



Міністерство освіти і науки України  
**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Факультет енергетики, робототехніки та  
комп'ютерних технологій  
Кафедра електропостачання та  
енергетичного менеджменту

## **АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ**

**Методичні вказівки  
до виконання лабораторних робіт з дисципліни  
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти  
денної форми навчання  
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка»**

**Харків  
2023**

Міністерство освіти і науки України  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет енергетики, робототехніки та  
комп'ютерних технологій  
Кафедра електропостачання та  
енергетичного менеджменту

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ  
ТА КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ**

Методичні вказівки  
до виконання лабораторних робіт з дисципліни  
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти  
денної форми навчання  
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка»

Затверджено рішенням  
науково-методичної ради  
факультету енергетики,  
робототехніки та комп'ютерних  
технологій  
Протокол № 3  
від 22 лютого 2023 року

Харків  
2023

УДК 621.31

С 31

Схвалено на засіданні кафедри  
електропостачання та енергетичного  
менеджменту Протокол №7 від 8.02.2023 р.

**Рецензенти:**

**С. О. Тимчук**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ДБТУ;

**Ю. М. Хандола**, канд. техн. наук, зав. кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки ДБТУ.

С 31 Автоматизовані системи контролю та керування енергоспоживанням: метод. вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної форми навч. зі спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Держ. біотехнол. ун-т; авт.-уклад.: О. А. Савченко, В.Г. Пазій – Харків: [б. в.], 2023. – 96 с.

Методичні вказівки розроблено відповідно до програми навчальної дисципліни. Видання включає теоретичну частину, алгоритм виконання лабораторної роботи, контрольні запитання та перелік рекомендованої літератури.

Видання призначена для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

**УДК 621.31**

**Відповідальний за випуск: О. О. Мірошник**, д-р техн. наук

© Савченко О. А., Пазій В.Г., 2023.

© ДБТУ, 2023

## ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1. Конфігурування пристрою збирання та передавання даних про електроспоживання типу УСПД 164-01М .....	4
Лабораторна робота № 2. Програмування мікропроцесорних лічильників електричної енергії типу СЕ102 .....	20
Лабораторна робота № 3. Конфігурування мікропроцесорних лічильників електричної енергії типу СЕ303. ....	39
Лабораторна робота № 4. Випробування та налагодження комутуючого програмного пристрою .....	57
Лабораторна робота № 5. Вивчення методики випробування лічильників електричної енергії .....	64
Додаток А Зразок звіту з лабораторної роботи № 1 .....	84
Додаток Б Зразок звіту з лабораторної роботи № 2 .....	86
Додаток В Зразок звіту з лабораторної роботи № 3 .....	88
Додаток Д Зразок звіту з лабораторної роботи № 4 .....	90
Додаток Е Зразок звіту з лабораторної роботи № 5 .....	93

# **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 КОНФІГУРУВАННЯ ПРИБОРУ ЗБИРАННЯ ТА ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ ПРО ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ТИПУ УСПД 164-01М**

## **МЕТА РОБОТИ:**

1. Ознайомлення з призначенням та функціональними можливостями пристрою збирання та передавання даних (ПЗПД) типу УСПД 164-01М, що використовується в складі автоматизованих систем контролю і керування електроспоживанням (АСККЕ).
2. Отримання практичних навичок конфігурування ПЗПД типу УСПД 164-01М з використанням спеціалізованого програмного забезпечення (ПЗ) AdminTools.

## **ПРОГРАМА РОБОТИ**

1. Ознайомлення з призначенням, улаштуванням та функціональними можливостями ПЗПД типу УСПД 164-01М, що використовується в складі АСККЕ.
2. Вивчення основ роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням AdminTools.
3. Ознайомлення з лабораторним стендом локального устаткування збору та оброблення даних (ЛУЗОД) АСККЕ на основі комплексу технічних засобів ЗАТ «Енергоміра».
4. Налаштування та зчитування даних з внутрішньої пам'яті ПЗПД типу УСПД 164-01М з використанням програмного забезпечення AdminTools.

## **ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

Звіт з лабораторної роботи (оформлюється за зразком, що наведений у додатку А) повинен містити:

1. Назву та мету роботи.
2. Паспортні дані та основні технічні характеристики пристрою УСПД 164-01М.

3. Результати зчитування даних з внутрішньої пам'яті пристрою УСПД 164-01М про обсяги спожитої електроенергії, яка обліковується мікропроцесорними лічильниками, що входять до лабораторного стенда ЛУЗОД АСККЕ.

## **ПОЯСНЕННЯ ДО РОБОТИ**

### **Загальні відомості про призначення, улаштування та функціональні можливості пристрою УСПД 164-01М в складі АСККЕ**

ПЗПД типу УСПД 164-01М виробництва ЗАТ «Енергоміра» [1] призначений для застосування в складі АСККЕ промислових і комунально-побутових споживачів, а також об'єктів електроенергетики (електричних станцій, підстанцій та розподільних пунктів).

Функціями ПЗПД типу УСПД 164-01М в складі АСККЕ є:

- збір і вимірювальна обробка даних від лічильників електричної енергії з цифровими інтерфейсами та імпульсними вихідними пристроями;
- реєстрація положення комутаційних апаратів за допомогою підключення зовнішніх дискретних датчиків;
- передача накопичених даних певними каналами зв'язку на верхні ієрархічні рівні.

Загальний вигляд пристрою УСПД 164-01М наведений на рис. 1.1, а його основні технічні характеристики подані в табл. 1.1.

Пристрій УСПД 164-01М є функціонально та конструктивно закінченим виробом. Для підключення зовнішніх кіл пристрій має клемну колодку, рис. 1.2. Пристрій має такі входи та виходи:

- дискретні входи DI1 ... DI8 – для підключення лічильників з імпульсним виходом та датчиків телесигналізації;
- дискретні виходи DO1, DO2 – для підключення кіл керування комутаційних пристроїв (контакторів, високовольтних вимикачів) з метою дистанційного управління ними;

- аналогові входи AI1 ... AI4 – для підключення аналогових кіл вимірювання та сигналізації про режими роботи електричної мережі.

Для керування режимами роботи пристрій має п'ять перемикачів (SW1.1 – SW1.5), що розташовані на задній частині корпусу (див. рис. 1.2). Перемикачі мають таке призначення:

- SW1.1 - відключення вбудованого літєвого елемента (зупиняє годинник поточного часу): "ON" - елемент підключений, "OFF" - елемент відключений;
- SW1.2, SW1.3, SW1.4 - повинні бути встановлені в положення "OFF";
- SW1.5 - встановлення параметрів інтерфейсів у стан за замовчуванням.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд пристрою УСПД 164-01М

Таблиця 1.1 – Основні технічні та метрологічні характеристики пристрою УСПД 164-01М

Напруга основного резервного живлення, В	основного джерела	24±2
Максимальна потужність, Вт	споживана	5
Інтерфейси зібраних даних і конфігурування ПЗПД	для зчитування	RS485 (2 шт.), CAN, RS232
Каналоутворювальна апаратура зібраних даних конфігурування ПЗПД	для зчитування	зовнішні GSM/GPRS модеми, зовнішні перетворювачі з виходом каналу зв'язку на основі протоколів TCP/IP (Ethernet, WiFi та ін.), зовнішні перетворювачі інтерфейсів CE824, CE825 та аналогічні
Інтерфейси для збору даних з лічильників з цифровим інтерфейсом		RS485 (2 шт.), CAN
Каналоутворювальна апаратура для збору даних з лічильників з цифровим інтерфейсом		радіомодеми CE831, CE833, EMB-250, PLC-модеми CE832, CE834
Типи цифрових лічильників з цифровим інтерфейсом, які підтримуються пристроєм		всі лічильники з цифровим інтерфейсом виробництва ЗАТ "Енергомiра", лічильники з цифровим інтерфейсом, що підтримують протокол ModBus RTU
Загальна кількість каналів обліку		не більше 1000
Кількість каналів обліку	імпульсних	8



Продовження табл. 1.1

Пара- метри входу імпульсних каналів обліку	максимальна напруга на вході, В	27
	максимальний струм розімкненого каналу, мА	1
	максимальний струм замкненого каналу, мА	25
	максимальна частота імпульсів на вході каналу, Гц	10
	мінімальна тривалість вхідних імпульсів, мс	25
Період усереднення для імпульсних каналів обліку, хв		15, 30, 60
Пара метри тарифікації для імпульсних каналів обліку	кількість тарифів	не менше 8
	кількість тарифних розкладів	не менше 12
	кількість тарифних зон у добі	не менше 48
	кількість виняткових днів	не менше 64
Кількість тарифів для каналів обліку лічильників з цифровим інтерфейсом		відповідає кількості тарифів лічильників з цифровим інтерфейсом
Кількість груп обліку		4

Продовження табл. 1.1

Можливість синхронізації поточного часу від зовнішніх GPS-приймачів за протоколами NMEA, TSI		так
Керування УСПД		запис поточного часу, корекція поточного часу ( $\pm 30$ с один раз на добу), рестарт, завантаження заводської конфігурації
Самодіагностика		із заданим періодом, але не рідше 1 разу на годину та після вмикання
Журнали подій		є, не менше 100 записів кожного типу
Телесигналізація	кількість основних каналів	4
	види подій, що реєструються	норма, спрацьовування, обрив, коротке замикання
Телекерування	кількість каналів	2
	напруга, що комутується, В	40
	струм, що комутується, А	0,15
Обсяг пам'яті типу FLASH, Мбайт		8

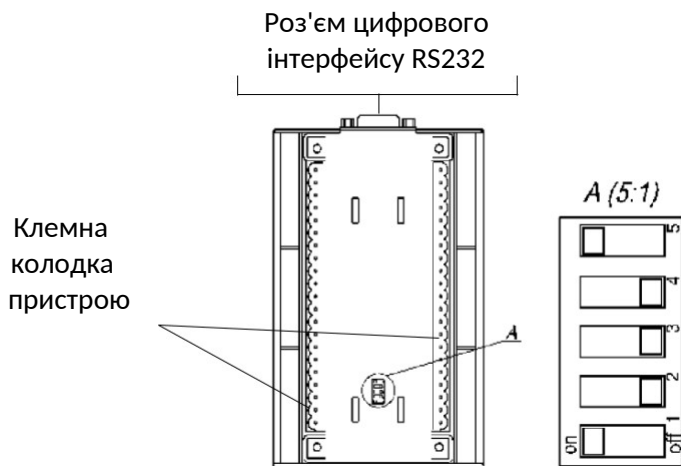


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд задньої частини корпусу пристрою УСПД 164-01М

Зовнішні кола живлення, кола інтерфейсів CAN, RS485-1, RS485-2, кола дискретних вхідних і вихідних каналів підключаються до затискачів колодки пристрою. Для підключення кіл інтерфейсу RS232 пристрій має вилку DB9 (див. рис. 1.2).

Для індикації стану живлення і стану інтерфейсів ПЗПД має світлодіодну індикацію.

Червоне світіння світлодіодів "DI1" ... "DI8" означає замкнутий стан відповідного входу.

Червоне світіння світлодіодів "RS485(1)" і "RS485(2)" означає роботу відповідного інтерфейсу в режимі передачі, зелене світіння - робота відповідного інтерфейсу в режимі прийому.

Червоне світіння світлодіодів "DO1" і "DO2" означає замкнутий стан відповідного виходу телекерування.

Інтерфейси RS485, CAN дають можливість підключити до 255 аналогічних пристроїв.

Конфігурування пристрою УСПД 164-01М здійснюється за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення AdminTools.

## **Основи роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням AdminTools**

Технологічне програмне забезпечення AdminTools [3] призначене для конфігурування, налагодження й контролю мікропроцесорних пристроїв виробництва ЗАТ «Енергоміра», які використовуються в складі АСККЕ, – лічильників, ПЗПД, модемів і т.д.

Після запуску та авторизації, з'являється головне вікно програми. В програмі передбачено два режими роботи:

- "Одиночний режим" – орієнтований на роботу з одним пристроєм;
- "Груповий режим" – орієнтований на виконання дій з одним або декількома пристроями одночасно і потребує попереднього налаштування структури "Мережі" пристроїв.

Зовнішній вигляд головного вікна в "Одиночному режимі" наведений на рис. 1.3.

Перемикання режиму здійснюється натисканням кнопок «Пристрій» або «Мережа» на «Панелі інструментів».

«Одиночний режим» роботи (режим роботи з одним пристроєм) є більш простим. Після вибору цього режиму у лівій частині головного вікна з'являється перелік доступних типів пристроїв, у якому необхідно виділити потрібний тип пристрою (натисканням лівої кнопки миші на піктограмі потрібного типу пристрою). У результаті цього в основній робочій області вікна відобразиться стартова сторінка, призначена для початку роботи з пристроєм в «Одиночному режимі», рис. 1.4.

Після налаштувань каналу зв'язку та протоколу обміну на однойменних панелях стартового вікна та натискання кнопки «Пошук пристрою» (лівою кнопкою «миші») у області «Пристрій» повинен відобразитись тип знайденого пристрою (за умови його фізичного під'єднання до відповідного каналу зв'язку).

Далі на панелі авторизації необхідно ввести логін та пароль доступу до пристрою і натиснути кнопку «Авторизація».

Після авторизації з'явиться можливість зчитування даних та конфігурування пристрою. Для цього на панелі «Провідника пристроїв» потрібно вибрати необхідний розділ пристрою та провести необхідні дії. Види розділів та доступні дії з ними залежать від типу пристрою і детально викладені в [3].

Для закінчення роботи з пристроєм на панелі доступних дій необхідно натиснути кнопку «Завершити сеанс», вимкнути живлення пристрою та ПК і від'єднати СОМ-кабель.

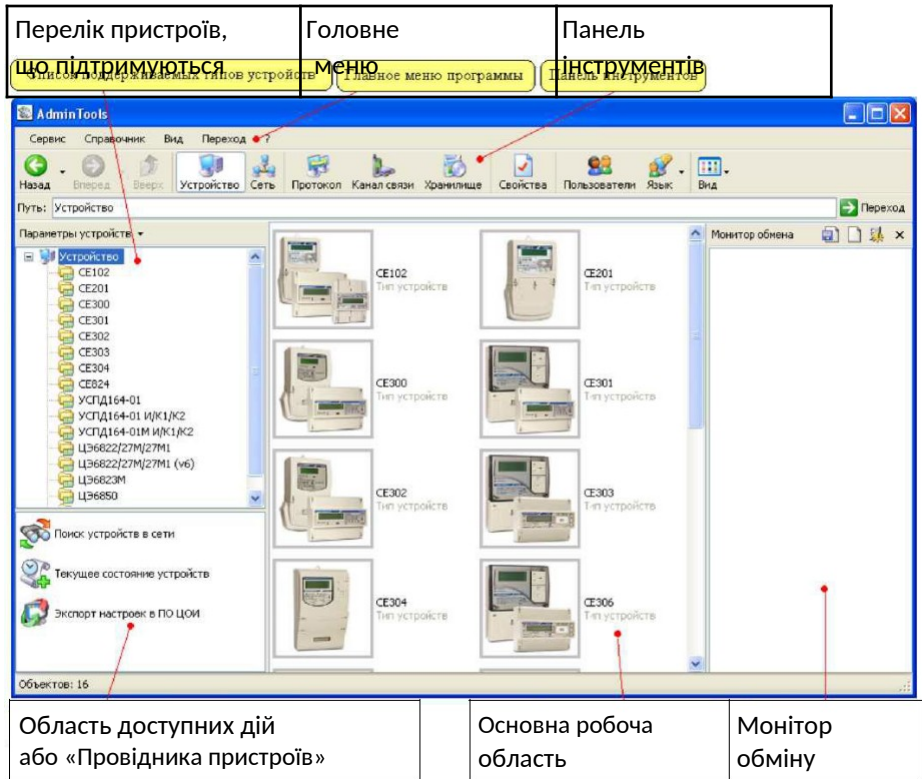
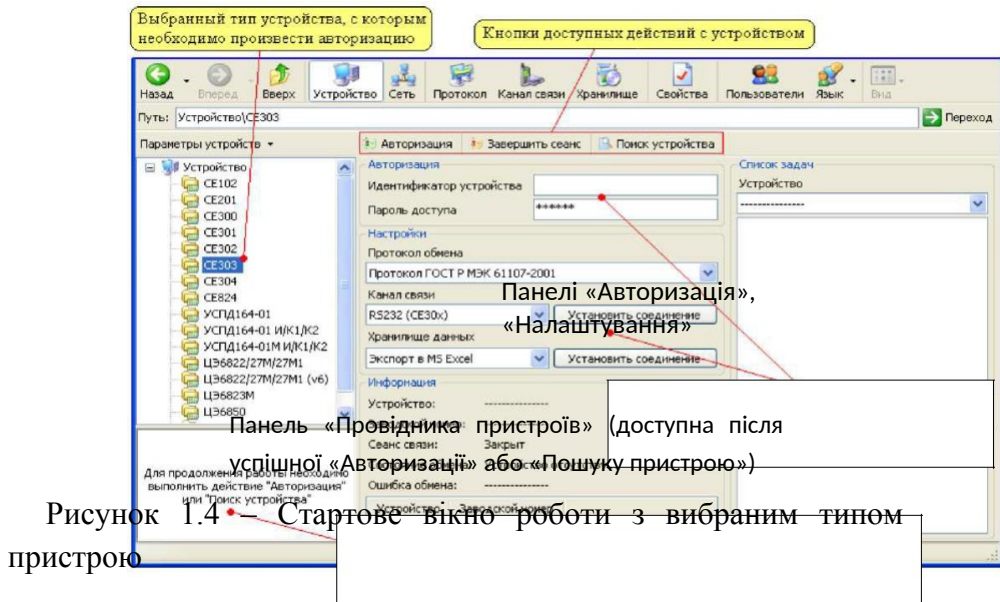


Рисунок 1.3 – Головне вікно програми AdminTools в "Одиночному режимі"

Вибраний тип пристрою

Кнопки доступних дій з пристроєм



## Відомості про лабораторний стенд ЛУЗОД АСККЕ на основі комплексу технічних засобів ЗАТ «Енергоміра»

Виконання лабораторної роботи проводиться на робочому місці, основою якого є стенд локального устаткування збору та оброблення даних АСККЕ, побудований на основі технічних засобів виробництва ЗАТ «Енергоміра». Структурна схема АСККЕ, нижній та середній ієрархічні рівні якої утворені сукупністю обладнання лабораторного стенда ЛУЗОД, наведена на рис. 1.5.

На нижньому рівні АСККЕ встановлено мікропроцесорні лічильники, які імітують облік електроенергії, що передається споживачам (Споживач 1, Споживач 2 та Споживач 3). Лічильники обладнані PLC-модулями для передавання даних по силовій мережі 220 В.

На середньому рівні для створення середовища зв'язку встановлено PLC-модем типу CE-832, з'єднаний з лічильниками через силову мережу 220 В. PLC-модем має цифровий інтерфейс RS485, за допомогою якого він підключений до пристрою збирання та передавання даних про електроспоживання типу УСПД 164-01М.

До складу лабораторного стенда ЛУЗОД АСККЕ входить також блок живлення типу БП-24.

Живлення 220 В подається на стенд за допомогою автоматичного вимикача.

