змінах у схемі.

4. Не можна торкатися до оголених частин електроустановок, що знаходяться під напругою (неізолюваний провід, затискачі реостатів тощо).

5. Не робити змін у монтажі схеми й не усувати її несправності при увімкненому електроживленні.

6. При зникненні напруги в мережі треба негайно виключити всі автомати та апарати.

8. Відключити схему негайно при виявленні будь-якої несправності й сповістити про це викладача. Не усувати несправність без дозволу викладача.

9. У разі ураження струмом негайно вимкнути схему і надати першу допомогу потерпілому.

10. Не залишати увімкнену схему під час перерви. Після закінчення роботи схему вимкнути і після перевірки отриманих даних викладачем розібрати її.

Відповідальність за дотримання правил техніки безпеки покладається на студентів, які працюють у лабораторії, а контроль за їх виконанням – на викладача.

# Лабораторна робота № 1

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ЛІЧИЛЬНИКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ СЕ102М

Мета роботи: набути навичок монтажу, підключення та зняття показів лічильника електричної енергії Концерну «Енергомера» СЕ102М.

### Теоретичні відомості

Лічильник призначений для виміру активної енергії в однофазних ланцюгах змінного струму, організації багатотарифного обліку електроенергії, виміру параметрів однофазної мережі.

Лічильник СЕ102М (рис. 1) має інтерфейси зв'язку й призначений для роботи як автономно, так й у складі автоматизованої інформаційно-вимірювальної системи комерційного обліку електроенергії (АІВС КОЕ) для передачі обмірюваних або обчислених параметрів на диспетчерський пункт по контролю, обліку й розподілу електричної енергії.



Рисунок 1 – Загальний вигляд лічильників СЕ102М різних модифікацій

Лічильник веде облік по чотирьох тарифах з можливістю завдання до дванадцяти тарифних зон у межах доби (одному добовому розкладі) з дискретністю одна хвилина, індивідуально по кожному дню тижня в сезонній програмі.

Лічильник веде архіви тарифікованої (до 4 тарифів) і сумарної врахованої активної енергії:

- наростаючим підсумком (усього від обнуління);
- за поточний й 12 попередніх місяців;
- на кінець місяця за 12 місяців;
- – за поточні й 44 попередні доби;
- на кінець доби за наступні 44 дні.

Лічильник має електронний рахунковий механізм, що здійснює облік активної енергії по 4 тарифам у кВт·год.

При санкціонованому доступі лічильник забезпечує обнуління всіх енергетичних параметрів.

### **Вимір параметрів мережі**

Лічильник вимірює миттєві значення (час інтегрування одна секунда) фізичних величин, що характеризують однофазну електричну мережу, і може використатися як вимірник параметрів, наведених у таблиці 1.

Лічильник ураховує напрямок потоку потужності й може використовуватися для оцінки правильності підключення лічильника.

У лічильнику є імпульсний вихід. На цьому виході з'являються телеметричні імпульси, частота проходження яких пропорційна споживаній потужності. Постійна лічильника – число імпульсів на кВт·год, визначається модифікацією лічильника й зазначена на лицьовій панелі лічильника.

Лічильник веде журнал програмування, журнал стану напруги. У журналах фіксуються події й час/дата їхнього настання. Журнали мають глибину зберігання подій по 40 записів.

Лічильник має рідкокристалічний індикатор (РКІ) для відображення врахованої енергії й вимірюваних величин і дві кнопки керування.

Лічильник має оптичний порт або інтерфейс EIA485, або інтерфейс M-Bus, або оптичний порт із інтерфейсом EIA485, або оптичний порт із інтерфейсом M-Bus.

Робота з лічильником через інтерфейси зв'язку може виконуватися із застосуванням технологічного програмного забезпечення «AdminTools» (далі – ТПЗ).

Лічильник забезпечує можливість зчитування через інтерфейси зв'язку архівних даних і вимірюваних параметрів, а також зчитування/запис програмувальних параметрів.

Доступ до параметрів і даних з боку інтерфейсів зв'язку захищений паролем і кнопкою, що пломбується. Можливе включення алгоритму захисту передачі пароля по інтерфейсу. Метрологічні й заводські параметри мають апаратний захист й їхню зміну неможливо зробити без розкриття корпусу лічильника.

Таблиця 1 – Технічні характеристики лічильника СЕ102М

Найменування характеристики	Значення характеристики	Примітка
1	2	3
Базові (максимальні) струми, А	5 (60) або 10 (100)	–
Номінальна фазна напруга ( $U_{ном}$ ), В	230	–
Граничний робочий діапазон напруг	від 0,75 до 1,15 $U_{ном}$	–
Номінальна частота мережі, Гц	(50 ± 2,5)	–
Коефіцієнт несинусоїдальності напруги й токи вимірювальної мережі, %, не більше	8	–
Поріг чутливості, мА	10; 20	–
Повна потужність, споживана кожним ланцюгом струму, не більше, В·А	0,1	–
Повна (активна) потужність, споживана ланцюгом напруги, не більше, В·А (Вт)	9 (0,8)	При номінальній напрузі
Межа основної абсолютної похибки ходу годин, с/доба	±0,5	–
Ручна корекція ходу годин, с	±30	–
Межі додаткової температурної похибки ходу годин, с/(°С на добу)	±0,15	Від мінус 10 до 45 °С
	±0,2	Від мінус 40 до 60 °С
Тривалість зберігання інформації при відключенні живлення, років	40	–
Число тарифів	до 4	–
Кількість сезонних програм	до 12	–
Кількість виняткових днів	до 32	–
Кількість добових тарифних розкладів	до 36	–
Число тарифних зон у добовому тарифному розкладі	до 12	–
Глибина зберігання каналів обліку, накопичених по тарифах за місяць, місяців	до 13	–
Глибина зберігання каналів обліку, накопичених по тарифах за добу, діб	до 44	–



Продовження таблиці 1

1	2	3
Номінальне (припустиме) напруга електричних імпульсних виходів, не більше, В	10 (24)	Напруга постійного струму
Номінальне (припустиме) значення струму електричних імпульсних виходів, не більше, мА	10 (30)	Напруга постійного струму
Тривалість вихідних імпульсів, мс	35	–
Швидкість обміну через оптичний порт і по інтерфейсу EIA485, бод	300, 600, 1 200, 2 400, 4 800, 9 600, 19 200	–
Швидкість обміну по інтерфейсу MBus, бод	300, 600, 1 200, 2 400, 4 800, 9 600	–
Час відновлення всіх показань лічильника, с	1	–
Початковий запуск із моменту подачі напруги, не більше, с	5	–
Маса лічильника, не більше, кг	1,0	–
Середній наробіток до відмови, година	160 000	–
Середній термін служби, років	30	–
Захист від несанкціонованого доступу	Пароль, алгоритм захисту передачі пароля по інтерфейсу, апаратний захист	–

Лічильник виконаний у пластмасовому корпусі. Зовнішній вигляд лічильника представлений на рисунку 2 (у корпусі S7). Корпус лічильника в цілому складається з верхньої і нижньої частин, що сполучаються по периметру, прозорого вікна й знімної кришки затискачів. На лицьовій панелі лічильника розташований: рідкокристалічний індикатор (РКІ); світловий індикатор кількості активної енергії; елементи оптичного порту; кнопка ДСТП, що пломбується; кнопка КАДР; панель із написами.

