

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра електротехніки і електроенергетики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему

Підвищення рівня енергетичної безпеки трансформаторних підстанцій
шляхом удосконалення програмно-технічного комплексу автоматизованої
системи контролю та обліку електроенергії
(тема кваліфікаційної роботи)

Виконав: студент 2м курсу, групи ДЕА-ЕБ23мг-1
спеціальності: 141 Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

_____/ Владислав ШЕВЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____/ Павло БУДАНОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____/ Ганна ГРІНЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____/ Артем ЧЕРНЮК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____/ Юлія ОЛІЙНИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____/ Ігор КИРИСОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2024 рік

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА**

Навчально-науковий інститут Українська інженерно-педагогічна академія
Кафедра електротехніки та електроенергетики
Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітньо-професійна програма Енергетична безпека

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис)

к.т.н., доцент Артем ЧЕРНЮК
(науковий ступінь, вчене звання, ім'я, прізвище)

«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

**на кваліфікаційну роботу дипломну роботу
другого (магістерського) рівня вищої освіти**

здобувачу вищої освіти Владислав ШЕВЧЕНКО

1. Тема «Підвищення рівня енергетичної безпеки трансформаторних підстанцій шляхом удосконалення програмно-технічного комплексу автоматизованої системи контролю та обліку електроенергії»

затверджена наказом по академії № 4801-5/3345 від «12» жовтня 2024 р.

2. Термін здачі закінченої роботи «10» грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи/проєкту: Теоретичні та практичні розробки вітчизняних та зарубіжних авторів за темою роботи, періодичні видання

4. Зміст роботи/проєкту (перелік питань, які належить розробити):
ВСТУП; РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ; РОЗДІЛ 2. КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБКИ ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ і ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ; ВИСНОВКИ; ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

5. Перелік графічного матеріалу (презентаційний матеріал):

Слайди презентації

6. Консультант:

Розділ	Консультант	Підпис, дата		Оцінка (бали)
		Завдання видав	Завдання прийняв	

7. Дата видачі завдання «12» жовтня 2024р.

Керівник _____ Павло БУДАНОВ
(підпис) (ім'я, прізвище)

Завдання прийняв до виконання _____ Владислав ШЕВЧЕНКО
(підпис) (ім'я, прізвище)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК
виконання кваліфікаційної дипломної роботи**

№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1	Визначення актуальності теми дослідження	02.10.24 – 05.10.24	
2	Проведення аналізу наукової літератури	06.10.24 – 15.10.24	
3	Виконання першого розділу дипломної роботи	16.10.24 – 29.10.24	
4	Виконання другого розділу дипломної роботи	30.10.24 – 26.11.24	
5	Оформлення пояснювальної записки	27.11.24 – 07.12.24	

Студент (ка) _____
(підпис)

Владислав ШЕВЧЕНКО
(ім'я, прізвище)

Нормоконтроль _____
(підпис)

Юлія ОЛІЙНИК
(ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Сторінок тексту – _____ ; рисунків – _____; таблиць - _____;
літературних джерел – _____.

Вартість енергоресурсів, що постійно підвищується, зумовила в останні роки кардинальну зміну ставлення до організації енергообліку в промисловості та інших енергоємних галузях. Споживачі електроенергії стали усвідомлювати важливість підвищення точності розрахунку споживаних енергоресурсів. Основою вдосконалення системи розрахунку є своєчасне зчитування показань із високоточних приладів обліку.

Сьогоднішня торгівля енергоресурсами влаштована на використанні автоматизації приладового енергообліку, що призводить до максимального зниження людського фактора на момент проведення фіксування, обробки, збору даних та забезпечення достовірного, точного, швидкого та гнучкого розрахунку, що адаптується до різних тарифних систем обліку, як з боку постачальника енергоресурсів, та з боку споживача.

Метою даної магістерської роботи є впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) для різних споживачів електроенергії.