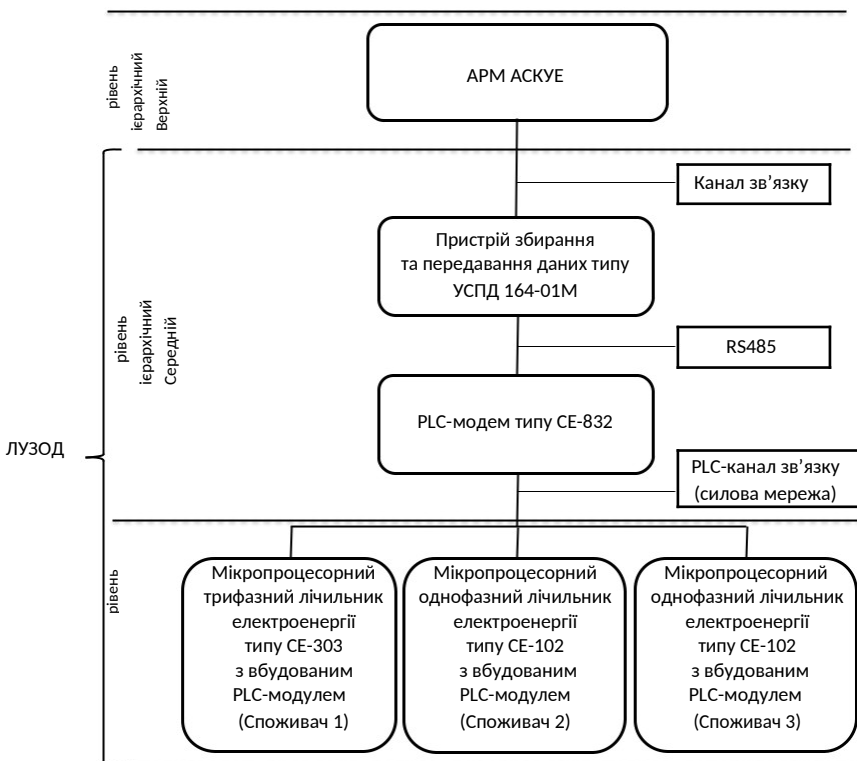


Рисунок 1.5 – Структурна схема АСККЕ, побудованої на основі лабораторного стенда ЛУЗОД виробництва ЗАТ «Енергоміра»

## ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Уважно ознайомтесь з відомостями про улаштування та функціональні можливості ПЗПД типу УСПД 164-01М в складі АСККЕ та основами роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням AdminTools.

2. Ознайомтесь з відомостями про лабораторний стенд ЛУЗОД АСККЕ, ідентифікуйте обладнання, встановлене на стенді.

3. З дозволу викладача, приступіть до підготовки з'єднання з пристроєм УСПД 164-01М, встановленим на лабораторному стенді ЛУЗОД АСККЕ. Для цього подайте загальне живлення в лабораторію автоматичним вимикачем, що встановлений на стіні поблизу вхідних дверей (автомат №1, зліва). **Обережно** під'єднайте перетворювач інтерфейсів USB-COM до USB-порту ПК, а кінець COM-кабеля – до роз'єму RS232 пристрою УСПД 164-01М. Ввімкніть ПК та дочекайтесь завантаження операційної системи, після чого подайте живлення на лабораторний стенд ЛУЗОД АСККЕ автоматичним вимикачем, встановленим на стенді. Запустіть файл AdminTools.exe програми AdminTools, розміщений на «Робочому столі». У вікні, що з'явиться, введіть логін STUDENT та пароль 311 і натисніть ОК. Після цього відкриється головне вікно програми, див. рис.

1.3.

4. Виберіть тип протоколу обміну та каналу зв'язку з пристроєм УСПД 164-01М. Для цього встановіть «Одиночний режим» роботи програми, натиснувши кнопку «Пристрій» на «Панелі інструментів» (використовуйте ліву кнопку «миші»). За допомогою прокрутки, зліва в полі «Параметри пристроїв» виберіть тип пристрою – «УСПД 164-01М (3.8 b2 і вище)». Після цього в основній робочій області вікна програми з'являться панелі «Авторизація», «Налаштування», див. рис. 1.4. На панелі «Налаштування» з випадаючих списків виберіть тип протоколу обміну «Протокол ViSync» та каналу зв'язку «RS232(УСПД 164-01)».



5. Налаштуйте параметри встановленого для пристрою УСПД 164-01М каналу зв'язку «RS232(УСПД 164-01)». Спочатку визначте номер СОМ-порта ПК, до якого приєднано перетворювач інтерфейсів USB-COM. Для цього, не закриваючи головного вікна програми AdminTools, відкрийте «Диспетчер пристроїв» ПК («Пуск → Панель управління → Продуктивність та обслуговування → Система → Обладнання → Диспетчер пристроїв → Порти») та знайдіть номер СОМ-порта, навпроти якого вказано назву перетворювача інтерфейсів – «USB-Serial Com Port». Закрийте «Диспетчер пристроїв». Після цього на «Панелі інструментів» головного вікна програми AdminTools натисніть кнопку «Канал зв'язку». У вікні «Довідник», що з'явиться, двічі клікніть на піктограмі з назвою каналу «RS232(УСПД 164-01)». У новому вікні «Налаштування СОМ-порта» на вкладці «Налаштування» з випадаючих списків виберіть такі параметри каналу зв'язку:

- "Послідовний порт" – визначений в «Диспетчері пристроїв» номер СОМ-порта, до якого приєднано перетворювач інтерфейсів USB-COM;

- "Швидкість" - 115200;

- "Парність" - "ні";

- "Біти даних" - 8; -

"Стопові біти" - 1;

- "Керування RTS" - "Вимк";

- "Обробка ЕХО" - "Вимк".

**Галочку в полі «Автоматичне визначення СОМ-порта» необхідно прибрати. Після цього натисніть кнопку ОК та закрийте вікно «Довідник».**

6. Здійсніть процедуру встановлення зв'язку з пристроєм УСПД 164-01М. Для цього в головному вікні програми натисніть кнопку «Пошук пристрою», див. рис. 1.4. Зачекайте закінчення процесу пошуку. В області «Пристрій» повинен відобразитись тип пристрою «УСПД 164-01М v.4.0b» та статус сеансу зв'язку. В полі «Ім'я користувача» введіть STUDENT, а в полі «Пароль доступу» пароль 311. Натисніть кнопку «Авторизація» та зачекайте закінчення процесу з'єднання з

пристроєм УСПД 164-01М, про що буде свідчити запис «відкритий» в полі «Сеанс зв'язку».

7. Зчитайте паспортні дані та версію програмного забезпечення з внутрішньої пам'яті пристрою. Для цього на панелі «Провідника пристроїв» (див. рис. 1.4) виберіть розділ «Інформація». На панелі, яка з'явиться в основній робочій області вікна, поставте мітки навпроти всіх параметрів і натисніть кнопку «Зчитати». В поля панелі з пристрою будуть зчитані його паспортні дані. Занесіть їх до звіту з лабораторної роботи.

8. Зчитайте з внутрішньої пам'яті пристрою УСПД 164-01М покази лічильника для активної електроенергії на кінець попереднього місяця. Номер лічильника стенду ЛУЗОД АСККЕ та тарифні зони, для яких необхідно провести зчитування даних, прийміть за табл. 1.2 згідно номера бригади.

Для зчитування даних про покази лічильника на кінець місяця на панелі «Провідника пристроїв» (див. рис. 1.4) виберіть розділ «Дані вимірювань»→«За каналами обліку»→«Покази на кінець місяця». На панелі, яка з'явиться в основній робочій області вікна, виберіть опцію «Глибина опитування від поточного момента» та встановіть у випадіючому списку періодичність «Місяць», кількість зрізів – «1». На панелі вибору тарифів поставте мітки навпроти тарифних зон, для яких потрібно провести зчитування даних. На панелі вибору каналів вимірювань поставте мітку навпроти потрібного лічильника (КУ1 – лічильник 1, КУ2 – лічильник 2, КУ3 – лічильник 3). Після цього натисніть кнопку «Зчитати дані». В нижній частині вікна повинна з'явитись інформація про покази лічильника станом на кінець попереднього місяця. Занесіть результати знімання даних у звіт.

9. Покажіть результати, отримані під час виконання лабораторної роботи, викладачу.

10. Для закінчення роботи з пристроєм у вікні «Параметри пристроїв» (ліва верхня частина головного вікна програми, див. рис. 1.4) виберіть «УСПД 164-01М (3.8 b2 і вище)» і натисніть кнопку «Завершити сеанс». Дочекавшись запису «закритий» в

полі «Сеанс зв'язку», вимкніть живлення лабораторного стенда та завершіть роботу програми AdminTools та операційної системи ПК. Від'єднайте СОМ-кабель від пристрою УСПД 164-01М та від ПК і здайте робоче місце викладачу.

Таблиця 1.2 Номер лічильника та тарифні зони для зчитування даних про обсяги перетоку електроенергії

Номер бригади	Номер лічильника	Тарифні зони
1	1	«Сума», «Тариф1»
2	2	«Сума», «Тариф1»
3	3	«Сума», «Тариф1»
4	1	«Тариф2», «Тариф3»
5	2	«Тариф2», «Тариф3»
6	3	«Тариф2», «Тариф3»

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Призначення, основні функції та структурні схеми АСККЕ.
2. ЛУЗОД АСККЕ, його склад та функції.
3. Призначення, основні функції пристрою УСПД 164-01М в складі АСККЕ, його будова та технічні характеристики.
4. Призначення та основні можливості спеціалізованого програмного забезпечення AdminTools.
5. Опишіть процедуру налаштування каналу зв'язку та протоколу обміну для пристрою УСПД 164-01М.
6. Опишіть процедуру синхронізації дати і часу ПК та пристрою УСПД 164-01М.
7. Опишіть процедуру зчитування даних про паспортні дані та версію ПЗ, обсяги перетоків електроенергії з пристрою УСПД 164-01М.

## ЛІТЕРАТУРА

1. САНТ.411151.001-03 РЭ Пристрій збирання і передавання даних УСПД 164-01М. Керівництво з експлуатації [Електронний ресурс] / – Режим доступу: [http://www.energomera.ru/documetations/uspdl64\\_01m\\_re.pdf](http://www.energomera.ru/documetations/uspdl64_01m_re.pdf)
2. Черемісін М. М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням / М. М. Черемісін, В. М. Зубко. – Х. : Факт, 2005. – 192 с.
3. Технологічне програмне забезпечення «AdminTools» версії 3.3b SP2. Керівництво оператора [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://www.energomera.ru/ru/software/AdminTools>

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТИПУ СЕ102**

### **МЕТА РОБОТИ:**

1. Ознайомлення з призначенням та функціональними можливостями мікропроцесорних лічильників електричної енергії «Енергоміра» типу СЕ102, що використовується в складі автоматизованих систем контролю і керування електроспоживанням (АСККЕ).
2. Отримання практичних навичок конфігурування лічильників СЕ102.

### **ПРОГРАМА РОБОТИ**

1. Ознайомлення з призначенням та функціональними можливостями мікропроцесорних лічильників електричної енергії «Енергоміра» типів СЕ102.
2. Вивчення основ роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням AdminTools для конфігурування лічильників.
3. Зчитування даних з внутрішньої пам'яті та налаштування тарифного розкладу мікропроцесорного лічильника електричної енергії «Енергоміра» типу СЕ102 з використанням спеціалізованого програмного забезпечення AdminTools.

### **ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

Звіт з лабораторної роботи (оформлюється за зразком, що наведений у додатку Б) повинен містити:

1. Назву та мету роботи.
2. Розшифровку умовного позначення лічильника типу СЕ102, вказаного у таблиці 2.3 згідно номера бригади.
3. Паспортні дані вказаного лічильника, отримані шляхом зчитування даних з його пам'яті.
4. Тарифний розклад лічильника, вказаний у таблиці 2.4 згідно номера бригади.

## ПОЯСНЕННЯ ДО РОБОТИ

Лічильники CE102 призначені для вимірювання електричної енергії в колах змінного струму, організації багатотарифного обліку електроенергії, виміру параметрів мережі . CE102 є однофазним однонаправленим лічильником активної енергії.

Загальний вигляд лічильників CE102 з виконанням корпусу S7 наведений на рис. 2.1. Лічильники мають інтерфейси зв'язку й призначені для роботи як автономно, так й у складі автоматизованої системи контролю та керування енергоспоживанням (АСККЕ) для передачі вимірюваних або обчислених параметрів на диспетчерський пункт з контролю, обліку й розподілу електричної енергії.

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 44 доби.

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.

Лічильник вимірює миттєві значення (час інтегрування одна секунда) фізичних величин, що характеризують однофазну електричну мережу, і може використатися як вимірник параметрів, наведених у таблиці 2.1.

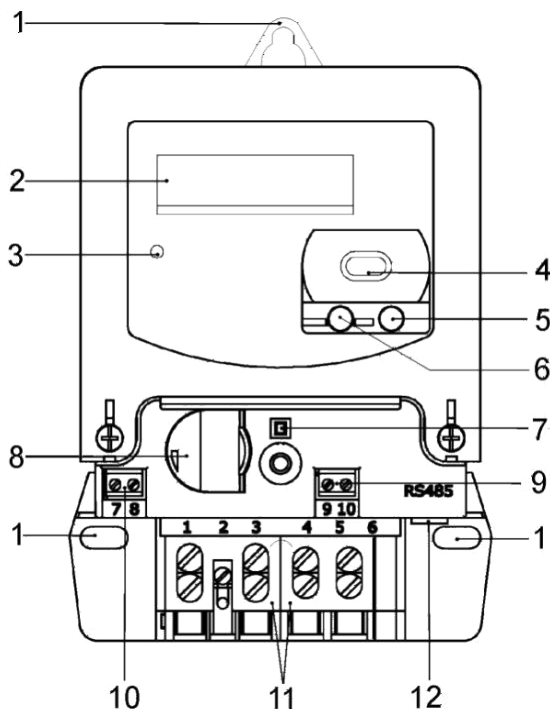


Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд лічильників CE102 з виконанням корпусу S7: 1 - кріплення для установки на щиток; 2 – рідкокристалічний індикатор (РКІ); 3 - світловий індикатор; 4 - датчик ІК-порту (для виконання «О») або оптичного порту (для виконання «J»); 5 - кнопка «Перегляд»; 6 - кнопка «Доступ» (тільки для виконання «J»); 7 - датчик електронної пломби (тільки для виконання «V»); 8 - тримач батареї; 9 - клеми реле сигналізації (тільки для виконання «S»); 10 - клеми випробувального вихідного пристрою; 11 - клеми для підключення лічильника до мережі змінного струму; 12 - роз'єм інтерфейсу RS485 (тільки для виконання «A») або роз'єм для підключення зовнішньої антени (тільки для виконання «R2»)

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики лічильника СЕ102

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	–



Продовж. табл. 2.1

1	2	3
Номинальне (припустиме) напруга електричних імпульсних виходів, не більше, В	10 (24)	Напруга постійного струму
Номинальне (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, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200	–
Швидкість обміну по інтерфейсу M-Bus, бод	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600	–
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	160000	–
Середній термін служби, років	30	–

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.

Структура умовного позначення лічильників SE102 наведена на рис. 2.2.

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.

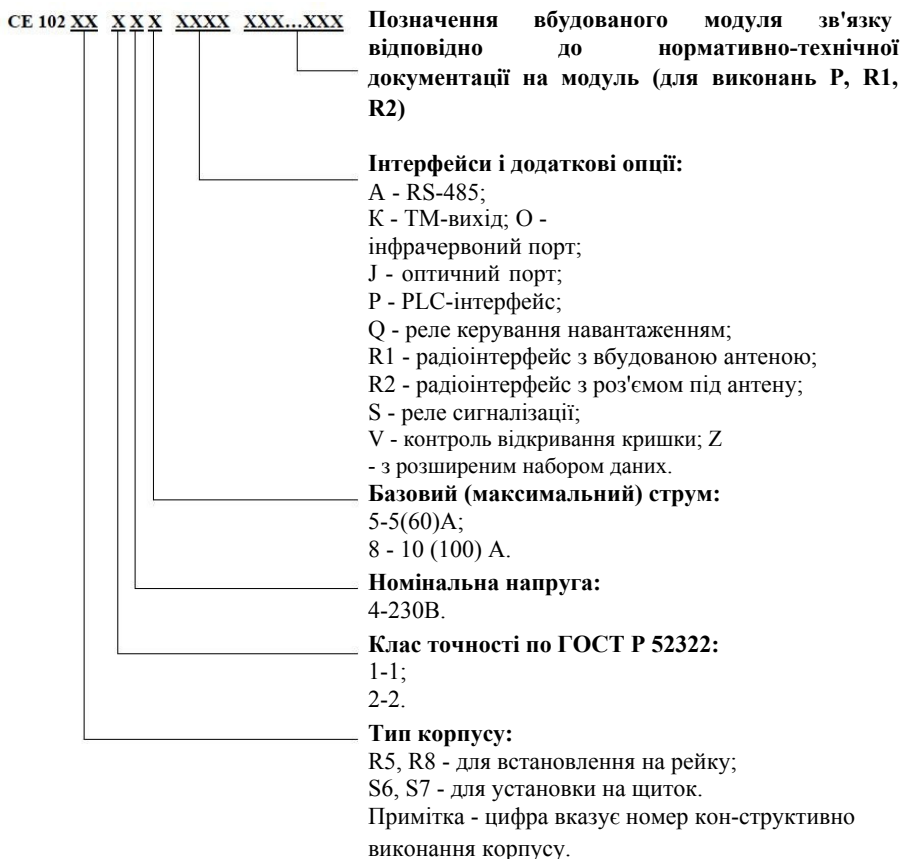


Рисунок 2.2 – Структура умовного позначення лічильників CE102

Лічильник має оптичний порт або інтерфейс RS-485, або інтерфейс M-Bus, або оптичний порт із інтерфейсом RS-485, 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.

На рисунку 2.3 зображена схема підключення лічильника СЕ102.



Рисунок 2.3 – Схема прямого вмикання лічильника СЕ102

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.

Лічильник виконаний у пластмасовому корпусі. 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» (присутня для деяких модифікацій лічильника), що пломбується; кнопка «Перегляд»; панель із написами.

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

Лічильник, залежно від виконання, забезпечує параметризацію та обмін інформацією із зовнішніми пристроями обробки даних через оптопорт («J» - в умовному позначенні) або через інтерфейс RS-485 («A» - в умовному позначенні) із застосуванням спеціального програмного забезпечення «Admin Tools», яке розміщене на інтернет-ресурсі виробника [energomera.kharkov.ua](http://energomera.kharkov.ua). Інтерфейс RS-485 дозволяє підключати до 96 лічильників на одну загальну шину.

Порядок користування інтерфейсами та додаткові технічні і програмні засоби, необхідні для їх використання, - наведені в настанові з експлуатації на лічильник відповідного виконання.

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 рідкокристалічний індикатор у вікні шириною сім десяткових знаків з десятковою точкою.

Режими індикації лічильника CE102 з корпусом S7 наведені на рис. 2.4.

Перегляд інформації можливий в автоматичному або в ручному режимі.

В автоматичному режимі відбувається циклічна зміна індикації (блок, обведений пунктиром на рис. 2.4).

Для перегляду інформації в ручному режимі необхідно натискати на механічну (для лічильників в корпусах типу S7) кнопку «ПЕРЕГЛЯД» (знак «ПРСМ» на рис. 2.4) для відображення потрібної інформації відповідно до рис. 2.4.

Числові значення показань можуть відрізнятися для кожного лічильника.