Для того щоб одержати доступ до кнопки ДСТП, (дозвіл програмування) необхідно видалити пломбу енергопостачальної організації, що встановила лічильник і повернути кнопку проти часової стрілки на 180° до досягнення риски кнопки нижнього положення.

Затискачі для приєднання лічильника до мережі, до інтерфейсної лінії, до імпульсного виходу закриваються пластмасовою кришкою затискачів.

Зображення затискної плати й нумерація контактів для лічильника в корпусі S7 наведені на рисунку 3.

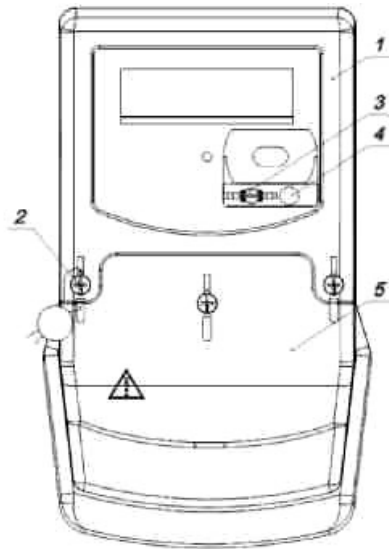


Рисунок 2 – Зовнішній вигляд лічильника PE102M S7:  
1 – кришка; 2 – гвинт пломбировочний; 3 – кнопка «ДСТП»;  
4 – кнопка «КАДР»; 5 – кришка затискачів

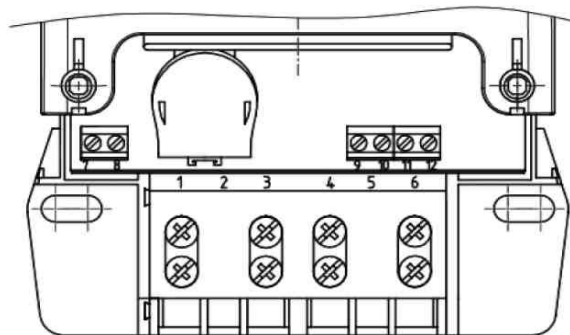


Рисунок 3 – Нумерація контактів лічильника PE102M S7

#### Способи зняття показань

Існують чотири способи зняття показань лічильника:

- режим ручного перегляду;
- режим автоматичного відображення;
- режим перегляду при відсутності напруги мережі; – автоматизований режим.

У режимах ручного перегляду й автоматичного відображення дані виводяться на РКІ у вікні шириною сім десяткових знаків з десятковою точкою.

Схема підключення лічильника PE102M S7 представлена на рисунку 4.

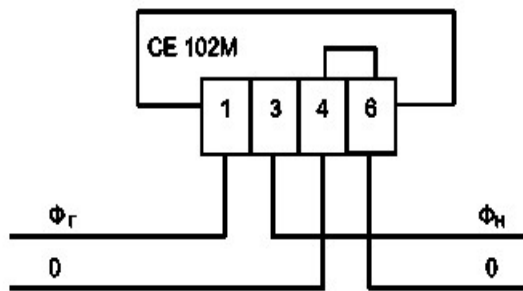


Рисунок 4 – Схема підключення лічильника PE102M S7

### Апаратура та прилади

1. Стенд для монтажу лічильників.
2. Лічильник електричної енергії PE102MS7.
3. Лічильник активної електричної енергії однофазний багатотарифний PE102MS7. Керівництво з експлуатації САНТ.411152.035.01 PE.

### Порядок виконання роботи

1. Відкрити комутаційну панель лічильника електричної енергії PE102MS7.
2. Установити на імітаційний стенд лічильник PE102MS7.
3. Включити живлення стенда.
4. Зняти покази лічильника із РКІ.
5. Зробити висновки.

### Контрольні запитання

1. Поясніть принцип роботи мікропроцесорного лічильника.
2. Чим конструктивно відрізняються лічильники індукційні та електронні?
3. Яким чином можна визначити характер навантаження?
4. Яким чином характеризується точність вимірювання?

## Лабораторна робота № 2

### ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ЛІЧИЛЬНИКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ СЕ304

Мета роботи: набути навичок монтажу, підімкнення та зняття показів лічильника електричної енергії концерну «Енергомера» СЕ304.

#### Теоретичні відомості

Лічильник СЕ304 (рис. 5) є трифазним універсальним приладом трансформаторного або безпосереднього включення (залежно від варіанта виконання) і призначений для виміру активної й реактивної електричної енергії, активної, реактивної й повної потужності, енергії втрат, частоти напруги, кута зсуву фаз, середньоквадратичного значення напруги й сили струму, коефіцієнтів перекручування синусоїдальності кривих напруги, коефіцієнтів n-х гармонійних складових напруги, коефіцієнта несиметрії напруг по зворотній послідовності, коефіцієнта несиметрії напруг по нульовій послідовності по трьох фазах в трифазних чотирипровідних ланцюгах змінного струму та організації багатотарифного обліку електроенергії. Вид вимірюваної енергії й потужності визначається конфігурацією лічильника.



Рисунок 5 – Загальний вигляд лічильників СЕ304

Лічильник може використатися в автоматизованих інформаційно-вимірювальних системах комерційного обліку електроенергії (АІВС КОЕ) для передачі обмірюваних або обчислених параметрів на диспетчерський пункт по

контролю, обліку й розподілу електричної енергії. Для побудови систем АІВС КОЕ можуть використатися відповідні інтерфейси.

Результати вимірів виходять шляхом обробки й обчислення вхідних сигналів струму й напруги мікропроцесорною схемою основної плати лічильника. Установка додаткових плат, залежно від модифікації, дозволяє розширити можливості лічильника. Обмірювані дані й інша інформація відображаються на рідкокристалічному індикаторі (РКІ).

### **Функціональні можливості лічильника**

Лічильник дозволяє вимірювати 12 типів енергій (потужностей) роздільно по кожній фазі:

- активну енергію (потужність) обох напрямків ( $A_i$ ,  $A_e$ );
- реактивну енергію (потужність) по чотирьох квадрантах (R1–R4);
- енергію (потужність) втрат обох напрямків ( $L_i$ ,  $L_e$ );
- значення фізичних величин зовнішніх вимірників по чотирьох імпульсних входах (I1–I4).

Лічильник вимірює й розраховує енергії (потужності) по шести каналах обчислення. Тип енергії (потужності) кожного каналу обчислення визначається конфігурацією каналу.

Енергія (потужність) каналу обчислення є сумою кількості (величини) енергії (потужності) всіх типів енергій (потужностей) певних конфігурацією каналу обчислення.