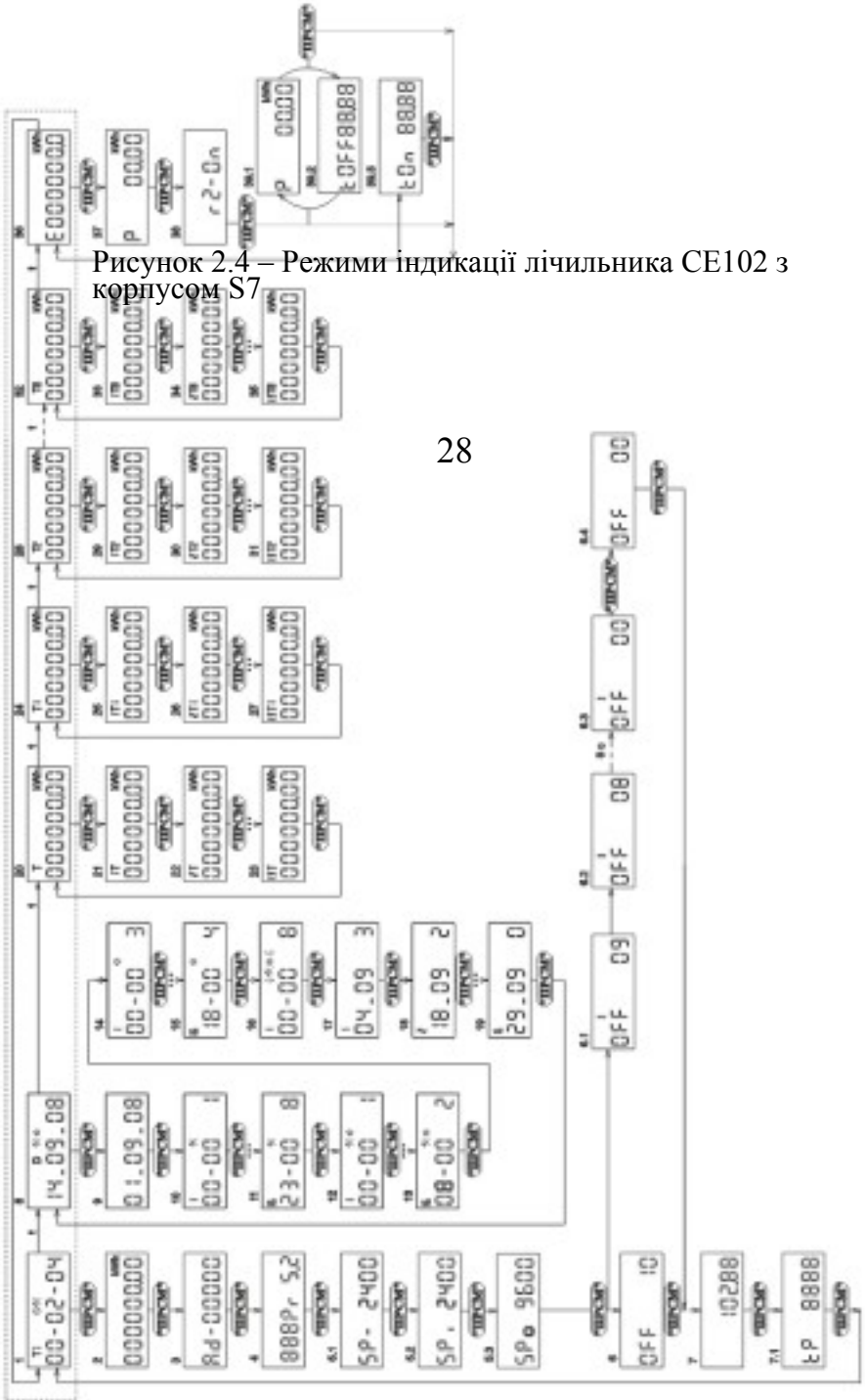


Рисунок 2.4 – Режими індикації лічильника CE102 з корпусом S7

На малюнку 17:

На рис. 2.4:

- 1 - режим індикації часу, при цьому відображається номер діючого тарифу (Т1) і тип тарифної програми (~~Х~~- робоча);
- 2 - поточна (усереднена за останній хвилинний інтервал) потужність з одиницями вимірювання (kW);
- 3 - адреса лічильника;
- 4 - перші три цифри кадру - контрольна сума ВПО лічильника. PrX.XX - версія програмного забезпечення;
- 5.1 - швидкість обміну даними по додатковому інтерфейсу - що відображається жастея тільки для лічильників виконань «О»;
- 5.2 - швидкість обміну даними по додатковому інтерфейсу - що відображається жастея тільки для лічильників виконань «J»;
- 5.3 - швидкість обміну даними по оптичному інтерфейсу - відображає-ся тільки для лічильників виконань «J»;
- 6, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 - режим включення вбудованого реле управління навантаженням - відображається тільки для лічильників виконання «Q» в корпусі R8 (якщо реле включено або включення в даний момент неможливо, то відображається тільки 6);
- 7 - ідентифікаційне найменування ПО;
- 7 - параметр для збору статистики по надійності (технологічний параметр); 8 - режим індикації поточної дати у форматі «день\_місяць\_год»;
- 9 - при цьому дата початку місяця;
- 10 - індикація часу перемикання і номера тарифу для першої тарифної зони програми робочого дня (час перемикання 00-00, тариф 1, номер тарифної зони - 1);
- 11 - індикація часу перемикання і номера тарифу для шістнадцятої тарифної зони програми робочого дня (час перемикання 23-00, тариф 8, номер тарифної зони - 16);
- 12 - індикація часу перемикання і номера тарифу для першої тарифної зони програми суботнього дня (час перемикання 00-00, тариф 1, номер тарифної зони - 1);
- 13 - індикація часу перемикання і номера тарифу для шістнадцятої тарифної зони програми суботнього дня (час перемикання 08-00, тариф 8, номер тарифної зони - 16);
- 14 - індикація часу перемикання і номера тарифу для першої тарифної зони програми недільного дня (час перемикання 00-00, тариф 3, но-заходів тарифної зони - 1);
- 15 - індикація часу перемикання і номера тарифу для шістнадцятої тарифної зони програми недільного дня (час перемикання 18-00, тариф 4, номер тарифної зони - 16);

- 16 - індикація часу перемикання і номера тарифу для першої тариф-ної зони програми особливого дня (час перемикання 00-00, тариф 8, номер тарифної зони - 1);
- 17 - індикація особливої дати №1, що спрацьовує в поточному місяці, з впізнанням дати і типу тарифної програми (0 - особлива, 1 - робоча, 2 - суботня, 3 - недільна);
- 18 - індикація особливої дати №2, що спрацьовує в поточному місяці, з впізнанням дати і типу тарифної програми (0 - особлива, 1 - робоча, 2 - суботня, 3 - недільна);
- 19 - індикація особливої дати №6, що спрацьовує в поточному місяці, з впізнанням дати і типу тарифної програми (0 - особлива, 1 - робоча, 2 - суботня, 3 - недільна);
- 20 - індикація поточної суми по задіяним тарифами із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ );
- 21 - індикація суми по задіяним тарифами із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) на кінець минулого місяця (1T);
- 22 - індикація суми по задіяним тарифами із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) на кінець позаминулого місяця (2T);
- 23 - індикація суми по задіяним тарифами із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) на кінець 13 місяці тому (13T);
- 24 - індикація електроенергії, врахованої за тарифом 1 (T1), із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ );
- 25 - індикація електроенергії, врахованої за тарифом 1 на кінець минулого місяця (1T1), із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ );
- 26 - індикація електроенергії, врахованої за тарифом 1 на кінець позапрошлого місяці (2T1), із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ );
- 27 - індикація електроенергії, врахованої за тарифом 1 на кінець 13 місяці тому (13T1), із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ );
- 28 - індикація електроенергії, врахованої за тарифом 2 (T2), із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ );
- 29 - індикація електроенергії, врахованої за тарифом 2 на кінець минулого місяця (1T2), із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ );
- 30 - індикація електроенергії, врахованої за тарифом 2 на кінець позапрошлого місяці (2T2), із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ );
- 31 - індикація електроенергії, врахованої за тарифом 2 на кінець 13 місяці тому (13T2), із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ );
- 32 - індикація електроенергії, врахованої за тарифом 8 (T8), із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ );
- 33 - індикація електроенергії, врахованої за тарифом 8 на кінець минулого місяця (1T8), із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ );
- 34 - індикація електроенергії, врахованої за тарифом 8 на кінець позапрошлого місяці (2T8), із зазначенням одиниць виміру ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ );

- 35 - індикація електроенергії, врахованої за тарифом 8 на кінець 13 місяці тому (13T8), із зазначенням одиниць виміру ( $kW \cdot h$ );
- 36 - індикація залишку ліміту по електроенергії (E) із зазначенням одиниць виміру ( $kW \cdot h$ ) - відображається тільки для лічильників виконання «JZ»;
- 37 - індикація встановленого ліміту по потужності в лічильнику (P) з вкапізнанням одиниць виміру ( $kW$ ) - відображається тільки для лічильників исполне-ня «JZ»;
- 38 - індикація стану реле управління навантаженням - відображається толь-ко для лічильників виконання «JQZ»;
- 39.1 - поточна (усереднена за останній хвилинний інтервал) потужність, циклічно змінюється з кадром 39.2. Відображається лише для лічильників испол-нення «JQZ» при перевищенні ліміту потужності;
- 39.2 - час до відключення реле управління навантаження, циклічно змінює-ся з кадром 39.1. Відображається лише для лічильників виконання «JQZ» при перевищенні ліміту потужності;
- 39.3 - час до автоматичного включення реле управління навантаження. Відображається лише для лічильників виконання «JQZ».

Відображення врахованої електроенергії за тарифами T2-T8 відбувається за присутності даного тарифу в тарифній програмі лічильника. При обліку електроенергії тільки за одним тарифом поточна сума по тарифах не відображається.

Лічильник дозволяє задати для однієї доби до 16 тарифних зон (точок перемикавання тарифів). Певний тариф діє від заданого часу до найближчого часу перемикавання на інший тариф. У випадку, коли найменший час перемикавання тарифу визначений не з початку доби, до цього моменту діє тариф з найбільшим заданим часом у добовому розкладі. Порядок задання тарифів довільний. Приклад побудови добового розкладу наведений в табл. 2.2, а схема його дії - на рис. 2.5.

Таблиця 2.2 – Приклад побудови добового тарифного розкладу лічильника SE102

Час початку дії тарифу	Діючий тариф
4:30	II
7:30	III
9:00	I
11:00	III
13:30	I



16:00	III
18:00	II
20:30	IV

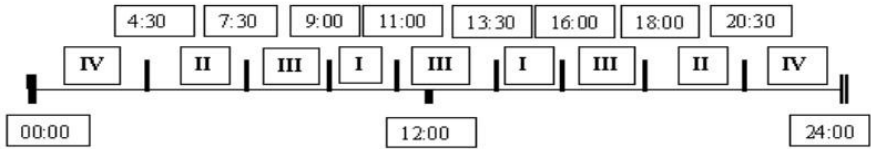


Рисунок 2.5 – Схема дії тарифного розкладу згідно табл. 2.2

Опис основ роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням AdminTools для програмування лічильників CE102 та лабораторного стенда локального устаткування збору та оброблення даних АСККЕ, побудованого на основі технічних засобів виробництва ЗАТ «Енергоміра», наведений в лабораторній роботі №1.

## ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

**Увага! За відсутності змін в налаштуваннях інтерфейсів пункти 6, 7, 12, 13 можуть бути пропущені.**

1. Уважно ознайомтесь з відомостями про улаштування та функціональні можливості лічильників CE102 та основами роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням AdminTools для програмування лічильників.

2. Ознайомтесь з відомостями про лабораторний стенд ЛУЗОД АСККЕ, ідентифікуйте обладнання, встановлене на стенді.

3. Розшифруйте умовне позначення заданого в табл. 2.3 лічильника типу CE102.

4. З дозволу викладача, приступіть до підготовки з'єднання через PLC-інтерфейс з лічильником CE102, що встановлений на лабораторному стенді. Для цього подайте загальне живлення в лабораторію автоматичним вимикачем, що встановлений на стіні поблизу вхідних дверей (автомат №1, зліва). **Обережно** під'єднайте перетворювач інтерфейсів USB- RS-485 до USB-порту ПК, а кінець кабеля – до роз'єму RS-232 пристрою УСПД

164-01М, що встановлений на стенді. Ввімкніть ПК та дочекайтесь завантаження операційної системи, після чого подайте живлення на лабораторний стенд ЛУЗОД АСККЕ автоматичним вимикачем, встановленим на стенді. Запустіть програму AdminTools, ярлик якої розміщений на «Робочому столі». У вікні, що з'явиться, введіть логін STUDENT та пароль 311 і натисніть ОК. Після цього відкриється головне вікно програми (див. рис. 1.3 лабораторної роботи №1)

Таблиця 2.3 – Заданий лічильник CE102

Номер бригади	Лічильник CE102
1	1 (зліва)
2	2 (справа)
3	1 (зліва)
4	2 (справа)
5	1 (зліва)
6	2 (справа)

5. Виберіть тип протоколу обміну та каналу зв'язку з пристроєм УСПД 164-01М. Для цього встановіть «Одиночний режим» роботи програми, натиснувши кнопку «Пристрій» на «Панелі інструментів» (використовуйте ліву кнопку «миші»). За допомогою прокрутки, зліва в полі «Параметри пристроїв» виберіть тип пристрою – «УСПД 164-01М (3.8 b2 і вище)». Після цього в основній робочій області вікна програми з'являться панелі «Авторизація», «Налаштування», див. рис. 1.4. На панелі «Налаштування» з випадаючих списків виберіть тип протоколу обміну «Протокол ViSync» та каналу зв'язку «RS232(УСПД 164-01)».

6. Налаштуйте параметри встановленого для пристрою УСПД 164-01М каналу зв'язку «RS232(УСПД 164-01)». Спочатку визначте номер СОМ-порта ПК, до якого приєднано перетворювач інтерфейсів USB-COM. Для цього, не закриваючи головного вікна програми AdminTools, відкрийте «Диспетчер пристроїв» ПК («Пуск → Панель управління → Продуктивність та обслуговування → Система → Обладнання → Диспетчер пристроїв → Порти») та знайдіть номер СОМ-порта, навпроти

якого вказано назву перетворювача інтерфейсів – «USB-Serial Com Port». Закрийте «Диспетчер пристроїв». Після цього на «Панелі інструментів» головного вікна програми AdminTools натисніть кнопку «Канал зв'язку». У вікні «Довідник», що з'явиться, двічі клікніть на піктограмі з назвою каналу «RS232(УСПД 164-01)». У новому вікні «Налаштування COM-порта» на вкладці «Налаштування» з випадаючих списків виберіть такі параметри каналу зв'язку:

- "Послідовний порт" – визначений в «Диспетчері пристроїв» номер COM-порта, до якого приєднано перетворювач інтерфейсів USB-COM;

- "Швидкість" - 115200;

- "Парність" - "ні";

- "Біти даних" - 8;

- "Стопові біти" - 1;

- "Керування RTS" - "Вимк";

- "Обробка ECHO" - "Вимк".

**Галочку в полі «Автоматичне визначення COM-порта» необхідно прибрати. Після цього натисніть кнопку ОК та закрийте вікно «Довідник».**

7. Налаштуйте параметри протоколу зв'язку «Протокол ViSync». Для цього на «Панелі інструментів» головного вікна програми AdminTools натисніть кнопку «Протокол». У вікні «Довідник», що з'явиться, двічі клікніть на піктограмі з назвою протоколу «Протокол ViSync». У новому вікні встановіть параметри: «Час очікування відповіді» - 10000, «Кількість запитів» - 1, «Розмір пакету» - 250. Натисніть «ОК» та закрийте вікно «Довідник».

8. Здійсніть процедуру встановлення зв'язку з пристроєм УСПД 164-01М. Для цього в головному вікні програми натисніть кнопку «Пошук пристрою», див. рис. 1.4. Зачекайте закінчення процесу пошуку. В області «Пристрій» повинен відобразитись тип пристрою «УСПД 164-01М v.4.0b» та статус сеансу зв'язку. Натисніть кнопку «Авторизація» та зачекайте закінчення процесу з'єднання з пристроєм УСПД 164-01М, про що буде свідчити запис «відкритий» в полі «Сеанс зв'язку».

9. Здійсніть перезапис типу PLC-модему в пам'яті пристрою УСПД. Для цього виберіть розділ «Конфігурація»→«Вимірювання»→«Лічильники з цифровим інтерфейсом»→«Канали зв'язку для обміну з ЛЦІ». На панелі, яка з'явиться в основній робочій області вікна справа, двічі клацніть на напису «Модем PLC CE832C5» в першому рядку. У новому вікні натисніть ОК. Натисніть команду «Записати», розміщену зверху. Після запису застосуйте команду, перейшовши по шляху «Команди»→«Дії з конфігурацією». На панелі справа у випадяючому списку виберіть команду «Застосувати зміни» та натисніть кнопку «Виконати».

10. Встановіть прямий доступ до порту RS-485 УСПД, через який він з'єднаний з PLC-модемом. Для цього на панелі «Провідника пристроїв» (див. рис. 1.4) виберіть розділ «Команди»→«Прямий доступ до інтерфейсів». На панелі, яка з'явиться в основній робочій області вікна, у випадяючому списку «Дія» виберіть «Відкрити прямий доступ до інтерфейсу» та натисніть команду «Виконати». Перевірте встановлення прямого доступу. Для цього виберіть розділ «Стан»→«Прямий доступ до інтерфейсів». На панелі, яка з'явиться в основній робочій області вікна, поставте галочку навпроти слова «Параметри» та натисніть команду «Зчитати». Впевніться, що у полі «Статус прямого доступу» знаходиться напис «Відкритий». Якщо це не так, то зачекайте декілька хвилин і повторно перевірте встановлення прямого доступу.

11. Налаштуйте параметри сеансу зв'язку із заданим згідно табл. 2.3 лічильником типу CE102. Для цього за допомогою прокрутки, зліва в полі «Параметри пристроїв» виберіть тип пристрою – «CE102». В полі «Адреса пристрою» задайте адресу-ідентифікатор лічильника, яка відповідає 5 останнім цифрам його заводського номера. В полі «Пароль доступу» введіть пароль 00000000. На панелі «Налаштування» з випадяючих списків виберіть тип протоколу обміну «Протокол CE для лічильників» та каналу зв'язку «RS232(CE102)».

12. Налаштуйте параметри встановленого для лічильника CE102 каналу зв'язку «RS232(CE102)». Для цього на «Панелі

інструментів» головного вікна програми AdminTools натисніть кнопку «Канал зв'язку». У вікні «Довідник», що з'явиться, двічі клікніть на піктограмі з назвою каналу «RS232(CE102)». У новому вікні «Налаштування COM-порта» на вкладці «Налаштування» з випадаючих списків виберіть такі параметри каналу зв'язку:

- "Послідовний порт" – визначений в «Диспетчері пристроїв» номер COM-порта, до якого приєднано перетворювач інтерфейсів USB-COM;

- "Швидкість" - 115200;

- "Парність" - "ні";

- "Біти даних" - 8;

- "Стопові біти" - 1;

- "Керування RTS" - "Вимк";

- "Обробка ECHO" - "Вимк".

13. Налаштуйте параметри протоколу зв'язку «Протокол CE для лічильників». Для цього на «Панелі інструментів» головного вікна програми AdminTools натисніть кнопку «Протокол». У вікні «Довідник», що з'явиться, двічі клікніть на піктограмі з назвою протоколу «Протокол CE для лічильників». У новому вікні встановіть параметри: «Час очікування відповіді» - 7000, «Кількість запитів» - 2. Натисніть «ОК» та закрийте вікно «Довідник».

14. Встановіть сеанс зв'язку із заданим згідно табл. 2.3 лічильником типу CE102. Для цього натисніть кнопку «Авторизація» та зачекайте закінчення процесу з'єднання, про що буде свідчити запис «відкритий» в полі «Сеанс зв'язку».

15. Зчитайте паспортні дані та версію програмного забезпечення з внутрішньої пам'яті заданого згідно табл. 2.3 лічильника CE102. Для цього на панелі «Провідника пристроїв» (див. рис. 1.4) виберіть розділ «Інформація». На панелі, яка з'явиться в основній робочій області вікна, поставте мітки (червоного кольору) навпроти всіх параметрів і натисніть кнопку «Зчитати». В поля панелі з пристрою будуть зчитані його паспортні дані. Занесіть їх до звіту з лабораторної роботи.

16. Проведіть конфігурацію добового тарифного розкладу лічильника згідно табл. 2.4. Для цього на панелі «Провідника пристроїв» (див. рис. 1.4) виберіть розділ «Конфігурація»→«Тарифна програма»→«Тарифікація». На панелі, яка з'явиться в основній робочій області вікна, задайте тарифний розклад для робочих днів. Для цього у області «Програма робочого дня» клацніть на назві колонки «№1 (час)». У новому вікні впевніться, що в полі «Номера параметрів» вказано всі 12 місяців року (значення «1-12»). У випадуючому списку «№1 (час)» виберіть час початку тарифної зони згідно табл. 2.4, крок інтервалу залиште рівним нулю та натисніть «ОК». Далі клацніть на назві колонки «№1 (тариф)». У новому вікні впевніться, що в полі «Номера параметрів» вказано всі 12 місяців року (значення «1-12»). У випадуючому списку «№1 (тариф)» виберіть відповідний тариф згідно табл. 2.4, крок інтервалу залиште рівним нулю та натисніть «ОК». Аналогічно задайте розклад для інших 3 тарифних зон. Натисніть кнопку «Записати». Після закінчення запису поставте червоні мітки навпроти кожного з місяців року, натисніть кнопку «Зчитати» і впевніться у правильності тарифного розкладу.

Таблиця 2.4 – Добовий тарифний розклад лічильника СЕ102

Час початку дії тарифу	Діючий тариф для бригади №					
	1	2	3	4	5	6
00:00	II	I	II	I	II	I
7:00	III	III	IV	II	IV	III
13:30	I	IV	III	IV	III	II
22:30	IV	II	I	III	I	IV

17. Перевірте відповідність тарифу для поточного часу заданому тарифному розкладу безпосередньо за даними лічильника. Для цього дочекайтесь індикації на рідкокристалічному дисплеї відповідного лічильника його внутрішнього поточного часу. В такому режимі на дисплеї також відображається поточний тариф у формі «Т номер тарифу». Зверте його із заданим у табл. 2.4 для поточного часу лічильника.

18. Покажіть результати, отримані під час виконання лабораторної роботи, викладачу.

19. Для закінчення роботи у вікні «Параметри пристроїв» (ліва верхня частина головного вікна програми, див. рис. 1.4) виберіть «CE102» і натисніть кнопку «Завершити сеанс». Дочекайтесь запису «закритий» в полі «Сеанс зв'язку». Далі у вікні «Параметри пристроїв» виберіть «УСПД 164-01М v.4.0b» і натисніть кнопку «Завершити сеанс». Дочекайтесь запису «закритий» в полі «Сеанс зв'язку». Вимкніть живлення лабораторного стенда та завершіть роботу програми AdminTools та операційної системи ПК. Від'єднайте СОМ-кабель від пристрою УСПД 164-01М та від ПК і здайте робоче місце викладачу.

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Призначення, основні функції лічильників CE102.
2. ЛУЗОД АСККЕ, його склад та функції.
3. Призначення та основні можливості спеціалізованого програмного забезпечення AdminTools.
4. Опишіть процедуру налаштування каналу зв'язку з лічильником CE102 через PLC-інтерфейс.
5. Опишіть процедуру синхронізації дати і часу ПК лічильником CE102.
6. Опишіть процедуру зчитування паспортних даних та версії ПЗ, обсяги перетоків електроенергії з лічильника CE102.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Лічильник електричної енергії однофазний CE102. Керівництво користувача [Електронний ресурс] / – Режим доступу: [http://www.energomera.ru/documentations/ce102\\_p\\_re.pdf](http://www.energomera.ru/documentations/ce102_p_re.pdf)
2. Черемісін М. М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням / М. М. Черемісін, В. М. Зубко. – Х. : Факт, 2005. – 192 с.
3. Технологічне програмне забезпечення «AdminTools» версії

3.3b SP2. Керівництво оператора [Електронний ресурс] / –  
Режим доступу: <http://www.energomera.ru/ru/software/AdminTools>

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 КОНФІГУРУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТИПУ СЕ303**

### **МЕТА РОБОТИ:**

1. Ознайомлення з призначенням та функціональними можливостями мікропроцесорних лічильників електричної енергії «Енергоміра» типу СЕ303, що використовується в складі автоматизованих систем контролю і керування електроспоживанням (АСККЕ).

2. Отримання практичних навичок конфігурування лічильників СЕ303 та перевірки їх функції автоматичного знеструмлення споживача при перевищенні встановленого ліміту потужності.

### **ПРОГРАМА РОБОТИ**

1. Ознайомлення з призначенням та функціональними можливостями мікропроцесорних лічильників електричної енергії «Енергоміра» типу СЕ303.

2. Вивчення основ роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням AdminTools для конфігурування лічильників.

3. Налаштування та зчитування даних з внутрішньої пам'яті мікропроцесорного лічильника електричної енергії «Енергоміра» типу СЕ303 з використанням спеціалізованого програмного забезпечення AdminTools.

4. Перевірка функції автоматичного знеструмлення споживача при перевищенні встановленого ліміту потужності.

### **ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

Звіт з лабораторної роботи (оформлюється за зразком, що наведений у додатку В) повинен містити:



3. Назву та мету роботи.
4. Розшифровку умовного позначення лічильника типу СЕ303.

3. Паспортні дані лічильника, отримані шляхом зчитування даних з його пам'яті.

4. Результати конфігурування лічильника та перевірки функції автоматичного знеструмлення споживача при перевищенні встановленого ліміту потужності.

5. Висновки з лабораторної роботи.

## **ПОЯСНЕННЯ ДО РОБОТИ**

Лічильники СЕ303 призначені для вимірювання та обліку активної та реактивної електричної енергії в трифазних чотирипровідних мережах змінного струму напругою  $3 \times 230/400\text{В}$  частотою 50 Гц, організації багатотарифного обліку (до 4-х тарифів) та застосування у автоматизованих системах контролю та керування енергоспоживанням (АСККЕ). Лічильники виконують: облік активної електричної енергії - за модулем, незалежно від напрямку струму в колах навантаження; облік реактивної електричної енергії – окремо по кожному із напрямків - споживання та відпускання (генерація). Лічильники додатково вимірюють параметри мережі та навантаження. Лічильник призначені для безпосереднього підключення до вимірюваної мережі та розраховані на максимальний струм кожної фази до 100 А. Сфера застосування лічильників – на об'єктах промисловості, побуту та комунального господарства. На замовлення споживача лічильники постачаються в прозорих або непрозорих корпусах (з прозорими або непрозорими складовими корпусів).

Загальний вигляд лічильника СЕ303 з корпусом S34 (лічильник з даним типом корпусу встановлено на навчальному стенді) наведений на рис. 3.1.

Затверджений міжповірочний інтервал лічильника складає 16 років. Лічильник встановлюється в місцях, що мають додатковий захист від впливу зовнішнього середовища (приміщення, стояки, шафи зовнішнього застосування) з робочими умовами



Структура умовного позначення лічильників CE303 наведена на рис. 3.2. В табл. 3.1 подано пояснення символів в умовному позначенні лічильника. Приклад запису лічильника CE303 S31 503 IAQYVZ: лічильник для установки в шафу (S31), класу точності 0,5S по активній енергії і 0,5 по реактивній (5), з номінальною напругою 57,7 В (0), з номінальним 5 А і максимальним 10 А струмом (3), с IrDA-портом (I), з модулем інтерфейсу EIA485 (A), з реле управління (Q), на два напрямки обліку (Y), з контролем розтину кришки (V) і розширеним набором параметрів позначається (Z).

CE 30x X XXX X...X X...X

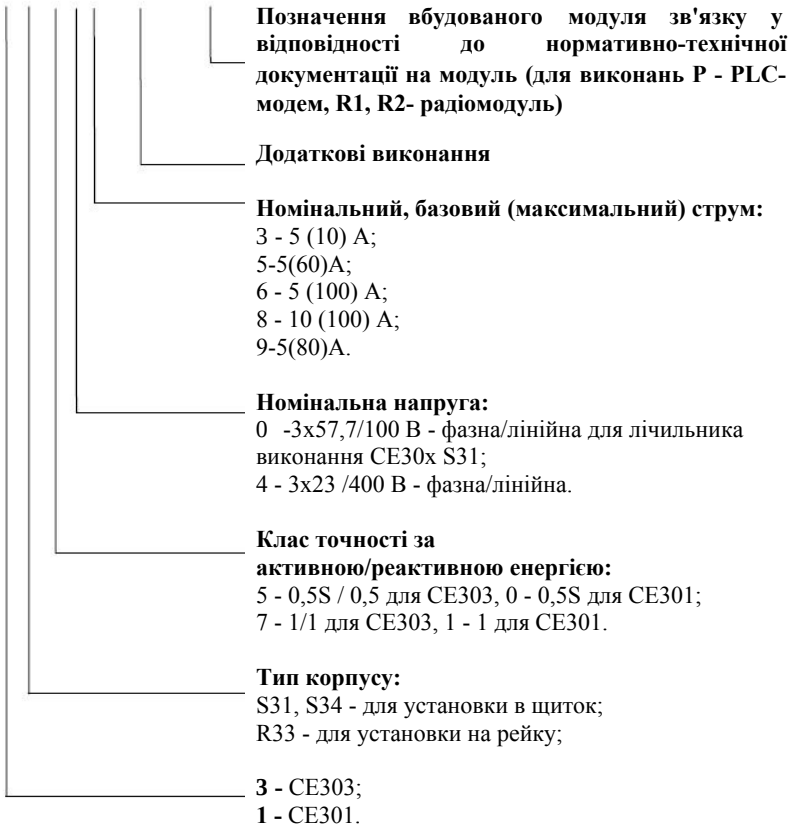


Рисунок 3.2 – Структура умовного позначення лічильників CE303

Таблиця 3.1 – Пояснення символів в умовному позначенні лічильників CE303

Тип корпусу	Позначення	Пояснення позначення
SX (S31 або S34 ) R33; SX	G	GSM-інтерфейс
	A	RS-485
SX	E	RS-232
SX	P	PLC-інтерфейс
SX	R1	Радіомодуль з антеною
SX	R2	Радіомодуль без антени
SX	T	Ethernet
R33; SX	I	IrDA 1.0
R33; SX	J	Оптичний порт
R33; S31	Q	Реле керування змінного струму
S34	Q2	Реле керування навантаженням
R33; S31	S	Реле сигналізації змінного струму 2 напрямки обліку
R33; SX	Y	
R33; SX	V	Контроль відкриття кришки затискачів (електронна пломба)
R33; SX	Z	Розширений набір параметрів
SX	Z(1)	Резервне джерело живлення
SX	Z(2)	Підсвічування дисплея
SX	Z(12)	Резервне джерело живлення і підсвічування дисплея
SX	X	Знижене власне споживання

Лічильник забезпечує параметризацію і обмін інформацією із зовнішніми пристроями обробки даних через оптопорт, інтерфейс RS-485 (виконання «JAVZ») та через PLC-інтерфейс

(виконання «JPVZ») із застосуванням спеціального програмного забезпечення «Admin Tools». Порядок користування інтерфейсами та додаткові технічні і програмні засоби, необхідні для користування інтерфейсами, наведені в настанові з експлуатації лічильника. Для встановлення зв'язку з лічильником (для його авторизації) у головному вікні програми «Admin Tools» в меню «Устрійство» необхідно вибрати «CE303». В програму лічильника при випуску з виробництва введені наступні значення: ідентифікатор (програмний) CE303v(версія ПЗ); заводський номер (відповідно до позначення в Свідоцтві про приймання); на внутрішньому годиннику лічильника встановлено київський час (GMT+2); автоперехід на зимовий/літній час – дозволений; введено тарифний розклад: T1 - з 7:00 до 23:00 години, T2 – з 23:00 до 7:00 години; при неможливості визначення діючого тарифу (збій лічильника, збій годинника, інше) облік здійснюється у резервний реєстр T5; інтервал усереднення потужностей – 30 хв.; швидкість обміну по оптопорту, інтерфейсу RS-485 або PLC-інтерфейсу відповідно 300, 9600 та 2400 бод; параметри, які виводяться на дисплей в режимі автоматичної циклічної індикації: результати обліку за тарифами та сумарні, поточна дата; будь-які ліміти контролю – не встановлено.

Лічильник веде облік по тарифах, згідно із заданими параметрами тарифікації та часу вбудованих годин.

Поточний тариф відображається на РКІ лічильника в групах параметрів 2, 3 і 5 з відповідним позначенням з ряду T1, T2, T3, T4. Відсутність позначення тарифу вказує, що тариф не визначений (не задано тарифний розклад або виявлена некоректна робота вбудованого годинника) і облік ведеться по п'ятому тарифу.

Загальні дані лічильників CE303 наведені в табл. 3.2, а їх детальні технічні характеристики - в табл. 3.3.

При перегляді параметрів сумарна енергія по всіх тарифах відображається з позначенням "TOTAL", тарифна - відповідним позначенням тарифу з ряду T1, T2, T3, T4 або миготливими

усіма чотирма (Т1-Т4) для п'ятого тарифу, сумарна по задіяних тарифах - одночасним світінням позначень задіяних тарифів.

Одиниці вимірювання відображуваних значень енергії/потужності відображаються з відповідною мнемонікою "kW·h" / "kW" і "kvar·h"/"kvar" і характеризують відповідно тип енергії/потужності: активна і реактивна.

Таблиця 3.2 – Загальні дані лічильників СЕ303

Умовне позначення	Клас точності	Номінальна напруга, В	Номінальний базовий (максимальний) струм, А	Постійна лічильника, імп./(кВт·год), імп./(кВАр·год)
СЕ303 S31 745 X...X	1/1	3x230/400	5 (60)	800
СЕ303 S31 746 X...X	1/1	3x230/400	5 (100)	450
СЕ303 S31 748 X...X	1/1	3x230/400	10 (100)	450
СЕ303 S34 745 X...X	1/1	3x230/400	5 (60)	800
СЕ303 S34 746 X...X	1/1	3x230/400	5 (100)	450
СЕ 301 S31 003 X...X	0,5S	3x57,7/100	5 (10)	8 000
СЕ 301 S31 043 X...X	0,5S	3x230/400	5 (10)	4 000
СЕ 301 S31 145 X...X	1	3x230/400	5 (60)	800
СЕ 301 S31 146 X...X	1	3x230/400	5 (100)	450
СЕ 301 S31 148 X...X	1	3x230/400	10 (100)	450

Під РКІ, на панелі лічильника є піктограми:



У нижній частині РКІ шляхом засвічення маркерів " - " виводиться наступна інформація:

Найменування характеристики	Значення характеристики	Примітка
Номінальні (максимальні) струми	5(10) А	Трансформаторне вмикання

- " $\bullet 10^3 / \bullet 10^6$ " - множник значення на дисплеї величини (постійна індикація -  $10^3$ , миготіння -  $10^6$ );


Таблиця 3.3 – Детальні технічні характеристики лічильників СЕ303

Базові(максимальні) струми	5(60); 5(80); 5(100); 10(100) А		Безпосереднє вмикання
Номинальна фазна напруга	57,7; 230 В		
Робоча фазна напруга	$(0,75 \dots 1,15) U_{ном}$		
Номинальна частота мережі	$(50 \pm 2,5)$ Гц		
Коефіцієнт несинусоїдальності напруги і струму в мережі, %, не більше	8		
Поріг чутливості	безпосереднє вмикання	трансформаторне вмикання	активна/реактивна* енергія
	-	$0,001 I_{ном}$	$0,5S/0,5$
	$0,002 I_b$	-	1/1
Повна потужність, що споживається струмовим колом, не більше	0,1 (В•А)		за номінального (базового) струму
Повна потужність, що споживається колом напруги, не більше (лічильник без додаткових модулів)	9(В•А) (0,8 Вт)		за номінального значення напруги

- "I←" - позначає, що відображаються параметри обліку зворотного направлення (відпущеної енергії);
- "P +" - відображає, що в поточний момент облік активної енергії ведеться в прямому напрямку (споживання);
- "P-" - відображає, що в поточний момент облік активної енергії ведеться в зворотному напрямку (відпуск);
- "Q +" - відображає, що в поточний момент облік реактивної енергії ведеться в прямому напрямку (споживання);
- "Q-" - відображає, що в поточний момент облік реактивної енергії ведеться в зворотному напрямку (відпуск);
- індикація одночасно обох напрямків означає наявність одночасно споживання і віддачі в різних фазах;
- "Err" - відображає фіксацію збою в роботі лічильника (збій годин або пам'яті накопичується або метрологічних параметрів,



помилка коду в пам'яті програми, розтин електронної пломби в лічильниках з електронної пломбою);

- "  " - постійне світіння відображає зниження рівня напруги батареї нижче 2,2 В, не введений заводський номер лічильника або встановлену технологічну перемичку всередині лічильника;

- миготіння лампи відображає обмін по інтерфейсу.

Перегляд інформації можливий як в ручному, так і в автоматичному режимах.

В автоматичному режимі (якщо він не заборонений) перегляд інформації виконується відповідно до заданого списком параметрів.

В ручному режимі можливий перегляд всіх параметрів, якщо не заданий режим перегляду по списку автоматичного режиму.

Через 30 секунд після останнього натискання будь-якої з кнопок (при перегляді параметрів в ручному режимі), можливі такі режими індикації:

- лічильник продовжує зміну індикації в автоматичному режимі (якщо він дозволений);

- лічильник переходить на 1 кадр 1 групи параметрів (якщо заданий режим переходу на 1 кадр 1 групи параметрів);

- лічильник залишається на останньому кадрі (режим стеження за зміною параметра).

Перегляд інформації в ручному режимі здійснюється за допомогою кнопок "КАДР" і "ПРСМ".

Є два типи натискання на кнопку:

- тривалий - час утримання кнопки в натиснутому стані більше 2-х секунд;

- коротке - утримання кнопки в натиснутому стані менше 1 с.

Тривале натискання кнопки "КАДР" послідовно перемикає відображення груп (на індикаторі відображається словом PArt) параметрів від "01" до "12":

1. Енергетичні параметри наростаючим підсумком.
2. Параметри мережі і напруга батареї.