Нагромадження енергії по тарифах і сумарно (наростаючим підсумком, за місяць, за добу), фіксація максимальних потужностей, визначення перевищення ліміту потужності, запис профілів навантаження здійснюється по всім шести каналах обчислення.

Основні технічні характеристики наведені в таблиці 2.

Устрій і робота лічильника. Конструкція лічильника.

Лічильник виконаний у пластмасовому корпусі. Корпус лічильника в цілому складається з верхніх і нижньої частин, що сполучають по периметру, прозорого вікна й знімної кришки затискної колодки. На лицьовій панелі лічильника розташовані:

- рідкокристалічному індикатор;
- два світлових індикатори кількості активної й реактивної енергії;
- елементи оптичного порту;
- літієва батарея й кнопка ДСТП (під додатковою кришкою);
- кнопки КАДР і ПРСМ; – панель із написами.

Таблиця 2 – Технічні характеристики лічильника СЕ304

Найменування характеристики	Значення характеристики		Примітка
1	2		3
Номинальні (максимальні) струми	1 (1,5); 5 (7,5) А		Залежно від модифікації
Базові (максимальні) струми	5 (50); 10 (100) А		
Номинальна фазна напруга	57,7; 220 В		
Номинальна частота мережі	50 ± 2,5 Гц		
Коефіцієнт несинусоїдальності напруги й струми вимірювальної мережі, %, не більше	8		
Поріг чутливості	Безпосеред. включення	Трансформатор включення	Активна/реактивна енергія
	-0,001I <sub>ном</sub>		0,2S; 0,5S/0,5
	0,004I <sub>б</sub> ; 0,002I <sub>ном</sub>		1/1
	0,005I <sub>б</sub> ; 0,003I <sub>ном</sub>		2/2
Повна потужність, споживана кожним ланцюгом струму, не більше	0,1 В·А		При номінальному (базовому) струмі
Повна (активна) потужність, споживана кожним ланцюгом напруги, не більше	4,0 В·А (2,0 Вт)		При номінальних напругах 57,7 В
	8,0 В·А (2,0 Вт)		220 В
Межа основної абсолютної похибки ходу годинника	± 0,5 с/доба		
Додаткова похибка ходу годинника при нормальній температурі й при відключеному живленні	±1 с /доба		
Ручна корекція ходу годинника, один раз у добу.	± 29 с		Не більше 29 с на добу
Межа додаткової температурної похибки за часом	± 0,15 с /°С на добу		Від мінус 10 до 45 °С
	±0,2 с. /°С на добу		Від мінус 40 до 60 °С
Тривалість зберігання інформації при відключенні живлення	30 років		

Продовження таблиці 2

1	2	3
Кількість тарифів	до 4	
Кількість тарифних зон	до 15	У добі
Кількість сезонів	до 12	
Кількість виняткових днів	до 32	
Кількість графіків тарифікації	до 36	Добові розклади перемикачів тарифів
Глибина зберігання каналів обліку накопичених по тарифах за місяць	до 13 місяців	
Глибина зберігання каналів обліку накопичених по тарифах за добу	до 46 діб	
Кількість профілів навантаження	до 16	Індивідуальний час усереднення для кожного
Глибина зберігання кожного профілю	до 330 діб	При часі усереднення 30 хв.
Кількість реле керування навантаженням	до 2	Імпульсні виходи ТМ5 і ТМ6
Напруга резервного джерела живлення постійного струму	від 9 до 15 В	Навантажувальна здатність не менш 500 мА
Номінальна (припустима) напруга електричних імпульсних виходів, не більше	10 (24) В	Напруга постійного струму
Номінальне (припустиме) значення струму електричних імпульсних виходів, не більше	10 (30) мА	Напруга постійного струму
Номінальна (припустима) комутована напруга на контактах реле керування навантаженням, не більше	220 В (265 В)	Напруга змінного струму
Номінальне значення струму, що комутується, на контактах реле керування навантаженням, не більше	1 А	Напруга змінного струму
Тривалість вихідних імпульсів	від 1 до 120 мс або меандр	Здається при програмуванні
Тривалість вхідних імпульсів (мінімальна)	від 1 до 255 мс	
Максимальна ємність кожного рахункового механізму імпульсних входів	99 999 999 імп	
Швидкість обміну по інтерфейсах	від 300 до 115 200 біт/с	
Швидкість обміну через оптичний порт	від 300 до 57 600 біт/с	

Закінчення таблиці 2

1	2	3
Час інтервалу усереднення (період усереднення вибирається користувачем з ряду)	1; 2; 3; 4; 5; 6; 10; 12; 15; 20 30, 60 хв	
Час відновлення всіх показань лічильника	1 с	
Час читання будь-якого параметра лічильника по інтерфейсі або оптичному порту	від 0,06 до 1 000 с (при швидкості 9 600 біт/с)	Залежить від типу параметра
Початковий запуск, не більше	5 с	3 моменту подачі напруги
Маса лічильника, не більше	2,0 кг	
Габаритні розміри (довжина; ширина; висота), не більше	278; 173; 90 мм	
Середній наробіток до відмови	120 000 год	
Середній термін служби	30 років	
Захист від несанкціонованого доступу	Пароль лічильника Апаратне блокування	

Щоб одержати доступ до кнопки ДСТП (дозвіл програмування), необхідно видалити пломбу енергопостачальної організації, що встановила лічильник і відкрити додаткову кришку.

Затиски для приєднання лічильника до мережі, до джерела резервного живлення, до інтерфейсних ліній, до імпульсних входів і виходів, закриваються пластмасовою кришкою (рис. 6).

Зображення колодки затисків під пластмасовою кришкою залежно від модифікації лічильника наведено на рисунку 7 (для лічильників прямого включення).

У корпусі розташовуються:

- плата лічильника (основна плата лічильника);
- модуль живлення;
- модуль імпульсних виходів;
- модуль імпульсних входів (при наявності, залежно від модифікації);
- один або два інтерфейсних модулі (залежно від модифікації); – три вимірювальних трансформатори струму.

На рисунку 8 наведено маркування колодки затискачів лічильників трансформаторного включення.