3. Службові параметри 1 (час, дата, коефіцієнти трансформації, час усереднення).
4. Накопичення поточних місяці і доби.
5. Накопичення і прогнозована потужність поточного інтервалу усереднення.
6. Максимуми потужностей поточного місяця.
7. Службові параметри 2 (дозволена енергія, ліміти, реле, швидкість обміну, версія).
8. Тарифний розклад.
9. Архів місячних значень.
10. Архів добових значень.
11. Архів максимальних місячних потужностей.
12. Архів фактичних величин потужності.

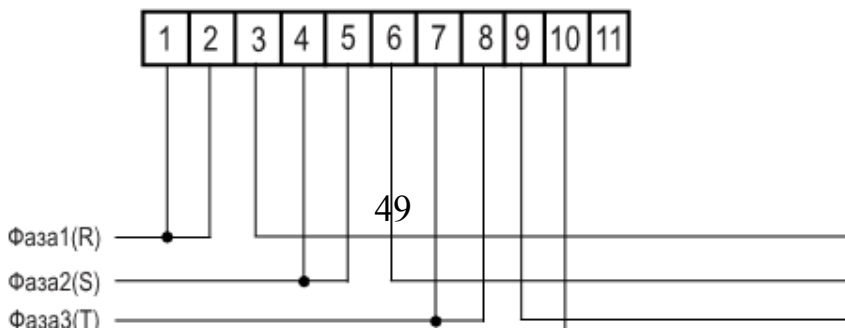
Коротке натискання кнопки "КАДР" гортає кадри параметрів всередині груп. Для виконання лічильника з підсвічуванням РКІ при відключеному підсвічуванні перше натискання кнопки "КАДР" вмикає підсвічування без перегортання кадру.

Тривале натискання кнопки "ПРСМ" при перегляді груп параметрів, які містять різні види енергетичних параметрів, послідовно перемикає (прискорено по відношенню до короткого натискання кнопки "КАДР") відображення прямої активної, зворотної активної, прямої реактивної і зворотної реактивної енергії (потужності).

Коротке натискання кнопки "ПРСМ" в групах місячних і добових значень, фактичних величин потужності і максимумів дозволяє вибирати дати параметрів, що переглядаються, а в групі параметрів мережі прискорено переходити до наступного параметру минаючи індикацію фазних значень.

Схема прямого вмикання лічильника СЕ-303 наведена на рис.

3.3.



### Рисунок 3.3 – Схема прямого вмикання лічильника СЕ-303

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.

Більш детальний опис основ роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням AdminTools для програмування лічильників СЕ303 та лабораторного стенда локального устаткування збору та оброблення даних АСККЕ, побудованого на основі технічних засобів виробництва ЗАТ «Енергоміра», наведений в лабораторній роботі №1.

### **ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ**

**Увага! За відсутності змін в налаштуваннях інтерфейсів пункти 6, 7, 12, 13 можуть бути пропущені.**

1. Уважно ознайомтесь з відомостями про улаштування та функціональні можливості лічильників СЕ303 та основами роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням AdminTools для програмування лічильників.

2. Ознайомтесь з відомостями про лабораторний стенд ЛУЗОД АСККЕ, ідентифікуйте обладнання, встановлене на стенді.

3. Розшифруйте умовне позначення лічильника типу СЕ303, що встановлений на лабораторному стенді.

4. З дозволу викладача, приступіть до підготовки з'єднання через PLC-інтерфейс з лічильником СЕ303. Для цього подайте загальне живлення в лабораторію автоматичним вимикачем, що

встановлений на стіні поблизу вхідних дверей (автомат №1, зліва). **Обережно** під'єднайте перетворювач інтерфейсів USB-RS-485 до USB-порту ПК, а кінець кабеля – до роз'єму RS-232 пристрою УСПД 164-01М, що встановлений на стенді. Ввімкніть ПК та дочекайтесь завантаження операційної системи, після чого подайте живлення на лабораторний стенд ЛУЗОД АСККЕ автоматичним вимикачем, встановленим на стенді. Запустіть програму AdminTools, ярлик якої розміщений на «Робочому столі». У вікні, що з'явиться, введіть логін STUDENT та пароль 311 і натисніть ОК. Після цього відкриється головне вікно програми (див. рис. 1.3 лабораторної роботи №1)

5. Виберіть тип протоколу обміну та каналу зв'язку з пристроєм УСПД 164-01М. Для цього встановіть «Одиночний режим» роботи програми, натиснувши кнопку «Пристрій» на «Панелі інструментів» (використовуйте ліву кнопку «миші»). За допомогою прокрутки, зліва в полі «Параметри пристроїв» виберіть тип пристрою – «УСПД 164-01М (3.8 b2 і вище)». Після цього в основній робочій області вікна програми з'являться панелі «Авторизація», «Налаштування», див. рис. 1.4. На панелі «Налаштування» з випадаючих списків виберіть тип протоколу обміну «Протокол ViSync» та каналу зв'язку «RS232(УСПД 164-01)».

6. Налаштуйте параметри встановленого для пристрою УСПД 164-01М каналу зв'язку «RS232(УСПД 164-01)». Спочатку визначте номер COM-порта ПК, до якого приєднано перетворювач інтерфейсів USB-COM. Для цього, не закриваючи головного вікна програми AdminTools, відкрийте «Диспетчер пристроїв» ПК («Пуск → Панель управління → Продуктивність та обслуговування → Система → Обладнання → Диспетчер пристроїв → Порти») та знайдіть номер COM-порта, навпроти якого вказано назву перетворювача інтерфейсів – «USB-Serial Com Port». Закрийте «Диспетчер пристроїв». Після цього на «Панелі інструментів» головного вікна програми AdminTools натисніть кнопку «Канал зв'язку». У вікні «Довідник», що з'явиться, двічі клікніть на піктограмі з назвою каналу «RS232(УСПД 164-01)». У новому вікні «Налаштування COM-

порта» на вкладці «Налаштування» з випадуючих списків виберіть такі параметри каналу зв'язку:

- "Послідовний порт" – визначений в «Диспетчері пристроїв» номер COM-порта, до якого приєднано перетворювач інтерфейсів USB-COM;

- "Швидкість" - 115200;
- "Парність" - "ні";
- "Біти даних" - 8;
- "Стопові біти" - 1;
- "Керування RTS" - "Вимк";
- "Обробка ECHO" - "Вимк".

**Галочку в полі «Автоматичне визначення COM-порта» необхідно прибрати. Після цього натисніть кнопку ОК та закрийте вікно «Довідник».**

7. Налаштуйте параметри протоколу зв'язку «Протокол ViSync». Для цього на «Панелі інструментів» головного вікна програми AdminTools натисніть кнопку «Протокол». У вікні «Довідник», що з'явиться, двічі клікніть на піктограмі з назвою протоколу «Протокол ViSync». У новому вікні встановіть параметри: «Час очікування відповіді» - 10000, «Кількість запитів» - 1, «Розмір пакету» - 250. Натисніть «ОК» та закрийте вікно «Довідник».

8. Здійсніть процедуру встановлення зв'язку з пристроєм УСПД 164-01М. Для цього в головному вікні програми натисніть кнопку «Пошук пристрою», див. рис. 1.4. Зачекайте закінчення процесу пошуку. В області «Пристрій» повинен відобразитись тип пристрою «УСПД 164-01М v.4.0b» та статус сеансу зв'язку. Натисніть кнопку «Авторизація» та зачекайте закінчення процесу з'єднання з пристроєм УСПД 164-01М, про що буде свідчити запис «відкритий» в полі «Сеанс зв'язку».

9. Здійсніть перезапис типу PLC-модему в пам'яті пристрою УСПД. Для цього виберіть розділ «Конфігурація»→«Вимірювання»→«Лічильники з цифровим інтерфейсом»→«Канали зв'язку для обміну з ЛЦІ». На панелі, яка з'явиться в основній робочій області вікна справа, двічі клацніть на напису «Модем PLC CE832C5» в першому рядку. У

новому вікні натисніть ОК. Натисніть команду «Записати», розміщену зверху. Після запису застосуйте команду, перейшовши по шляху «Команди»→«Дії з конфігурацією». На панелі справа у випадяючому списку виберіть команду «Застосувати зміни» та натисніть кнопку «Виконати».

10. Встановіть прямий доступ до порту RS-485 УСПД, через який він з'єднаний з PLC-модемом. Для цього на панелі «Провідника пристроїв» (див. рис. 1.4) виберіть розділ «Команди»→«Прямий доступ до інтерфейсів». На панелі, яка з'явиться в основній робочій області вікна, у випадяючому списку «Дія» виберіть «Відкрити прямий доступ до інтерфейсу» та натисніть команду «Виконати». Перевірте встановлення прямого доступу. Для цього виберіть розділ «Стан»→«Прямий доступ до інтерфейсів». На панелі, яка з'явиться в основній робочій області вікна, поставте галочку навпроти слова «Параметри» та натисніть команду «Зчитати». Впевніться, що у полі «Статус прямого доступу» знаходиться напис «Відкритий». Якщо це не так, то зачекайте декілька хвилин і повторно перевірте встановлення прямого доступу.

11. Налаштуйте параметри сеансу зв'язку з лічильником типу СЕ303. Для цього за допомогою прокрутки, зліва в полі «Параметри пристроїв» виберіть тип пристрою – «СЕ303». В полі «Адреса пристрою» задайте адресу-ідентифікатор лічильника, яка відповідає 5 останнім цифрам його заводського номера. В полі «Пароль доступу» введіть пароль 311. На панелі «Налаштування» з випадяючих списків виберіть тип протоколу обміну «Протокол ГОСТ Р МЭК 61107-2001» та каналу зв'язку «RS232(СЕ30х)».

12. Налаштуйте параметри встановленого для лічильника типу СЕ303 каналу зв'язку «RS232(СЕ30х)». Для цього на «Панелі інструментів» головного вікна програми AdminTools натисніть кнопку «Канал зв'язку». У вікні «Довідник», що з'явиться, двічі клікніть на піктограмі з назвою каналу «RS232(СЕ30х)». У новому вікні «Налаштування СОМ-порта» на вкладці «Налаштування» з випадяючих списків виберіть такі параметри каналу зв'язку:

- "Послідовний порт" – визначений в «Диспетчері пристроїв» номер COM-порта, до якого приєднано перетворювач інтерфейсів USB-COM;
- "Швидкість" - 115200;
- "Парність" - "Чет";
- "Біти даних" - 7;
- "Стопові біти" - 1;
- "Керування RTS" - "Вимк";
- "Обробка ECHO" - "Вимк".

13. Налаштуйте параметри протоколу зв'язку «Протокол ГОСТ Р МЕК 61107-2001». Для цього на «Панелі інструментів» головного вікна програми AdminTools натисніть кнопку «Протокол». У вікні «Довідник», що з'явиться, двічі клікніть на піктограмі з назвою протоколу «Протокол ГОСТ Р МЕК 61107-2001». У новому вікні встановіть параметри: «Час очікування відповіді» - 50000, «Кількість запитів» - 1, «Затримка» - 200. Поставте мітки «Обмін тільки на початковій швидкості», «Обмін по PLC-інтерфейсу». Натисніть «ОК» та закрийте вікно «Довідник».

14. Встановіть сеанс зв'язку з лічильником типу СЕ-303. Для цього натисніть кнопку «Авторизація» та зачекайте закінчення процесу з'єднання, про що буде свідчити запис «відкритий» в полі «Сеанс зв'язку».

15. Зчитайте паспортні дані та версію програмного забезпечення з внутрішньої пам'яті лічильника. Для цього на панелі «Провідника пристроїв» (див. рис. 1.4) виберіть розділ «Інформація». На панелі, яка з'явиться в основній робочій області вікна, поставте мітки (червоного кольору) навпроти всіх параметрів і натисніть кнопку «Зчитати». В поля панелі з пристрою будуть зчитані його паспортні дані. Занесіть їх до звіту з лабораторної роботи.

16. Проведіть конфігурацію ліміту потужності, яка наведена в табл. 3.4 згідно номера бригади. Для цього на панелі «Провідника пристроїв» (див. рис. 1.4) виберіть розділ «Конфігурація»→«Реле, ліміти». На панелі, яка з'явиться в основній робочій області вікна, у полі «Ліміти потужностей»

двічі клацніть на полі «Спожита активна», введіть у новому вікні задане значення ліміту потужності для всіх тарифів, натисніть «ОК». У полі «Критерії керування реле» двічі клацніть на полі «Реле 1», виберіть у новому вікні у випадяючому списку рядок «Перевищення ліміту Р+», натисніть «ОК». Натисніть кнопку «Записати», розміщену зверху. Після закінчення запису поставте червоні мітки навпроти рядків, в які вносились зміни, натисніть кнопку «Зчитати» і впевніться у правильності налаштувань.

Таблиця 3.4 – Умовні ліміти потужності, встановлені для споживача

Номер бригади	Умовний ліміт потужності, кВт
1	0,050
2	0,055
3	0,060
4	0,065
5	0,070
6	0,075

17. Перевірте роботоздатність функції автоматичного вимикання споживача при перевищенні ліміту потужності. Для цього ввімкніть спочатку одне з навантажень даного лічильника (лампа потужністю 40 Вт), що вставлені на стенді. Зачекайте приблизно 1 хв (задана у лічильнику затримка вимикання споживача) і впевніться у відсутності вимикання. Далі одночасно ввімкніть обидва навантаження і запустіть секундомір. Дочекайтесь вимикання споживача, зафіксувавши затримку часу вимикання, яку занесіть до табл. 2 звіту.

18. Здійсніть імітацію дистанційного вимикання споживача. Для цього у полі «Критерії керування реле» двічі клацніть на полі «Реле 1», виберіть у новому вікні у випадяючому списку рядок «Ввімкнути реле», натисніть «ОК». Натисніть кнопку «Записати», розміщену зверху. Впевніться у вимкнанні споживача. Після цього вимкніть обидва навантаження.

19. Покажіть результати, отримані під час виконання лабораторної роботи, викладачу.



20. Для закінчення роботи у вікні «Параметри пристроїв» (ліва верхня частина головного вікна програми, див. рис. 1.4) виберіть «СЕ303» і натисніть кнопку «Завершити сеанс». Дочекайтесь запису «закритий» в полі «Сеанс зв'язку». Далі у вікні «Параметри пристроїв» виберіть «УСПД 164-01М v.4.0b» і натисніть кнопку «Завершити сеанс». Дочекайтесь запису «закритий» в полі «Сеанс зв'язку». Вимкніть живлення лабораторного стенда та завершіть роботу програми AdminTools та операційної системи ПК. Від'єднайте СОМ-кабель від пристрою УСПД 164-01М та від ПК і здайте робоче місце викладачу.

21. Напишіть висновки за результатами виконання лабораторної роботи стосовно роботоздатності функції автоматичного вимикання споживача при перевищенні ліміту потужності (факт наявності вимикання та відповідність затримки часу заданому значенню 1 хв).

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Призначення, основні функції лічильників СЕ303.
2. ЛУЗОД АСККЕ, його склад та функції.
3. Призначення та основні можливості спеціалізованого програмного забезпечення AdminTools.
4. Опишіть процедуру налаштування каналу зв'язку з лічильником СЕ303 через PLC-інтерфейс.
5. Опишіть процедуру синхронізації дати і часу ПК лічильником СЕ303.
6. Опишіть процедуру зчитування паспортних даних та версії ПЗ, обсяги перетоків електроенергії з лічильника СЕ303.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Лічильник активної та реактивної електричної енергії СЕ303. Керівництво користувача [Електронний ресурс] / – Режимдоступу:  
[http://www.energomera.ru/documentations/product/ce301\\_303\\_re\\_v12.pdf](http://www.energomera.ru/documentations/product/ce301_303_re_v12.pdf)

2. Черемісін М. М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням / М. М. Черемісін, В. М. Зубко. – Х. : Факт, 2005. – 192 с.

3. Технологічне програмне забезпечення «AdminTools» версії 3.3b SP2. Керівництво оператора [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://www.energomera.ru/ru/software/AdminTools>

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4 ВИПРОБУВАННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ КОМУТУЮЧОГО ПРОГРАМНОГО ПРИСТРОЮ**

### **МЕТА РОБОТИ:**

1. Вивчення способів регулювання графіків навантаження.
2. Випробування комутуючого програмного пристрою типу УКП.

## **ПРОГРАМА РОБОТИ**

1. Ознайомлення з призначенням та функціональними можливостями комутуючого програмного пристрою.
2. Проведення випробувань комутуючого програмного пристрою.
3. Розрахунок вартості електроенергії для різних тарифних систем.

## **ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

Звіт з лабораторної роботи повинен містити (форма звіту наведена у додатку Д):

1. Назву та мету роботи.
2. Паспортні дані комутуючого програмного пристрою типу УКП.
3. Схему випробувань пристрою.
4. Результати випробувань пристрою УКП та висновки стосовно його роботоздатності.
5. Результати розрахунку вартості електроенергії для різних тарифних систем та вибору найбільш доцільної системи.

## **ПОЯСНЕННЯ ДО РОБОТИ**

Як відомо, електрична енергія споживається практично в той же момент, як і виробляється. Обсяг її виробництва визначається електроприймачами, підключеними в той чи інший момент часу. Так як кількість підключених приймачів і ступінь їх завантаження змінюються щогодини, то створюється нерівномірний з певною мірою і випадковості, і закономірності добовий, тижневий і річний графік навантаження.

Для стійкої роботи енергосистема повинна мати сумарну генеруючу потужність більшу, ніж максимальне сумарне навантаження в будь-який момент часу. Само собою зрозуміло, що в години зниження навантаження потужності генераторів повністю використані не будуть. А зниження завантаження генераторів станцій веде до зниження їх к.к.д. і економічності процесу виробництва електроенергії.

Крім регулювання завантаження самих генераторів станцій, а це складний процес, енергосистема прагне регулювати і графік навантаження. Для цього використовується директивний метод обмеження потужних навантажень в максимум навантаження енергосистеми і економічний метод шляхом впливу на дрібного споживача диференційованим тарифом.

Як відомо, користування електричною енергією допускається лише на підставі договору, укладеного між енергопостачальною організацією та споживачем. У договорі доводяться до відома споживача граничні величини споживання потужності в години максимуму навантажень. Ці величини встановлюються для споживачів з дозволеною потужністю 150 кВА (кВт) і більше.

Правилами передбачено, що передача електричної енергії може бути перервана або обмежена через 10 хв., якщо споживач перевищив допустиму споживану потужність у години максимуму протягом 30 хвилин і довше.

Для регулювання графіків дрібних навантажень Правилами допускається розрахунок за електроенергію за двоставковий тариф:

- 0,7 тарифу в години нічного провалу (з 23 до 7 години);
- повний тариф в інші години (або за триставковими тарифами );
- 1,5 тарифу в години максимуму (з 8 до 11 і з 20 до 22 годин);
- повний тариф в напівпіковий період (з 7 до 8, з 11 до 20, з 22 до 23 години );
- 0,4 тарифу в години нічного провалу (з 23 до 7 години).

Вищевказані пункти Правил дають юридичне право і економічні можливості при відповідному обґрунтуванні на застосування технічних засобів для регулювання графіка навантаження. У даній роботі пропонується до вивчення одне з перших випущених промисловістю програмних пристроїв для регулювання графіка навантаження. Пристрій це типу УКП має наступні технічні дані:

- напруга живлення - 220 В;
- споживана потужність - Вт;
- вихідна потужність контактів - 3 А , 220 В;

- похибка за часом -  $\pm 5$  с за період 24 години;
- кліматичне виконання - УЗ , IP54;
- діапазон регулювання - 10 годин.