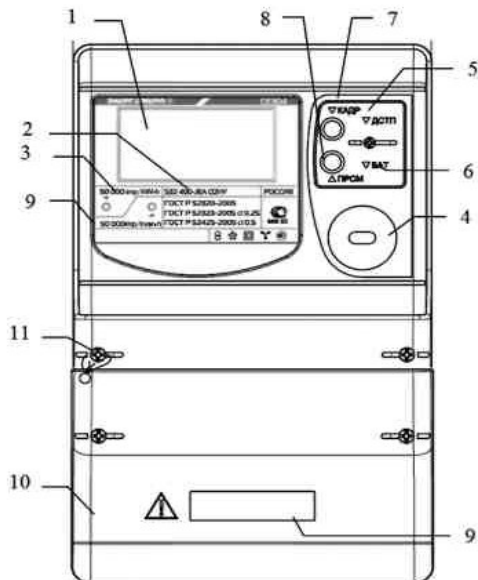


Рисунок 6 – Зовнішній вигляд лічильника PE 304:

- 1 – РКІ; 2 – світловий індикатор кількості реактивної енергії;
- 3 – світловий індикатор кількості активної енергії; 4 – елементи оптичного порту (IrDA 1.0); 5 – кнопка ДСТП; 6 – літієва батарея;
- 7 – кнопка КАДР; 8 – кнопка ПРСМ; 9 – панель із написами;
- 10 – кришка затискної колодки; 11 – місце пломбування

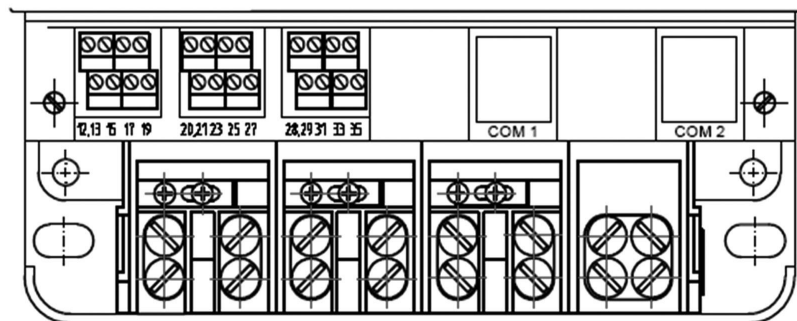


Рисунок 7 – Зображення колодки затисків для лічильників прямого включення з підключенням інтерфейсів

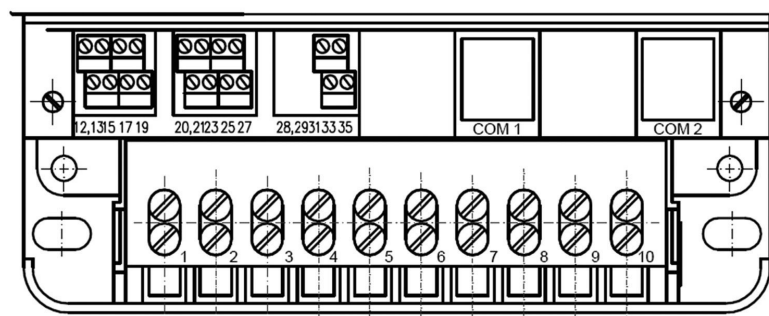


Рисунок 8 – Зображення колодки затискачів лічильників трансформаторного включення

На рисунку 9 зображена схема підключення лічильника трансформаторного включення РЕ 304.

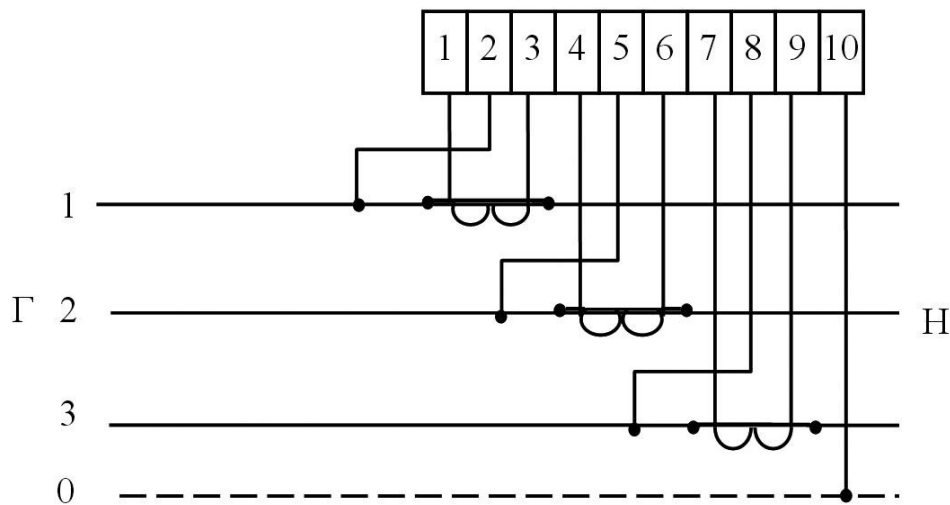


Рисунок 9 – Схема підключення лічильника трансформаторного включення РЕ 304

### Апаратура та прилади

1. Стенд для монтажу лічильників.
2. Лічильник електричної енергії РЕ 304.
3. Лічильник активної і реактивної електричної енергії трифазний РЕ304.

### Порядок виконання роботи

1. Відкрити комутаційну панель лічильника електричної енергії РЕ304.
2. Установити на імітаційний стенд лічильник РЕ304.
3. Включити живлення стенда.
4. Зняти показання лічильника із РКІ.
5. Зробити висновки.

### Контрольні запитання

1. Які величини вимірює лічильник РЕ304.
2. В якому режимі працюють трансформатори струму?
3. Чим характеризується симетричне навантаження.
4. Яким чином можна перепрограмувати лічильник?

### **Лабораторна робота № 3**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ЛІЧИЛЬНИКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НІК 2303І**

Мета роботи: набути навичок монтажу, підключення та зняття показів лічильника електричної енергії серії НІК 2303І.

### **Теоретичні відомості**

Лічильники електричної енергії серії НІК 2303І залежно від виконання призначені для:

- виміру активної й реактивної енергії в прямому й зворотному напрямку, по декількох тарифах у трифазних трьохпровідних і чотирьохпровідних ланцюгах змінного струму, із трансформаторним і безпосереднім підключенням по напрузі й струму;

- реєстрації й індикації активної, реактивної й повної потужності, коефіцієнта потужності, середньоквадратичного значення напруги й сили струму, частоти фазної або лінійної напруги, залежно від виконання, гармонійного аналізу до 25 гармонік струмів і напруг по фазах, а також кута зрушення фаз у трифазних трьохпровідних і чотирьохпровідних ланцюгах змінного струму.

Лічильники використовуються для обліку електроенергії в будь-яких галузях.

Всі лічильники мають імпульсні виходи по кожному виді вимірюваної енергії й оптопорт. На вимогу замовника у лічильники може бути встановлена пара з наступних інтерфейсів: інтерфейс по радіоканалу (Zig Bee або GSM/GPRS), електричний інтерфейс «струмова петля» 20 мА, Ethernet, PLC, RS-232 або RS-485 для дистанційної передачі даних. Лічильники залежно від виконання мають релейний вихід. Лічильники можуть використатися в автоматизованих системах контролю й обліку електроенергії (АСКОЕ).

Виконання лічильників відрізняються максимальною силою струму, кількістю вимірювальних елементів у ланцюзі струму, номінальною напругою, схемою приєднання до мережі, кількістю вимірюваних величин, кількістю напрямків виміру активної й реактивної енергії, наявністю додаткових модулів і наявністю релейного виходу.

Лічильники відповідають вимогам ТУУ 33.2-33401202-006:2007, ДСТ 30207, ДСТУ ІЕС 61036, ДСТУ ІЕС 61268 і СОУ-Н МПЕ 40.1.35.110:2005.