Пристрій типу УКП має блок-схему, наведену на рис. 4.1. Основу пристрою складає програмний блок з вихідним електромагнітним реле. Програма набирається шляхом монтажу перемичок між вхідними клемами (24 шт. відповідають 24 годинах доби) і задають включення (3 шт.) і відключення (3 шт.). Клеми розташовані з правого боку під кришкою (див. рис. 4.2).

На платі внизу розташовані мікроперемикачі для підсвічування годин (1), для набору числа годин (2), для набору числа хвилин (3), для скидання числа хвилин (4). Нижче головної плати розташовані світлодіоди, що фіксують подачу на УКП напруги і спрацьовування вихідного реле.

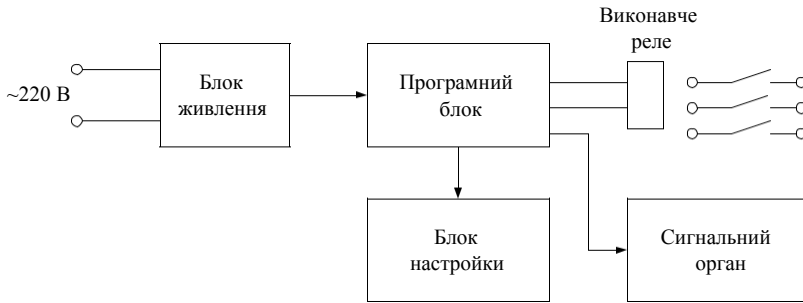


Рисунок 4.1 – Блок-схема УКП

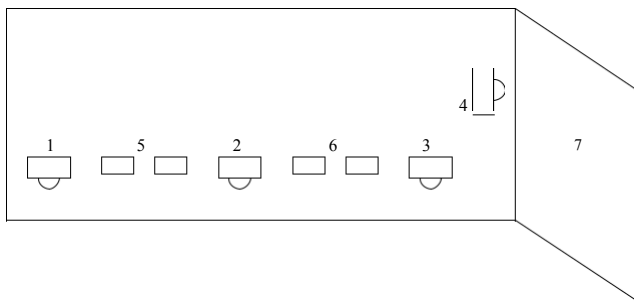


Рисунок 4.2 – Плата програмного блоку: 1 – мікроперемикач підсвічування; 2 – мікроперемикач набору годин; 3 –

мікроперемикач набору хвилин; 4 – мікроперемикач скидання хвилин; 5 – число годин; 6 – число хвилин; 7 – клемник набору програм

### ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Зняти захисну кришку УКП. Ознайомитися з внутрішнім пристроєм за рис. 4.1, 4.2.

2. Зібрати схему за рис. 4.3. Після перевірки включити її під напругу. Натискаючи однією рукою мікроперемикач 1 (постійно), а іншою – мікроперемикач 2 (змінно), прогнати УКП по всьому діапазону 24 годин і зафіксувати години роботи УКП по загорянню сигнальної лампи або світлодіоду.

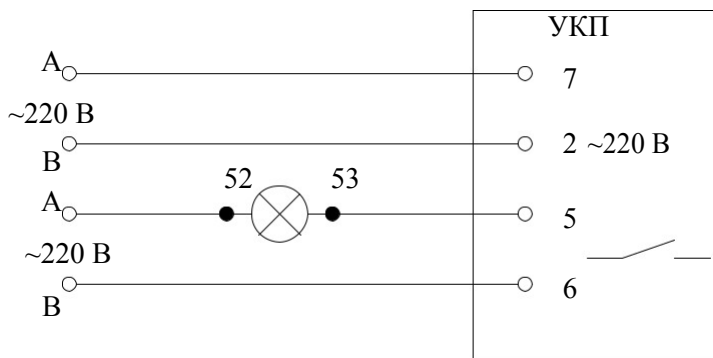


Рисунок 4.3 – Схема перемикання УКП

За результатами вимірювань накреслити тимчасову діаграму роботи. Зразок наведено на рис. 4.4.

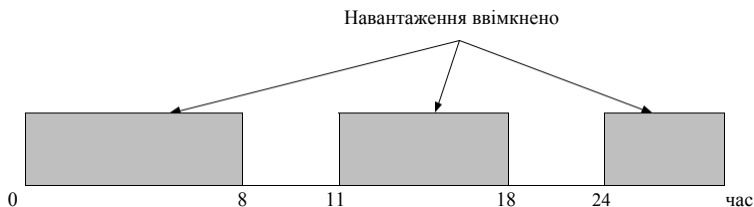


Рисунок 4.4 – Діаграма роботи УКП (приклад)

3. По годиннику на руці , натискаючи мікроперемикачі 1 і 2, виставити годинник, натискаючи 1 і 3 – виставити хвилини реального часу. Можна, натиснувши мікроперемикач 4, спочатку скинути показання хвилин на нуль.

4. Використовуючи реальний графік навантаження, наведений на рис. 4.5, прийняти, що він буде регулюватися програмним пристроєм (рис. 4.6). Причому в години відключення виконавчого реле УКП навантаження буде дорівнює нулю. Використовуючи отриманий регульований добовий графік навантаження, визначити, який тариф більш економічний.

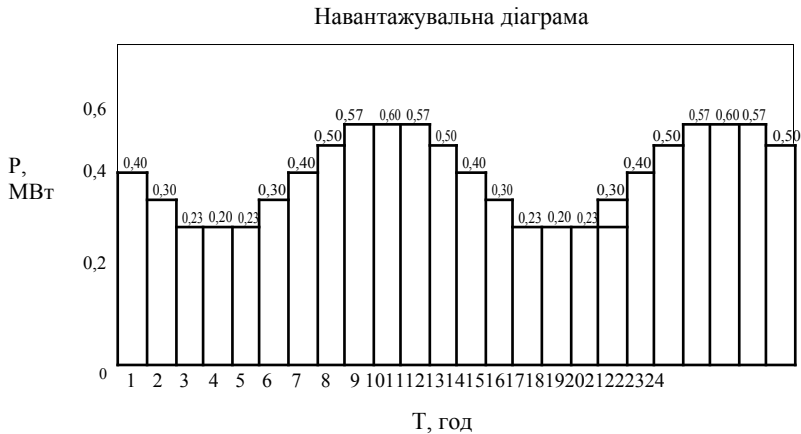


Рисунок 4.5 – Реальний графік навантаження

Навантажувальна діаграма

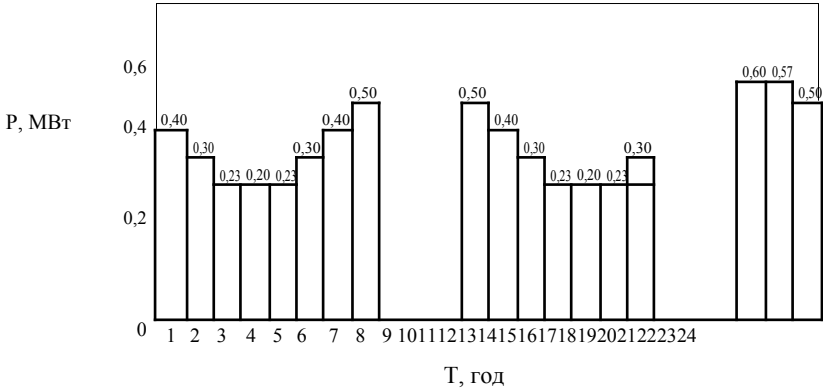


Рисунок 4.6 – Графік з вимкненим навантаженням

При оплаті за нерегульованим тарифом вартість електроенергії розраховується за виразом:

$$C = \sum_0^{24} P_t \cdot \Delta t \cdot \Pi = \sum_0^{24} P_t \cdot 1\text{год} \cdot 300\text{грн} / \text{МВт}$$

де  $P_t$  – завантаження протягом  $i$  - тої години, МВт;

$\Delta t$  – інтервал часу, 1 годину;

$\Pi$  – відпускний тариф, 300 грн. / МВт·год.

За двоставковим тарифом:

$$C = \sum_0^7 P_t + \sum_{23}^{24} P_t \cdot \Delta t \cdot 0,7 + \sum_7^{23} P_t \cdot \Delta t \cdot \Pi$$

За триставковим тарифом:

$$C = \sum_0^7 P_t + \sum_{23}^{24} P_t \cdot 0,4 + \sum_7^8 P_t + \sum_{22}^{23} P_t + \sum_{11}^{20} P_t + \sum_8^{11} P_t + \sum_{20}^{22} P_t \cdot 1,5 \Delta t \cdot \Pi$$

5. За результатами випробувань скласти протокол (додаток Д).



## **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Яке призначення комутуючого пристрою?
2. Яким чином здійснюється налаштування періодів вимикання навантаження комутуючим пристроєм?
3. Як визначити оптимальну тарифну систему для розрахунків за електричну енергію?
4. Опишіть структуру комутуючого пристрою.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Черемісін М. М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням / М. М. Черемісін, В. М. Зубко. – Х. : Факт, 2005. – 192 с.
2. Лічильник електричної енергії однофазний СЕ-102. Керівництво користувача [Електронний ресурс] / – Режим доступу: [http://www.energomera.ru/documentations/ce102\\_p\\_re.pdf](http://www.energomera.ru/documentations/ce102_p_re.pdf)

# **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5 ВИВЧЕННЯ МЕТОДИКИ ВИПРОБУВАННЯ ЛІЧИЛЬНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

## **МЕТА РОБОТИ:**

1. Ознайомлення зі схемами вмикання, призначенням та функціональними можливостями електронних та індукційних лічильників електричної енергії.
2. Отримання практичних навичок випробування лічильників.

## **ПРОГРАМА РОБОТИ**

1. Ознайомлення зі схемами вмикання, призначенням та функціональними можливостями електронних та індукційних лічильників електричної енергії.
2. Ознайомлення з методикою випробування лічильників.
3. Проведення випробувань лічильників.

## **ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

Звіт з лабораторної роботи (оформлюється за зразком, що наведений у додатку Е) повинен містити:

1. Назву та мету роботи.
2. Паспортні дані лічильника.
3. Паспортні дані вимірювальних приладів.
4. Схему випробувань.
5. Результати випробувань та висновки стосовно відповідності лічильника його паспортним даним.

## **ПОЯСНЕННЯ ДО РОБОТИ**

*Улаштування та принцип дії електронних та індукційних лічильників електричної енергії*

Для обліку електроенергії використовуються різні індукційні та електронні лічильники. При цьому використовують такі основні поняття та визначення, які відносяться до галузі обліку електроенергії.

Лічильник електричної енергії – інтегруючий в часі прилад, що вимірює активну або реактивну енергію.

Активна потужність – кількість активної енергії, що витрачається за одиницю часу.

Реактивна потужність – кількість електричної енергії, що циркулює в одиницю часу, між генератором і магнітними полями приймача (трансформатора, електродвигуна). При цьому відбувається періодичний (коливальний) обмін енергії без перетворення її в теплову, механічну чи іншу. Завантаження реактивною потужністю ліній і трансформаторів зменшує пропускну здатність мережі і не дозволяє повністю використовувати встановлену потужність генератора.

Клас точності лічильника – число, рівне межі допустимої похибки, виражене у відсотках, для струму в діапазоні від мінімального до максимального значення, коефіцієнта потужності, що дорівнює одиниці, при нормальних умовах, встановлених стандартами або технічними умовами на лічильник. Клас точності вказується на щитку лічильника у вигляді числа в колі.

Самохід лічильника – рух диска або миготіння індикаторів лічильника під дією прикладеної напруги, але при відсутності струму в послідовних колах.

Поріг чутливості лічильника – найменше нормоване значення струму, яке викликає зміну показів лічильного механізму при номінальних значеннях напруги, частоти і  $\cos\varphi = 1$ .

Для кожного лічильника клас точності, самохід і поріг чутливості - це паспортні величини, які необхідно перевірити при введенні в експлуатацію.

Для вимірювань енергій змінного струму застосовуються індукційні та електронні лічильники. Робота індукційного вимірювального механізму показана на рис. 5.1 і заснована на створенні електромагнітними напруги 2 і струму 1 змінних

магнітних потоків  $\Phi_1$  і  $\Phi_2$  з кутом фазного зсуву між ними  $90^\circ$  і спрямованих перпендикулярно площині диска.

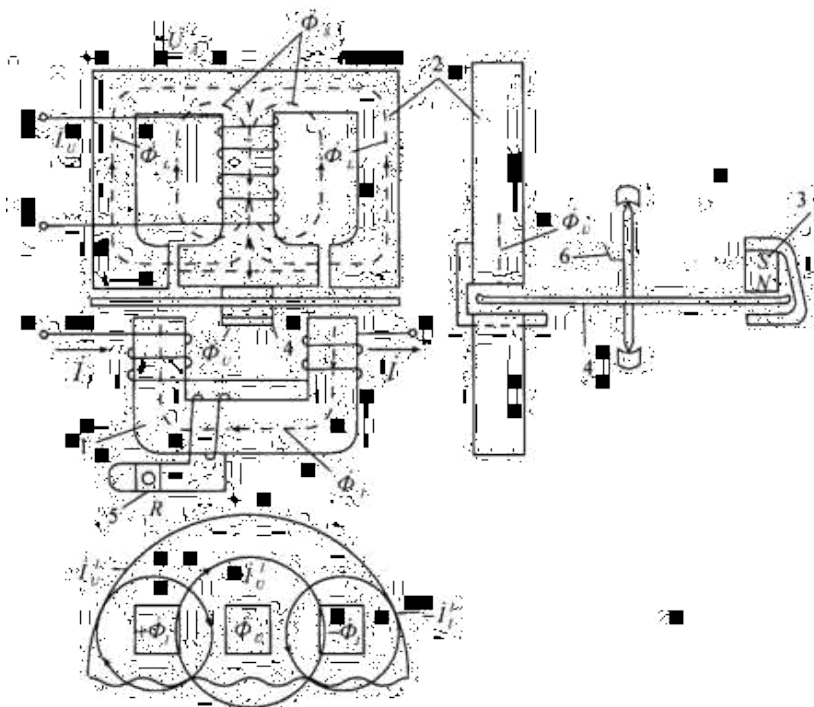


Рисунок 5.1 – Індукційний вимірювальний механізм

Магнітні потоки, пронизуючи алюмінієвий диск, індукують в ньому вихрові струми  $I_u$  і  $I_l$ . Взаємодія магнітних потоків з полем вихрових струмів створює момент обертання рухомої частини.

Постійний магніт 3 створює гальмівний момент. Для компенсації тертя в опорах, рахунковому механізмі, диска 4 об повітря, черв'ячної пари електромагнітом 2 створюється компенсаційний момент, що рівний гальмівному. В результаті рівності останніх, рухома частина при відсутності струму навантаження перебуває в стані динамічної рівноваги.

Основне регулювання характеристик індукційного вимірювального механізму здійснюється наступним чином:

– гальмівного моменту – механічним переміщенням постійного магніту 3;

- компенсаційного моменту – переміщенням пластини магнітного шунта електромагніта 2;
- внутрішнього кута фазного зсуву  $\varphi$  – переміщенням затискача 5 на опорі R;
- самоходу – відгинанням прапорця 6, розташованого на осі диска 4.

Вимірювання електроенергії електронними лічильниками засновані на перетворенні аналогових вхідних сигналів змінного струму і напруги в рахунковий імпульс або код. На рис. 5.2 наведена структурна схема електронного лічильника, в якому використовується амплітудна та частотно-імпульсна модуляція.

У наступних лабораторних роботах пропонується провести випробування індукційних і електронних лічильників реактивної та активної енергії. Основні їх технічні дані такі:

- номінальна напруга, струм, клас точності і передавальне число вказуються на щитку лічильника;
- максимальна сила струму становить 150 % номінальної;
- самохід - при відсутності струму в послідовних колах і значенні напруги рівному 0,7 – 1,2 номінального значення лічильник не повинен обліковувати енергію;
- поріг чутливості – лічильник повинен забезпечувати облік енергії за потужності навантаження, що перевищує значення:
  - для лічильника активної енергії:

$$P = 10^{-3} P_{ном} , \tag{1}$$

-для лічильника реактивної енергії:

$$Q = 2,5 \times 10^{-3} Q_{ном} , \tag{2}$$

де  $P_{ном}$ ,  $(Q_{ном})$  – номінальне значення потужності навантаження для лічильника, яке розраховується за номінальними значеннями напруги та сили струму лічильника.

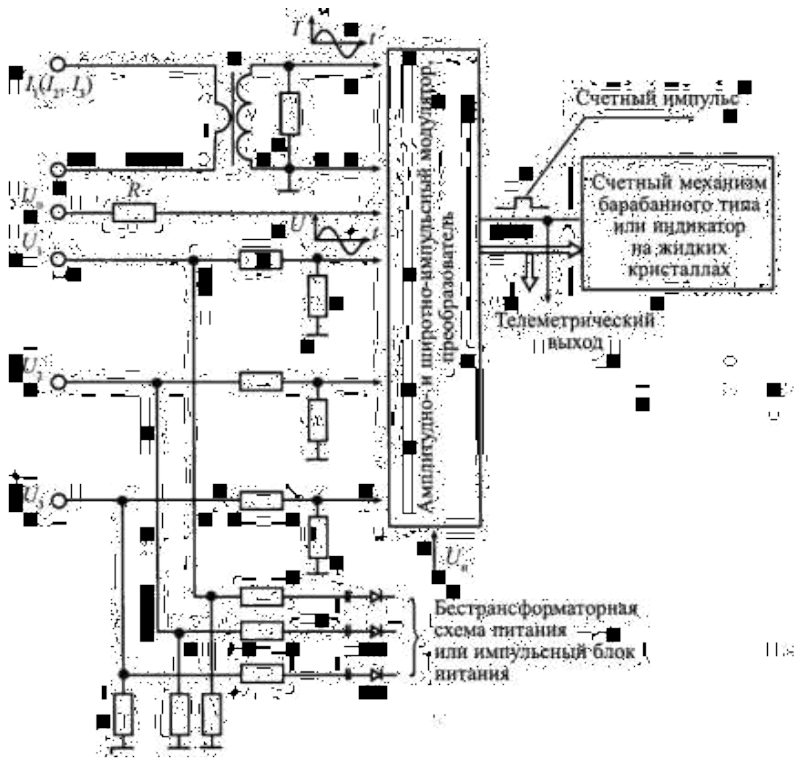


Рисунок 5.2 – Структурна схема електронного лічильника

Допустима межа зміни похибки лічильника  $\delta\%$  складає:

$$\delta = \pm \delta_{\text{ном}} 0,9 + \frac{0,02}{t} \quad (3)$$

де  $\delta_{\text{ном}}$  - номінальна похибка лічильника;

$t$  - коефіцієнт, що враховує величину струму та напруги, які подаються на лічильник.

При значеннях  $t$  від 0,01 до 0,2 приймається :

$$\delta = \pm \delta_{\text{ном}} \quad (4)$$

При значеннях  $m$  від 0,2 (включно) до значення відповідного максимальній силі струму коефіцієнт, що враховує величину струму та напруги, які подаються на лічильник буде дорівнювати:

$$m = \frac{U I}{U_{ном} I_{ном}} \quad (5)$$

де  $U, I$  – значення відповідно напруги та струму, які подаються на лічильник;

$I_{ном}, U_{ном}$  – номінальні значення відповідно сили струму та напруги для лічильника.

### ***Схеми вмикання однофазних лічильників***

Схема вмикання однофазного лічильника зображена на рис. 5.3, а. Обов'язковою вимогою при вмиканні лічильника є дотримання полярності підключення як по струму, так і по напрузі.