Основні параметри лічильників:

- клас точності – 1 за ДСТ 30207, ДСТУ ІЕС 61036 при вимірі активної енергії;
- клас точності – 2 по ДСТУ ІЕС 61268 при вимірі реактивної енергії;
- номінальна сила струму 5 А;
- максимальна сила струму – залежно від виконання;
- номінальна напруга – залежно від виконання;
- припустиме відхилення напруги мережі від номінального значення – від мінус 20 % до плюс 15 %;
- постійна лічильників при вимірі активної енергії 8000 імп/(кВт·год);
- постійна лічильників при вимірі реактивної енергії 8000 імп/(квар·год);
- номінальна частота 50 Гц;
- міжповітряний інтервал – не більше 6 років.

Активна споживана потужність кожним ланцюгом напруги лічильників при нормальній температурі, номінальній частоті й при номінальній напрузі не перевищує 2 Вт.

Повна споживана потужність кожним ланцюгом напруги лічильників при нормальній температурі, номінальній частоті й при номінальній напрузі не перевищує 10 В·А. Повна потужність, споживана ланцюгом струму лічильників не перевищує 0,05 В·А при номінальному струмі, нормальній температурі та номінальній частоті.

Лічильники мають рідкокристалічний індикатор (далі РКІ), що відображає показання електричної енергії безпосередньо в кіловат-годинах (кіловар-годинах). РКІ має шість десяткових розрядів до коми і три десяткових розряди після коми.

Установлений робочий діапазон температури від мінус 35 °С до плюс 70 °С. Значення відносної вологості при 30 °С не більше 95 %. Атмосферний тиск від 70 кПа до 106,7 кПа. Маса лічильників – не більше 2,3 кг.

При відсутності струму в ланцюзі струму й значенні напруги 1,15 від номінального значення основний передавальний пристрій не створить більше одного імпульсу за час не менше 8 хв.

Лічильники включаються й продовжують реєструвати показання:

- активної енергії при значенні сили струму рівному 12,5 мА;
- реактивної енергії при значенні струму рівному 15,6 мА для лічильників прямого включення;
- реактивної енергії при значенні струму рівному 9,3 мА для лічильників трансформаторного включення.

Основна абсолютна похибка убудованого годинника лічильника відповідно до ДСТУ ІЕС 61038:2002, не перевищує  $\pm 0,5$  с за добу.

Лічильники мають середній наробіток на відмову, з урахуванням технічного обслуговування – не менш 60 000 годин. Середній термін служби до першого капітального ремонту лічильників не менше 24 років.

Зовнішній вигляд лічильника й розташування елементів керування представлені на рисунку 10.



Рисунок 10 – Зовнішній вигляд багатотарифного лічильника НІК 2303І:

*1 – виконання лічильника по виду вимірюваної енергії й схемі приєднання до мережі; 2 – виконання лічильника по додаткових інтерфейсах ; 3 – індикатор функціонування активної енергії; 4 – індикатор функціонування реактивної енергії; 5 – оптопорт; 6 – пломби; 7 – пломбировочні гвинти кожуха; 8 – клемна кришка; 9 – механічна кнопка «Вибір»; 10 – механічна кнопка «Перегляд»; 11 – РКІ; 12 – технічні характеристики лічильника; 13 – відсік для літійової батарейки*

Лічильники виконані в пластмасовому корпусі, що складається із цоколя й прозорого кожуха. У цоколь установлюється друкована плата, а також затискна плата із затискачами й датчиками струму. Затискна плата лічильників закривається кришкою затискачів. Цоколь і кожух лічильників з'єднуються пломбувальними гвинтами. Лічильники мають датчики розкриття кожуха й кришки затискачів.

Для кріплення лічильника в точці обліку є спеціальний кронштейн. При установці лічильників на DIN-рейку, кронштейн не використовується.

Лічильники трансформаторного включення мають два вимірювальних елементи в ланцюзі струму, а лічильники прямого включення мають три вимірювальних елементи в ланцюзі струму.

Лічильники мають рознімання для підключення резервного джерела живлення.

Всі лічильники мають основний електричний інтерфейс. На вимогу замовника може бути встановлений ще один інтерфейс.

Лічильники на вимогу замовника можуть мати радіоканал у відповідності IEEE 802.15.4 на частоті 2,4 ГГц.

Лічильники на вимогу замовника можуть мати один релейний вихід. Лічильники оснащені реле відключення навантаження споживача.

Вимір активної й реактивної електричної енергії проводиться шляхом аналого-цифрового перетворення електричних сигналів, що надходять від первинних перетворювачів сили струму й напруги на вхід убудованого аналогоцифрового перетворювача (АЦП) мікроконтролера, що перетворить сигнали в цифровий код. Мікроконтролер розраховує середньоквадратичні значення сили струму, напруги, потужності, а також значення коефіцієнта потужності по кожній фазі, а також значення активної й реактивної енергії сумарно й по кожному тарифу окремо.

Мікроконтролер управляє РКІ, електричними й оптичними інтерфейсами, радіоканалом, імпульсними виходами, а також обробляє інформацію, що надходить від механічних кнопок, датчиків розкриття кожуха й клемної кришки лічильників.

Для зберігання даних у лічильниках використовується енергонезалежна пам'ять. У пам'яті зберігаються обмірювані значення електроенергії й параметри лічильника. Обмірювані значення енергії й параметри лічильників, при відсутності напруги на затискачах напруги лічильників, повинні зберігатися не менш 20 років. У лічильниках застосований семисегментний РКІ з додатковими символами (рис. 11).

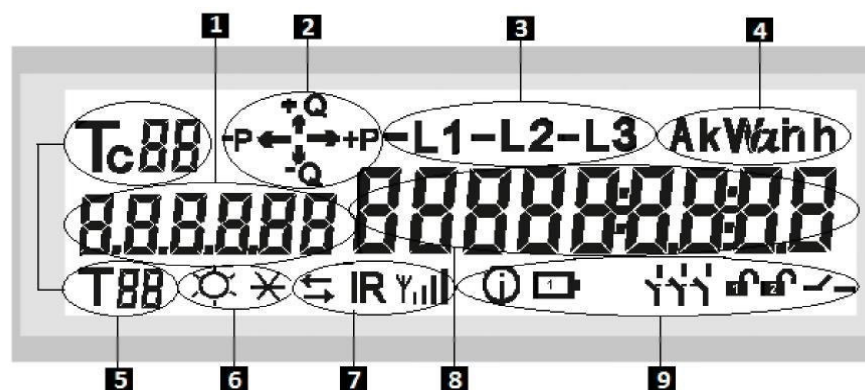
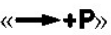
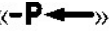

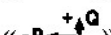
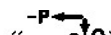





Рисунок 11 – Зовнішній вигляд РКІ



На рисунку 11 зображений зовнішній вигляд РКІ, символи якого мають таке призначення:

- 1 – ОБІС код параметра, що індиціюється;
- 2 – напрямок, вид вимірюваної енергії й квадрант кута:
  - «» – позитивна активна енергія (A+);
  - «» – негативна активна енергія (A-);
  - «» – позитивна індуктивна реактивна енергія (A+R+);
  - «» – позитивна ємнісна реактивна енергія (A-R+);
  - «» – негативна індуктивна реактивна енергія (A-R-);
  - «» – негативна ємнісна реактивна енергія (A+R-);
  - «» – сумарна позитивна реактивна енергія (R+);
  - «» – сумарна негативна реактивна енергія (R-);
- 3 – індикація параметрів по першій другій і третій фазі відповідно;
- 4 – одиниці виміру параметра, що відбивається:
  - A – сила струму в Амперах;
  - У – напруга у Вольтах;
  - К – активна потужність у кіловатах;
  - Varh – реактивна потужність у кіловарах;
  - k h – активна енергія в кіловат-годинах;
  - kVarh – реактивна енергія в квар-год;
  - z – частота мережі.
- 5 – індикація чинних в даний момент тарифів:

- T<sub>c</sub>B** – тариф чинний у даний момент;
- T<sub>B</sub>** – тариф відповідний ОБІС коду, що висвітлюється на дисплеї.



6 – індикація літнього й зимового часу (☀ – літній час; ❄ – зимовий);

7 – індикація роботи з інтерфейсів:





-  – обмін даними по інтерфейсах;
- IR** – обмін даними по оптопорту;
-  – обмін даними по GSM модему.

8 – відображення значення параметра, що відображається;

9 – індикація різних станів при роботі лічильника:

-  – якщо сегмент світиться, у лічильнику відсутня параметризація;
-  – якщо сегмент світиться, батарейка живлення годиннику вимагає

заміни;

-  – якщо – сегмент світиться, розкритий кожух лічильника;
-  – якщо сегмент світиться, розкрита кришка затискачів лічильника;
-  – якщо розімкнуті контакти реле;
-  – якщо розімкнуті контакти реле відключення навантаження споживача.

На лицьовій панелі лічильників розташовані дві механічні кнопки «Вибір» й «Перегляд» (див. рис. 10), призначені для перемикання обмірюваних й обчислених величин (вікон), які відображаються на РКІ. Спрацьовування кнопки відбувається при дотику пальця руки до пластику над кнопкою, і супроводжується подачею звукового сигналу від внутрішнього динаміка лічильників. Звуковий сигнал може бути відключений при параметризації.

Лічильники залежно від виконання, можуть мати релейний вихід, що дозволяє комутувати змінну напруга не більше 265 В, при силі струму не більше одного Ампера.

Спрацьовування реле програмується в таких режимах:

- нормально розімкнуті контакти з'єднуються під час активності обраного тарифу;
- нормально розімкнуті контакти з'єднуються у дванадцятьох програмувальних інтервалах доби;
- розмикаються на вимогу заданих порогів (по перевищенню напруги, струму, енергії);
- розмикаються по команді оператора при заборгованості.

На рисунку 12 приведена схема підключення лічильників НІК 2303І.

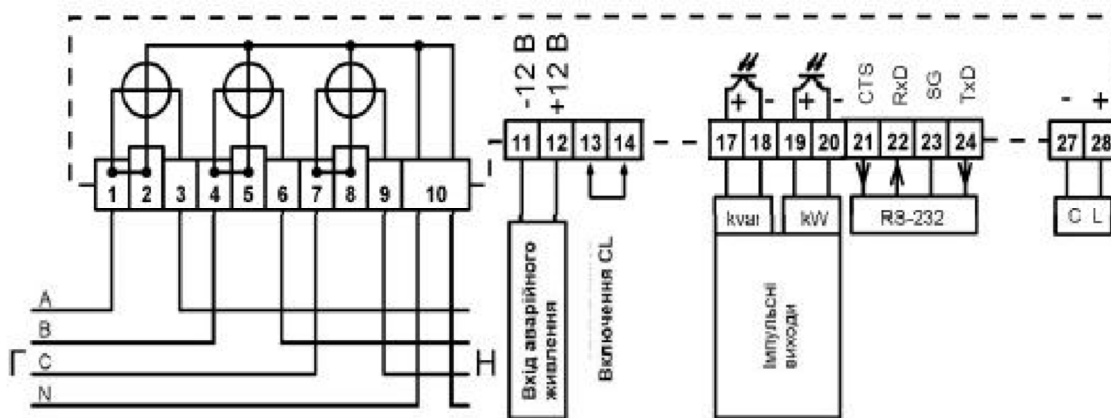


Рисунок 12 – Схема підключення лічильників НІК 2303І прямого включення за 4-провідною схемою з додатковим інтерфейсом RS-232



## **Апаратура та прилади**

1. Стенд для монтажу лічильників.
2. Лічильник електричної енергії НІК 2303І.
3. Лічильники електричної енергії НІК 2303І. Настанова з експлуатації.

## **Порядок виконання роботи**

1. Відкрити комутаційну панель лічильника електричної енергії НІК 2303І.
2. Установити на імітаційний стенд лічильник НІК 2303І.
3. Включити живлення стенда.
4. Зняти показання лічильника із РКІ.
5. Зробити висновки.

## **Контрольні запитання**

1. Яким чином виконується вимір активної й реактивної електричної енергії у лічильнику НІК 2303І?
2. З якою метою використовується релейний вихід?
3. Перелічите інтерфейси, що можуть використовуватися у лічильнику НІК 2303І?
4. Як довго зберігаються данні у лічильнику, якщо живлення вимикнути?

## **Лабораторна робота № 4**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ЛІЧИЛЬНИКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ АЛЬФА А1140**

Мета роботи: набути навичок монтажу, підключення та зняття показів лічильника електричної енергії серії Альфа А1140.

## **Теоретичні відомості**

Альфа А1140 – універсальний лічильник електроенергії, що надає унікальні можливості в організації обліку як для виробників, так і споживачів енергоресурсів.

Трифазні мікропроцесорні лічильники Альфа А1140 класу точності 1,0 призначені для обліку електроенергії в розподільних мережах, у дрібномоторному секторі, у побутового споживача, а також для технічного обліку на промислових підприємствах.

Застосування програмного забезпечення дозволяє здійснювати зчитування комерційних даних і програмування лічильника. При цьому зв'язок комп'ютера з лічильником може здійснюватися через оптичний і цифровий порт. Для використання лічильників у складі систем АСКОЕ може використатися інтерфейс RS-485 або багатоточковий інтерфейс RS-232, що дозволяє підключати на одну шину до 10 лічильників, а також імпульсний вихід.

Лічильник Альфа А1140 дозволяє вести облік активної й реактивної енергії у двох напрямках з використанням 4-х тарифних зон й 12 сезонів, вимірювати максимальну потужність, зберігати дані профілю навантаження у своїй пам'яті. Лічильники мають можливість вимірювати й відображати деякі параметри електромережі: фазні струми й напруги, частоту мережі, коефіцієнт потужності трифазної системи й пофазно, активну потужність трифазної системи й пофазно, кути між векторами струму напруги кожної фази.