На рис. 5.3, б зображена схема вмикання індукційного лічильника зі зворотною полярністю в струмовому колі. У даному випадку зміна напрямку струму в колі створює негативний обертаючий момент і диск лічильника буде обертатися у зворотний бік. Електронний однофазний лічильник в цьому випадку енергію не вимірює і миготіння індикаторів не спостерігається. Нові типи електронних однофазних лічильників вимірюють електроенергію незалежно від полярності підключення кола струму.

Вмикання однофазного лічильника із зворотною полярністю по напрузі і струму показано на рис. 5.3, в. У даному випадку фази струму і напруги одночасно змінюються на  $180^\circ$ , а кут фазового зсуву залишається незмінним. Тому лічильник вимірює електроенергію у відповідності зі своїм класом точності. На практиці використання схеми вмикання лічильника по рис. 5.3, в не допускається, так як вона дозволяє споживати електроенергію без обліку.

В даний час на заводах-виробниках лічильників з метою запобігання розкрадань електричної енергії передбачається установка на однофазних індукційних лічильниках:

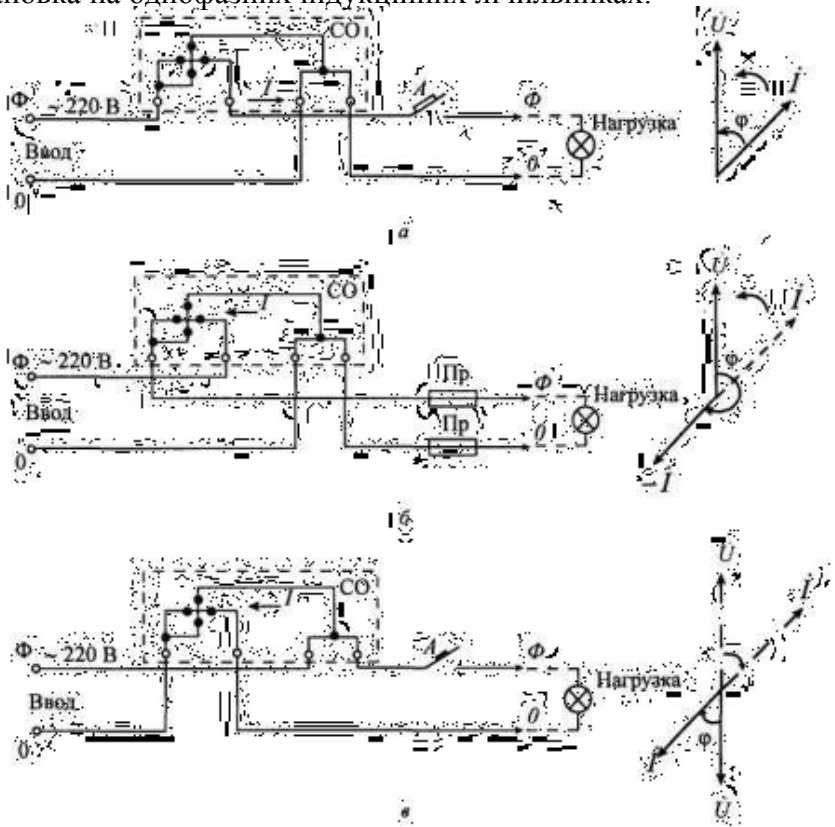


Рисунок 5.3 – Схеми вмикання і векторні діаграми:

а) однофазного лічильника, б) індукційного однофазного лічильника зі зворотною полярністю в колі струму, в) однофазного лічильника зі зворотною полярністю в колі струму і напруги.

- стопора зворотного ходу;
- другої (дублюючої) перемички, що розташована всередині корпусу, для подачі напруги на котушку;
- другої струмової котушки в колі нульового проводу.



### **Схеми вмикання трифазних лічильників в електроустановках напругою 380/220 В**

У трифазних чотирипровідних мережах напругою 380/220В для вимірювань електричної енергії застосовують лічильники прямого (безпосереднього) вмикання. Їх називають прямострумовими . Крім того, використовують лічильники, що підключаються в мережу через трансформатори струму (ТС). Їх називають універсальними або трансформаторними.

Лічильники прямого вмикання розраховані на номінальні струми 5, 10, 20, 50 А. Підключення кола струму цих лічильників здійснюється послідовно з мережевими провідниками і обов'язковим дотриманням полярності (рис. 5.4).

Вимірювана енергія дорівнює різниці показів лічильного механізму за розрахунковий (обліковий) період:

$$\Delta W = \Pi_K - \Pi_H = \Delta \Pi \quad (6)$$

Підключення за зворотною полярністю одного з струмових кіл лічильника призводить до значного недообліку електроенергії. Обов'язковим є дотримання прямого порядку чергування фаз напруг на колодці затискачів лічильника. Зміна порядку чергування фаз напруг на колодці затискачів лічильника здійснюється зміною місць підключення відповідно двох проводів одного елемента з двома провідниками іншого елемента.

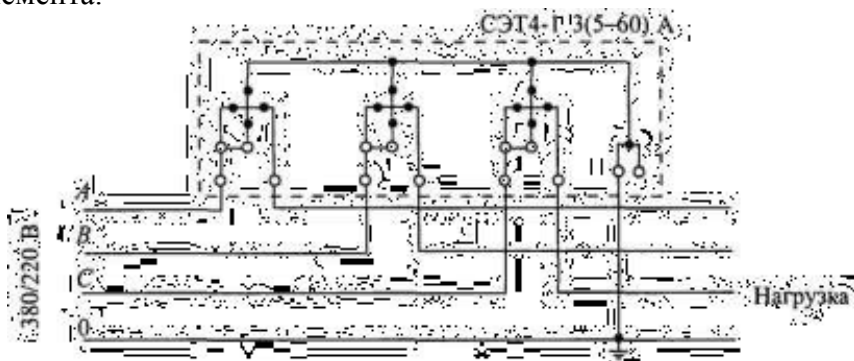


Рисунок 5.4 – Схема вмикання лічильника типу СЭТ4-1

На рис. 5.5 зображені схема вмикання трансформаторного лічильника (а) і векторна діаграма (б), яка відповідає індуктивному характером навантаження у разі фазового зсуву, рівного  $30^\circ$ . В даному випадку використана десятипровідна схема вмикання. Струмові кола лічильника гальванічно не зв'язані з колами напруги. Вимірювана електроенергія дорівнює різниці показів лічильного механізму, помноженій на коефіцієнт трансформації трансформатора струму:

$$W = (P_K - P_H) K_I = \Delta P K_I \quad (7)$$

Підключення кожного з трьох вимірювальних елементів лічильника вимагає обов'язкового дотримання полярності підключення струмових кіл та відповідності їх своїй напрузі. Зворотна полярність вмикання первинної обмотки ТС або його вторинної обмотки викликає негативний момент, що діє на диск лічильника. Схема забезпечує нормовану похибку вимірювань. Підключення нульового проводу є обов'язковим. Найбільш часто зустрічаються пошкодження в схемі:

- ослаблення або окислення затискних контактів на ТС;
- обрив (внутрішній злам) фазних проводів напруги вторинних кіл;
- пробій ТС.

За необхідності зміни порядку чергування фаз три дроти з одного елемента на колодці затискачів лічильника міняються місцями з відповідними трьома проводами іншого елемента.

Часто застосовується семипровідна схема вмикання (рис. 5.6). У цій схемі виконане об'єднання кіл струму і напруги. Поєднання кіл струму і напруги виконується установкою перемичок на лічильнику і на ТС. Схема має такі недоліки:

- під напругою знаходяться струмові кола лічильника;
- пробій ТС тривалий час не виявляється;
- установка перемичок И2 - Л2 на ТС, і 1 - 2 на лічильнику спричиняє додаткову похибку вимірювань.

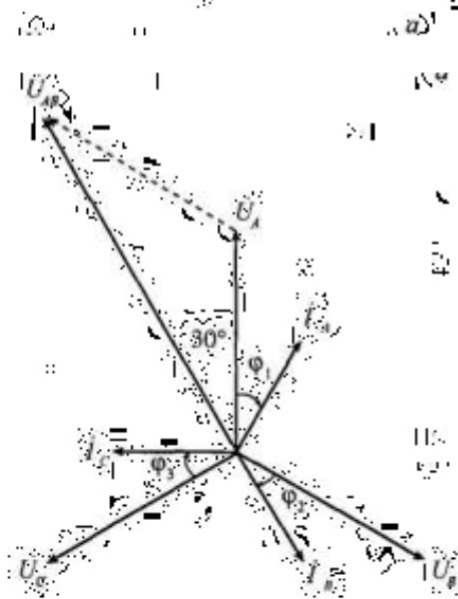
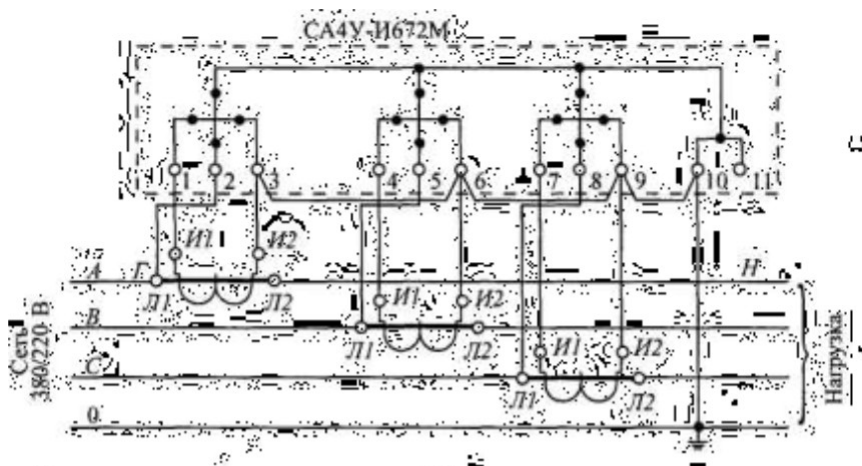


Рисунок 5.5 – Схема вмикання триелементного лічильника типу СА4У-І672М в чотирипровідну мережу з роздільними колами струму і напруги (а) та векторна діаграма (б)

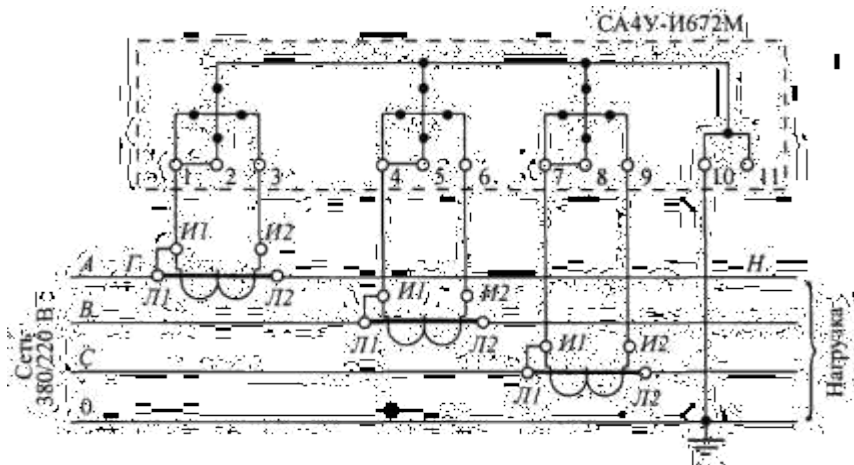


Рисунок 5.6 – Схема вмикання триелементного лічильника типу СА4У-І672М в чотирипровідну мережу з суміщеними колами струму та напруги

Прямий порядок чергування фаз є обов'язковим: Л1 - И1 - перемички, що встановлені на ТС; 1 - 2, 4 - 5; 7 - 8 - перемички, встановлені на лічильнику.

В електроустановках напругою 380/220В також застосовується схема вмикання лічильників, зображена на рис. 5.7.

В цій схемі кінці вторинних обмоток ТС И2 об'єднані і з'єднані з кінцями струмових кіл лічильника. Не допускається підключення струмових кіл лічильника і вторинних обмоток ТС на корпус електроустановки в різних місцях.

Вимірювана електроенергія:

$$W = \Delta PK_I. \quad (8)$$

Найбільш універсальною є схема вмикання лічильників з випробувальною коробкою (рис. 5.8). Випробувальна коробка дозволяє провести заміну лічильників і перевірку схеми вмикання без відключення навантаження.

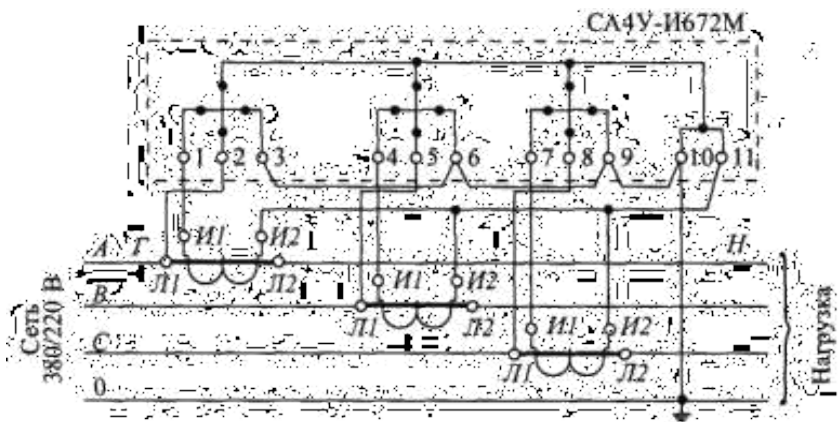


Рисунок 5.7 – Схема вмикання триелементного лічильника типу СА4У-І672М в чотирипровідну мережу за схемою «зірка»

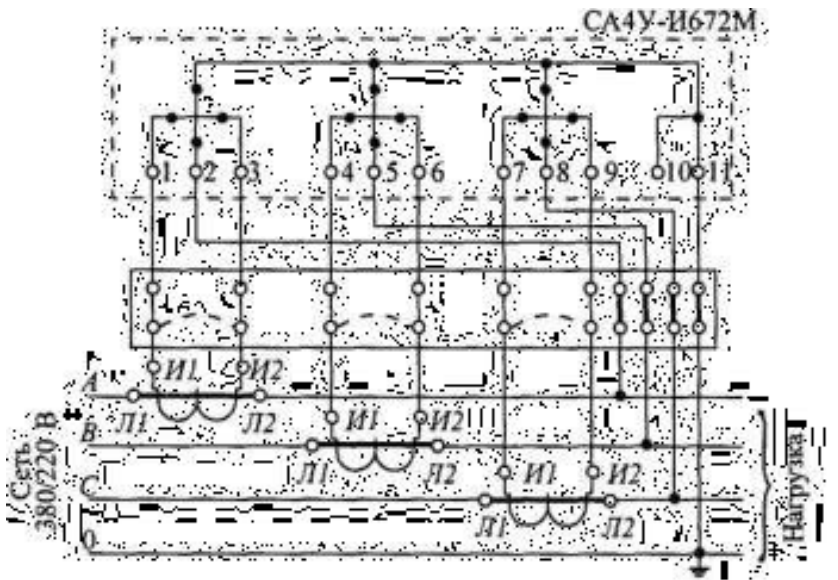


Рисунок 5.8 – Схема вмикання триелементного лічильника типу СА4У-І672М в чотирипровідну мережу з випробувальною коробкою

Для вимірювання активної та реактивної енергії застосовується схема вмикання лічильників, що зображена на рис. 5.9.

Схеми вмикання лічильника реактивної енергії типу СР4У - І673 і лічильника активної енергії не відрізняються один від одного. Струмкові кола цих лічильників з'єднуються послідовно. Кола напруги лічильників підключаються паралельно. Відмінність лічильника реактивної енергії від лічильника активної енергії – у схемі внутрішніх з'єднань. За рахунок схеми внутрішніх з'єднань котушок, розрахованих на напругу 380 В, виконується додатковий  $90^\circ$  -ний фазовий зсув між магнітними потоками.

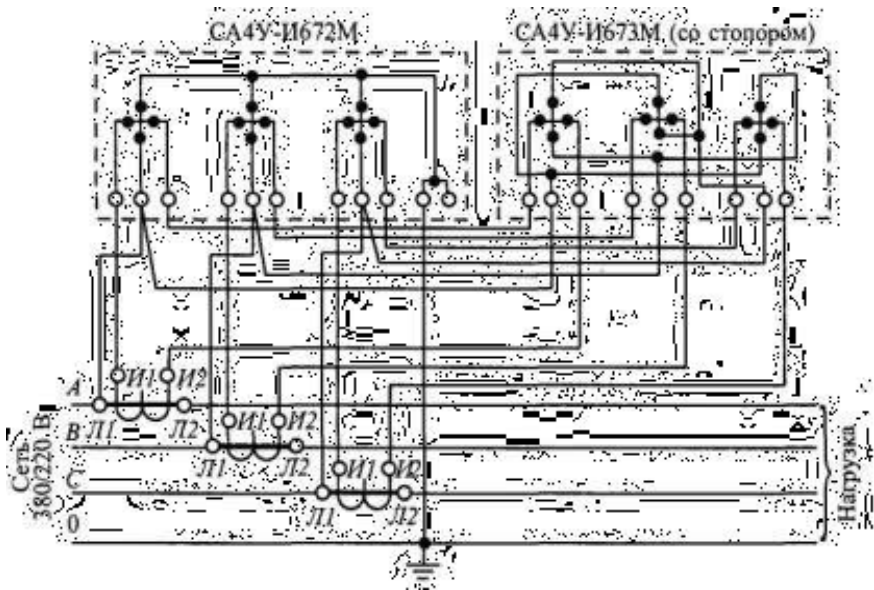


Рисунок 5.9 – Схема вмикання лічильників для вимірювань активної та реактивної енергії в мережі напругою 380/220 В

### Загальний порядок проведення випробувань лічильників енергії

При проведенні перевірки лічильника перевіряють:

1. Відсутність самоходу.
2. Чутливість лічильника. Лічильники повинні вимірювати енергію при протіканні через них потужності, яка розраховується за виразами:

- для лічильника активної енергії:

$$P = 10^{-3} P_{\text{ном}},$$

- для лічильника реактивної енергії:

$$Q = 2,5 \times 10^{-3} Q_{\text{ном}},$$

де  $P_{\text{ном}}$ ,  $Q_{\text{ном}}$  – номінальні значення потужності, яке розраховане за номінальними значеннями напруги та сили струму, що вказані на щитку лічильника.

3. Похибку лічильника:

$$\delta = \frac{IU \times 10^{-3} - (\Delta n \cdot 60) / A}{IU \times 10^{-6}} \cdot 100\% \quad (9)$$

де  $\Delta n$  – число обертів диска або число імпульсів світлодіода за 1 хв.;

$A$  – передавальне число;

$I$ ,  $U$  – струм і напруга, що подаються на лічильник.

Отримані дані порівнюються з паспортними.

## ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Ознайомтесь зі схемами вмикання, призначенням та функціональними можливостями електронних та індукційних лічильників електричної енергії.

2. Ознайомтесь з методикою випробування лічильників.

3. Проведіть випробування зазначеного викладачем лічильника. Для цього необхідно оглянути його і записати паспортні дані з лицьової панелі.