Незважаючи на широкий діапазон функціональних можливостей лічильника він простий і надійний у використанні. Завдяки своїй вартості він доступний для застосування у побутових споживачів, а цифрові інтерфейси зв'язку дозволяють використати його в складі автоматизованих систем обліку електроенергії. Технічні характеристики лічильника Альфа А1140 представлені в таблиці 3.

Лічильник Альфа А1140 виробляється в сучасному компактному корпусі (рис. 13). Стандартне розташування монтажних отворів і габарити лічильника дозволяють легко встановлювати його практично в будь-які електротехнічні шафи.



Рисунок 13 – Загальний вид лічильника Альфа А1140: 1 – РКИ; 2 – знімний щиток; 3 – оптичний порт; 4 – кнопка RESET; 5 – кнопка ALT; 6 – світлодіод реактивної енергії; 7 – світлодіод активної енергії

Таблиця 3 – Технічні характеристики лічильника Альфа А1140

Найменування	Значення
Клас точності: – по активній енергії – по реактивній енергії	1,0 1,0
Номинальні напруги, В Відхилення від номінальної напруги, %	3×57/100, 3×230/400, 3×100, 3×230, ±20
Номинальний струм (максимальний струм), А – трансформаторне підключення – безпосереднє підключення	1(2), 5(6), 5(10) 5(100), за замовленням
Чутливість, % від номінального струму	0,2
Номинальна частота мережі, Гц	50±5%
Споживана потужність на фазу ВА (Вт) – ланцюга напруги – ланцюга струму: трансформаторне включення безпосереднє включення	1,3 (0,8) 0,01 (0,01) 0,04 (0,04)
Робочий діапазон температур, °С	–25 – +65
Кількість тарифних зон	до 4
Кількість сезонів	до 12
Похибка ходу внутрішніх годин	±0,5 с/добу
Параметри імпульсного виходу – напруга, не більше – струм – тривалість імпульсу	27 В 25 мА 50–250 мс з шагом 20 мс
Постійна лічильника на світлодіодному індикаторі LED й імпульсному виході, імп./кВт□год.: – трансформаторне підключення – безпосереднє підключення	10 000 1 000
Швидкість обміну інформацією при зв'язку з лічильником по цифрових інтерфейсах, Бод	300–9 600
Збереження даних у пам'яті, годин, не менше	100 000
Ступінь захисту корпусу	IP 53
Вологість (не конденсується), %	0–95
Габарити, мм	174×221×50
Середня наробітка до відмови, годин, не менше	150 000
Міжповітряний інтервал, років	16
Термін служби, років, не менше	30

Корпус лічильника складається з підстави, кришки лічильника, затискної плати й знімної кришки затискачів. Для зручності установки лічильника на звороті корпуса зверху передбачений кронштейн із кріпильним вушком, що має два отвори для кріплення лічильника.

Під прозорою кришкою лічильника розташовані:

- рідкокристалічний індикатор РКІ;
- два світлодіода LED (для контролю потоку активної й реактивної енергій);
- елементи оптичного порту;
- знімний щиток (з позначенням модифікації лічильника, номіналами струму й напруги й іншою інформацією); – кнопки керування ALT й RESET.

Кришка лічильника виконана з ударостійкого полікарбонату, стабілізованого ультрафіолетом, що забезпечує зручність і безпеку експлуатації при впливі зовнішніх факторів.

Натискання на кнопку RESET (скидання максимальної потужності) може бути заблоковано установкою пломби енергопостачальною організацією.

Затискну плату й виходи інтерфейсів (при наявності) лічильника прикриває кришка затискачів, що пломбується.

Лічильник A1140 має дві кнопки: кнопку керування рідкокристалічним індикатором ALT і кнопку RESET. Кнопка ALT розташована ближче до РКІ. Ліворуч від її розташована кнопка RESET.

Кнопка ALT призначена для перемикання РКІ лічильника в допоміжний режим і для прокручування відображуваних параметрів у допоміжному режимі й у сервісному режимі.

Кнопка RESET призначена для перемикання РКІ в сервісний режим.

Скидання максимальної потужності (RESET) виконується одночасним натисканням обох кнопок протягом приблизно трьох секунд. Кнопка RESET може бути заблокована пломбою для виключення можливості її натискання.

Лічильник оснащений семирозрядним рідкокристалічним індикатором. РКІ використовується для відображення програмувального набору обмірюваних й обчислених величин, а також інших допоміжних параметрів (рис. 14).

Кожен відображуваний параметр супроводжується символічним поясненням (підказкою). Для зручності перегляду набір параметрів РКІ може бути розділений на меню/сторінки, кожної з яких привласнюється власний заголовок для ідентифікації змісту. Для відображення комерційних і сервісних даних може бути створене до 20 меню-сторінок.

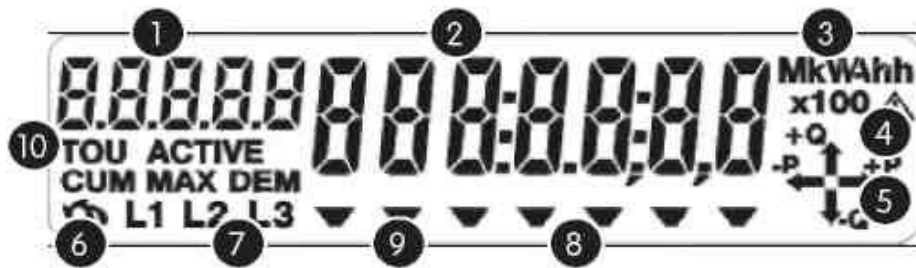


Рисунок 14 – Рідкокристалічний індикатор лічильника Альфа А1140:  
 1 – ідентифікатор відображуваного параметра; 2 – основне поле РКІ;  
 3 – іменовані величини параметра; 4 – сигнал помилки; 5 – індикатор напрямку потоку енергії; 6 – індикатор реверса енергії; 7 – індикатори наявності фаз напруги; 8 – стрілочний індикатор «Споживання»;  
 9 – стрілочний індикатор «Видача»; 10 – текстові індикатори  
 TOU – індикатор тарифу – у полі ідентифікатора відображуваного параметра висвітлюється номер тарифу (1–8). ACTIVE – індикатор активного тарифу; CUM – загальна енергія; MAX – максимальна; DEM – потужність; РКІ може працювати в трьох режимах: нормальний режим, допоміжний режим і сервісний режим

Нормальний режим. Дані відображаються на РКІ в циклічній послідовності. Цей режим роботи встановлюється при подачі живлення на лічильник. РКІ може бути запрограмований на відображення необхідних величин с заданим часом утримання параметра.

Допоміжний режим. Включається натисканням кнопки ALT. У цьому режимі відбувається покрокове прокручування параметрів. Кожен крок здійснюється натисканням кнопки ALT. У випадку припинення натискань на кнопку, відображуваний параметр буде відображатися протягом 30 секунд, після чого лічильник перейде в нормальний режим.

Сервісний режим. Включається натисканням кнопки RESET.

Перемикання параметрів сервісного режиму здійснюється кнопкою ALT.

Набір і характеристики відображуваних величин задаються програмно.

Ці характеристики містять у собі:

- розрядність відображуваних величин (максимум 8 розрядів);
- дробову частину (в цифрах після коми);
- коефіцієнти трансформації  $K_T$  і  $K_H$ ;
- одиниці виміру енергії й потужності (кВт або МВт, кВт·год або МВт·год).

На рисунку 15 приведена схема підключення лічильників Альфа А1140.

У випадку трансформаторного включення лічильника коефіцієнти трансформації трансформаторів струму й напруги можуть бути уведені в

лічильник. При цьому енергія й потужність будуть відображатися на РКІ з обліком  $K_T$  і  $K_n$ . Крім того, на РКІ можуть відображатися додаткові параметри мережі (струми, напруги, активна й реактивна потужності фаз тощо).

При відключенні напруги у вимірювальних ланцюгах всі накопичені дані переписуються з оперативної пам'яті лічильника в енергонезалежну пам'ять. При цьому підтримується тільки живлення календаря лічильника, що здійснюється літєвою батареєю.

У кожному лічильнику Альфа А1140 встановлена літєва батарея з напругою живлення 3 В, що підтримує ведення календаря при відключеному живленні лічильника.

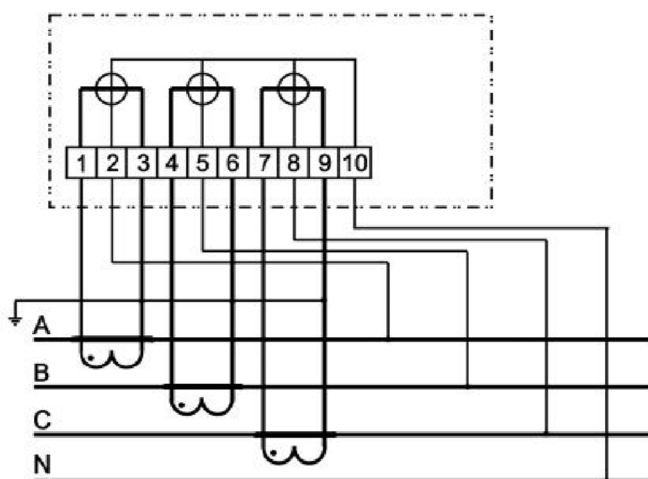


Рисунок 15 – Схема підключення лічильників Альфа А1140 трансформаторного включення за чотирипровідною схемою

Ведення календаря виконує окрема мікросхема з ультранизьким споживанням струму. Таким чином, ємності літєвої батареї повинне бути досить для забезпечення підтримки ходу годинка календаря на весь термін служби лічильника (при нормальній температурі й вологості).

У пам'яті лічильника разом з даними профілю навантаження відбивається дата й час фіксації наступних подій:

- включення живлення лічильника;
- відключення живлення лічильника;
- коректування часу;
- зміна конфігурації лічильника;
- скидання максимальної потужності.

Додатковою функцією лічильника Альфа А1140 є функція виміру параметрів мережі. Вимірюваними параметрами мережі є:

- напруги фаз;
- струми фаз;

- коефіцієнт потужності фаз і мережі;
- активна потужність фаз і мережі;
- частота мережі;
- кути векторів струмів; – чергування фаз.

### **Апаратура та прилади**

1. Стенд для монтажу лічильників.
2. Лічильник електричної енергії Альфа А1140.
3. Альфа А1140. Лічильник електричної енергії трифазовий електронний.

Інструкція з експлуатації ДЯІМ.411152.019 РЕ.

### **Порядок виконання роботи**

1. Відкрити комутаційну панель лічильника електричної енергії Альфа А1140.
2. Установити на імітаційний стенд лічильник Альфа А1140.
3. Включити живлення стенда.
4. Зняти показання лічильника із РКІ.
5. Зробити висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Яка кнопка використовується для покрокового прокручування параметрів?
2. Чи можна впливати на час індикації параметру на РКІ?
3. Перелічите інтерфейси, що можуть використовуватися у лічильнику Альфа А1140?
4. Як довго зберігається відлік часу у лічильнику, якщо живлення вимикнете?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Контроль та облік електричної енергії : конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітні програми «Електротехнічні системи електроспоживання» та «Електротехнічні системи електроспоживання (освітньо-наукова)» / П. П. Рожков, С. Е. Рожкова. – Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 107 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/45155/1/2017%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%20199%D0%9C%20%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%20%D1%81%D1%87%D0%B5%D1%82.pdf>, вільний).

2. Про затвердження Концепції побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку [Електрон. ресурс] : Наказ Міністерства палива та енергетики України від 17.04.2000 №32/28/276/75/54. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : [www.konus.biz/doc/ascuecon.doc](http://www.konus.biz/doc/ascuecon.doc), вільний (дата звернення: 25.09.2022). – Назва з екрана.

3. Правила улаштування електроустановок // Міненерговугілля України. – Харків : Форт, 2017. – 760 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: <https://artnergetyka.com.ua/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D1%83%D0%BB%D0%B0%D1%88%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BA.pdf>, вільний).

4. Про затвердження Кодексу систем розподілу [Електрон. ресурс] : Постанова від 14.03.2018 № 310. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://www.nerc.gov.ua/?id=31909>, вільний (дата звернення: 03.01.2022). – Назва з екрана.

5. Економічні аспекти автоматизації. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://bibl.com.ua/fizika/5/index.html>, вільний (дата звернення: 05.02.2022). – Назва з екрана.

6. Електроенергетика України. Структура, керування, інновації : монографія / І. В. Хоменко, О. А. Плахтій, В. П. Нерубацький, І. В. Стасюк. – Харків : НТУ «ХПІ», ТОВ «Планета-Прінт», 2020. – 132 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/4892>, вільний).

7. Черемісін М. М. Автоматизація обліку та управління електроспоживання / М. М Черемісін. – Харків : Факт, – 2005. – 320 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: [https://www.studmed.ru/cheremsn-mm-avtomatizacuya-oblku-ta-upravlnnya-elektrospozhivannya\\_779f193e08d.html](https://www.studmed.ru/cheremsn-mm-avtomatizacuya-oblku-ta-upravlnnya-elektrospozhivannya_779f193e08d.html), вільний).



*Електронне навчальне видання*

Методичні рекомендації  
до лабораторних занять  
із навчальної дисципліни

**«КОНТРОЛЬ ТА ОБЛІК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ»**

*(для здобувачів другого (магістерського)  
рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання  
зі спеціальності 141 – Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка)*

Укладач **ПЕРЕПЕЧЕНИЙ** Віталій Олександрович

Відповідальний за випуск *В. Є. Плюгін*  
*За авторською редакцією*  
Комп'ютерне верстання *В. О. Перепечений*

План 2022, поз. 462М

---

Підп. до друку 09.12.2022. Формат 60 × 84/16.  
Ум. друк. арк. 1,9

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса: office@kname.edu.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
№ ДК 5328 від 11.04.2017.