4. Перевірте наявність самоходу. Зібрати схему випробувань відповідно до типу лічильника (див. рис. 5.10-5.15). Виставивши попередньо ручку ЛАТРа в нульове положення, увімкнути лабораторний стіл під напругу. Переконавшись у відсутності струму по амперметру, зафіксувати наявність або відсутність самоходу.

5. Перевірте чутливість лічильника. Для цього, підвищуючи ЛАТРОм струм, записати мінімальне його значення, за якого починає обертатися диск чи з'явиться миготіння світло діода, який сигналізує про початок обліку електроенергії. Порівняти чутливість з паспортною. Лічильники повинні вимірювати енергію при протіканні через них потужності, яка розраховується за виразами:

- для лічильника активної енергії:

$$P = 10^{-3} P_{ном} ,$$

- для лічильника реактивної енергії:

$$Q = 2,5 \times 10^{-3} Q_{ном} ,$$

де  $P_{ном}$ ,  $Q_{ном}$  – номінальне значення потужності, яке розраховане за номінальними значеннями напруги та сили струму, що вказані на щитку лічильника.



6. Перевірте похибку лічильника за струму 5А і 10А. Для цього необхідно подати ЛАТРоМ струм 5А і, використовуючи годинник, записати кількість обертів диска або кількість імпульсів протягом однієї хвилини. За результатами вимірювань розрахувати похибку:

$$\delta = \frac{IU \times 10^{-3} - (\Delta n \cdot 60) / A}{IU \times 10^{-6}} \cdot 100\% \quad (9)$$

де  $\Delta n$  – число обертів диска або число імпульсів світлодіода за 1 хв.;

$A_0$  – передавальне число;

$I, U$  – струм і напруга, що подаються на лічильник.

Аналогічно визначити похибку при струмові 10А. Отримані дані порівняти з паспортними.

7. Для цифрового лічильника зробити зняття показів за спеціальною програмою (схема випробування лічильника Т437 для СТК-1).

8. За результатами випробувань заповнити протокол (форма протоколу наведена у додатку Е).

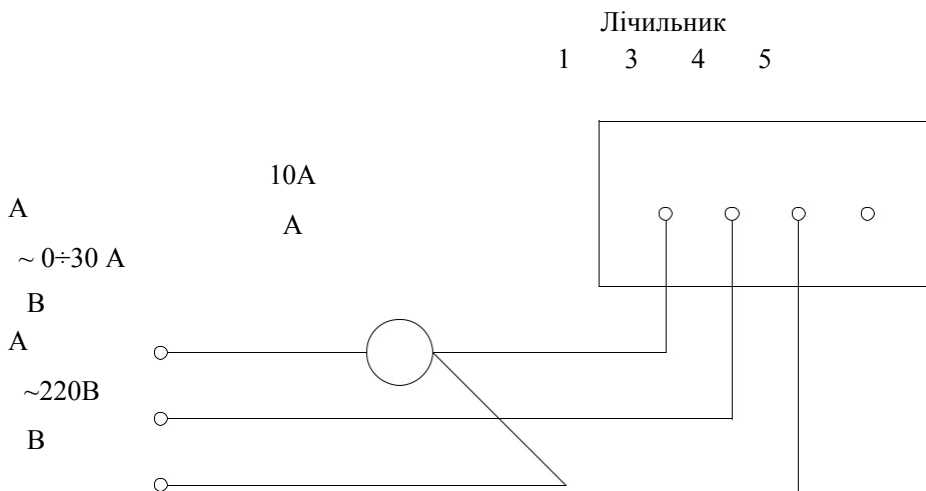


Рисунок 5.10 – Схема випробувань лічильників типу СОЕ-5020Н, СО-5У, СО-И449, СЕО-101

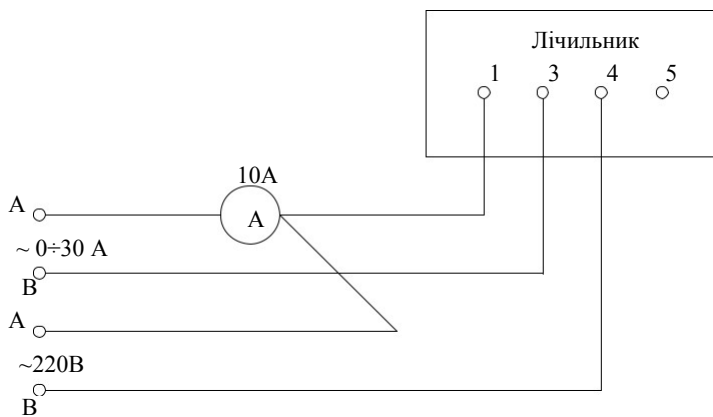


Рисунок 5.11 – Схема випробувань лічильника типу СТК-1

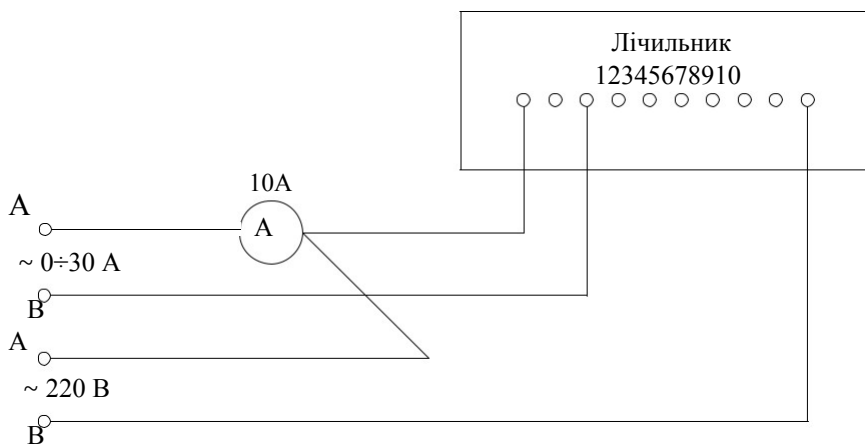


Рисунок 5.12 – Схема випробувань лічильника типу Т-2СА43

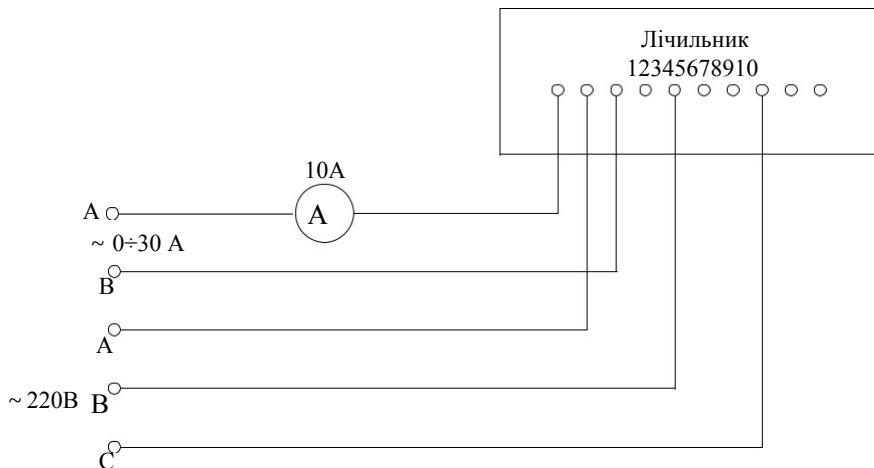


Рисунок 5.13 – Схема випробувань лічильників типу ЦЕ6803, СТ-ЕА08

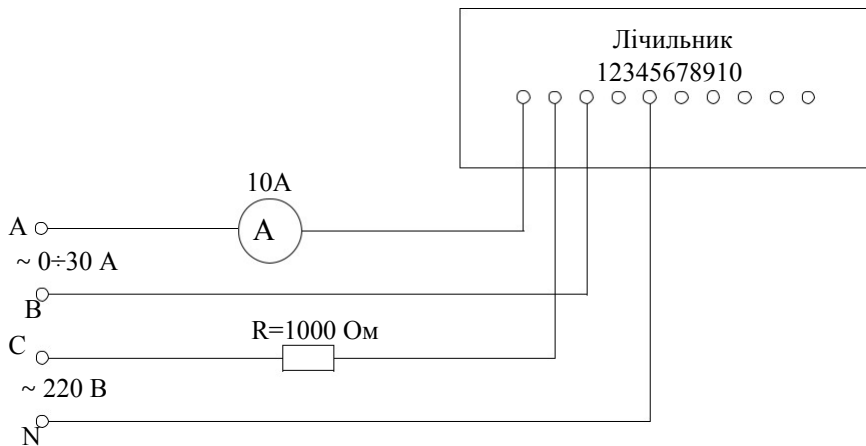


Рисунок 5.14 – Схема випробувань лічильника типу Т-437

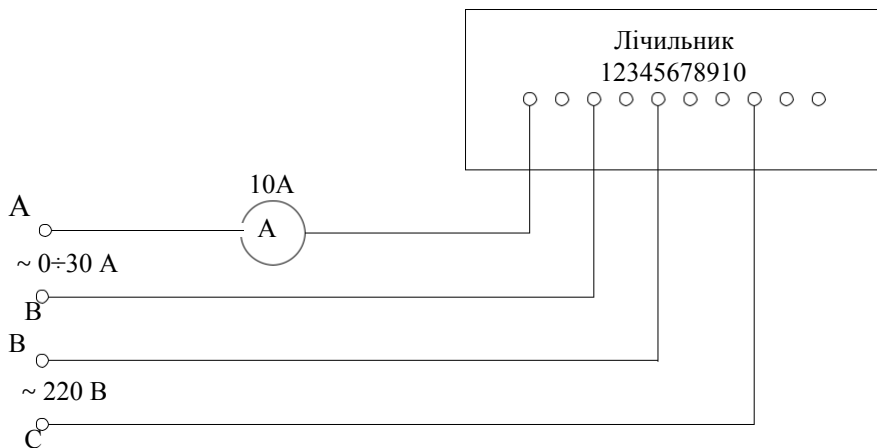


Рисунок 5.15 – Схема випробувань лічильника типу СР-4У

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Дайте визначення лічильника. Якими технічними параметрами вони характеризуються?
2. Що таке активна та реактивна потужність? Яка між ними різниця?
3. Дайте визначення самоходу та порогу чутливості лічильника. Коли потрібно звертати їх з паспортними даними?
4. Яким є принцип дії індукційного вимірювального механізму? Перелічіть його елементи.
5. Опишіть структуру електронного лічильника.
6. Як розраховується спожита активна та реактивна енергія для різних схем вмикання лічильників?
7. Наведіть основні схеми вмикання однофазних лічильників.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Черемісін М. М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням / М. М. Черемісін, В. М. Зубко. – Х. : Факт, 2005. – 192 с.
2. Лічильник електричної енергії однофазний СЕ-102. Керівництво користувача [Електронний ресурс] / – Режим доступу: [http://www.energomer.ru/documentations/ce102\\_p\\_re.pdf](http://www.energomer.ru/documentations/ce102_p_re.pdf)

# ДОДАТОК А

## ЗРАЗОК ЗВІТУ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 1

### ЗВІТ

з лабораторної роботи

«Конфігурування пристрою збирання та передавання даних про електроспоживання типу УСПД 164-01М»

#### Мета роботи:

1. Ознайомлення з призначенням та функціональними можливостями пристрою УСПД 164-01М, що використовується в складі АСКУЕ.
2. Отримання практичних навичок конфігурування пристрою УСПД 164-01М з використанням спеціалізованого програмного забезпечення AdminTools.

#### Бригада в складі:

---

провела налаштування та зчитування даних пристрою типу УСПД 164-01М в обсязі:

1. Налаштування протоколу обміну та каналу зв'язку з пристроєм.
2. Зчитування паспортних даних та версії програмного забезпечення з внутрішньої пам'яті пристрою.
3. Зчитування даних про обсяги прямого перетоку активної електроенергії, зафіксованого лічильниками АСКУЕ за останній повний календарний місяць.
4. Синхронізація дати і внутрішнього часу пристрою з відповідними параметрами ПК.

#### Результати роботи:

Таблиця 1 – Паспортні дані та версія програмного забезпечення пристрою УСПД 164-01М

Тип пристрою	Заводський номер	Версія програмного забезпечення	Дата випуску програмного забезпечення

Таблиця 2 – Основні технічні характеристики пристрою УСПД 164-01М

Назва параметра	Значення параметра

Таблиця 3 – Результати зчитування даних з пристрою УСПД 164-01М про покази лічильника електроенергії станом на кінець попереднього місяця

Номер бригади	Номер лічильника	Місяць та рік, для якого знімаються покази	Покази лічильника для тарифної зони	

Дата:

Підписи:

## **ДОДАТОК Б** **ЗРАЗОК ЗВІТУ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 2**

ЗВІТ  
з лабораторної роботи  
«Програмування мікропроцесорних лічильників електричної  
енергії типу CE102»

### **Мета роботи:**

1. Ознайомлення з призначенням та функціональними можливостями мікропроцесорних лічильників електричної енергії «Енергоміра» типу CE102, що використовується в складі автоматизованих систем контролю і керування електроспоживанням (АСККЕ).
2. Отримання практичних навичок конфігурування лічильників CE102.

### **Бригада в складі:**

---

провела налаштування та зчитування даних лічильника електричної енергії типу CE102 в обсязі:

1. Зчитування паспортних даних з внутрішньої пам'яті мікропроцесорного лічильника електричної енергії «Енергоміра» типу CE102 з використанням спеціалізованого програмного забезпечення AdminTools.
2. Конфігурація тарифного розкладу лічильника.

### **Результати роботи:**

Розшифровка структури умовного позначення лічильника  
Лічильник типу CE102-\_\_\_\_\_:



Таблиця 1 – Паспортні дані лічильника електричної енергії типу CE102

Назва параметра	Значення параметра
Тип лічильника	
Версія прошивки	
Клас точності	
Номінальна напруга, В	
Номінальний струм, А	
Максимальна кількість тарифів	
Заводський номер	

Таблиця 2 – Тарифний розклад, заданий для лічильника CE102

Час початку дії тарифу	00:00	7:00	13:30	22:30
Діючий тариф				

Дата:

Підписи:

## ДОДАТОК В ЗРАЗОК ЗВІТУ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 3

### ЗВІТ

з лабораторної роботи  
«Конфігурування мікропроцесорних лічильників електричної енергії типу СЕ303»

#### **Мета роботи:**

1. Ознайомлення з призначенням та функціональними можливостями лічильників типу СЕ303.
2. Отримання практичних навичок конфігурування лічильників СЕ303.

#### **Бригада в складі:**

---

провела налаштування та зчитування даних лічильника електричної енергії типу СЕ303 в обсязі:

1. Зчитування паспортних даних та версії ПЗ з внутрішньої пам'яті лічильника з використанням спеціалізованого програмного забезпечення AdminTools.
2. Конфігурація ліміту потужності.
3. Перевірка роботоздатності функції автоматичного вимикання споживача при перевищенні ліміту потужності.

#### **Результати роботи:**

Розшифровка структури умовного позначення лічильника. Лічильник типу СЕ303 - \_\_\_\_\_:

Таблиця 1 – Паспортні дані лічильника типу СЕ303

Назва параметра	Значення параметра
Заводський номер лічильника	
Тип лічильника та версія прошивки	
Клас точності	
Номінальна напруга, В	
Номінальний струм, А	

Таблиця 2 – Результати конфігурування та перевірки роботи мікропроцесорного лічильника СЕ303

Номер бригади	Встановлений ліміт потужності, кВт	Фактична затримка часу вимикання споживача при перевищенні ліміту потужності

**Висновок стосовно роботоздатності функції автоматичного вимикання споживача при перевищенні ліміту потужності (факт наявності вимикання та відповідність затримки часу заданому значенню 1 хв):**

---



---



---



---



---



---

Дата:

Підписи:

**ДОДАТОК Д**  
**ЗРАЗОК ЗВІТУ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 4**

**Протокол випробувань пристрою комутуючого типу УКП**

**МЕТА РОБОТИ:**

1. Вивчення способів регулювання графіків навантаження.
2. Випробування комутуючого програмного пристрою типу УКП.

Паспортні дані пристрою типу УКП \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Бригада в складі \_\_\_\_\_

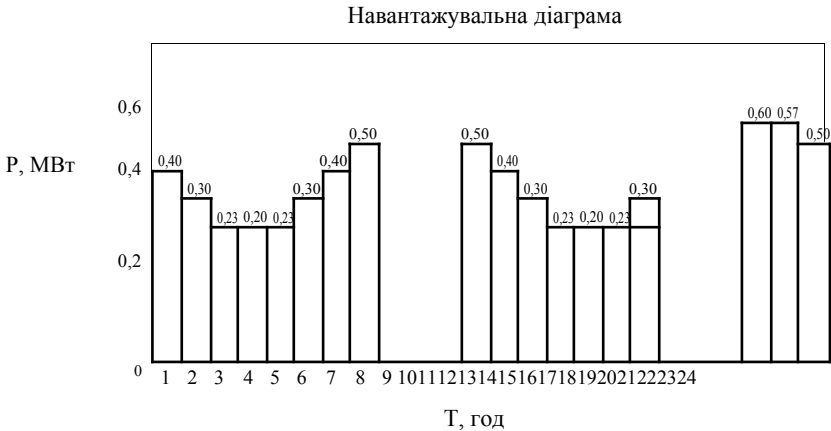
\_\_\_\_\_

провела такі випробування:

1. Встановлення внутрішнього часу УКП.
2. Перевірка роботоздатності УКП.

Схема випробувань:

Результати розрахунку вартості електроенергії для різних тарифних систем:



Графік з вимкненим навантаженням

При оплаті за нерегульованим тарифом вартість електроенергії розраховується за виразом:

$$C = \sum_0^{24} P_t \cdot \Delta t \cdot C = \sum_0^{24} P_t \cdot 1\text{год} \cdot 300\text{грн} / \text{MВтm}$$

За двоставковим тарифом:

$$C = \sum_0^7 P_t + \sum_{23}^{24} P_t \Delta t \cdot 0,7 + \sum_7^{23} P_t \cdot \Delta t \cdot C$$

За триставковим тарифом:

$$C = \sum_0^7 P_t + \sum_{23}^{24} P_t \cdot 0,4 + \sum_7^8 P_t + \sum_{22}^{23} P_t + \sum_{11}^{20} P_t + \sum_8^{11} P_t + \sum_{20}^{22} P_t \cdot 1,5 \Delta t \cdot C$$

**Висновок стосовно роботоздатності УКП та найбільш доцільної тарифної системи:**

---

---

---

---

---

---

---

Дата:

Підписи:

**ДОДАТОК Е**  
**ВРАЗОК ЗВІТУ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 5**

**Протокол випробування лічильника електроенергії**

Лічильник \_\_\_\_\_

Бригада в складі \_\_\_\_\_

за електричною схемою провела такі випробування:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

В якості вимірювальної і випробувальної апаратури використовувались:

Назва приладу	Система	Заводський Номінальні номер	Клас точності	Примітка

Схема випробування

**Результати випробування:**

Самохід \_\_\_\_\_

Чутливість:

Похибка:

Висновок (чи відповідає технічному паспорту або  
перерахувати несправності)

---

---

---

Дата:

Підпис:



Навчальне видання

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ  
ТА КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ**

Методичні вказівки  
до виконання лабораторних робіт

Автори-укладачі:  
**САВЧЕНКО** Олександр Анатолійович  
**ПАЗІЙ** Володимир Григорович

Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman Папір для цифрового  
друку. Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 0,6. Наклад 100 пр.  
Державний біотехнологічний університет  
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44