Завданнями даної магістерської роботи є:

- 1) Аналіз існуючої системи збору показань приладів обліку та системи автоматизованого обліку електроенергії різних споживачів електроенергії;
- 2) Вибір компонентної бази до створення АСКОВЕ споживачів;
- 3) Техніко-економічне обґрунтування впровадження системи АСКОВЕ.

Об'єкт дослідження – процес контролю та обліку електроенергії різними споживачами.

Предмет дослідження – автоматизовані системи контролю та обліку електроенергії.

ABSTRACT

Pages of text – ____; pictures – ____; tables – ____;
literary sources – ____.

The constantly increasing cost of energy resources has led to a radical change in the attitude towards the organization of energy accounting in industry and other energy-intensive industries in recent years. Electricity consumers have become aware of the importance of increasing the accuracy of calculating the consumed energy resources. The basis for improving the calculation system is timely reading of readings from high-precision metering devices.

Today's energy trade is based on the use of automation of instrument energy accounting, which leads to the maximum reduction of the human factor at the time of recording, processing, data collection and ensuring reliable, accurate, fast and flexible calculation that adapts to different tariff accounting systems, both on the part of the energy supplier. and on the part of the consumer.

The purpose of this master's thesis is to implement an automated system of commercial electricity accounting (ASKOE) for various electricity consumers.

The objectives of this master's thesis are:

- 1) Analysis of the existing system of collecting meter readings and the automated electricity accounting system of various electricity consumers;
- 2) Selection of the component base for the creation of ASKOE consumers;
- 3) Feasibility study of the implementation of the ASKOE system.

The object of the study is the process of controlling and accounting for electricity by various consumers.

The subject of the study is automated systems for controlling and accounting for electricity.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	8
1.1 Аналіз завдань по обліку і контролю електроенергії.....	8
1.2 Аналіз сучасних комплексів технічних засобів контролю і обліку ЕЕ	10
1.3 Особливості впровадження систем технічного контролю і обліку ЕЕ	15
1.4 Розробка вимог до засобів технічного контролю і обліку ЕЕ	17
1.5 Сучасний стан автоматизованих систем диспетчерського управління об'єктами електроенергетики.....	22
1.6 Аналіз сучасних систем комерційного контролю та обліку електроенергії.....	24
1.7 Постановка завдань дослідження.....	46
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	48
РОЗДІЛ 2. КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБКИ ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ І ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	49
2.1 Концепція впровадження інтегрованих автоматизованих систем для технічного обліку енергоресурсів.....	50
2.2 Технічні вимоги до розрахункової інтегрованої автоматизованої системи контролю і обліку електричної потужності і енергії.....	51
2.3 Методологія побудови структур інтегральних АСКОВ.....	53
2.4 Розробка варіантів організації і побудови інтегрованих автоматизованих систем контролю і обліку електроенергії.....	57
2.5 Використання методів розрахунку нормативних характеристик технологічних втрат електроенергії.....	65
2.6 Економічна ефективність ІАСКОЕ промислових підприємств...	68
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	73
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ПОСИЛАНЬ.....	78

ВСТУП

Актуальність. Вартість енергоресурсів, що постійно підвищується, зумовила в останні роки кардинальну зміну ставлення до організації енергообліку в промисловості та інших енергоємних галузях. Споживачі електроенергії стали усвідомлювати важливість підвищення точності розрахунку споживаних енергоресурсів. Основою вдосконалення системи розрахунку є своєчасне зчитування показань із високоточних приладів обліку.

Сьогоднішня торгівля енергоресурсами влаштована на використанні автоматизації приладового енергообліку, що призводить до максимального зниження людського фактора на момент проведення фіксування, обробки, збору даних та забезпечення достовірного, точного, швидкого та гнучкого розрахунку, що адаптується до різних тарифних систем обліку, як з боку постачальника енергоресурсів, та з боку споживача.

Західноєвропейський ринок був лібералізований у досить короткі терміни – лише за 2–3 роки. Особливого значення у процесі конкурентного енергопостачання набула роль вимірювальних систем та збору даних.

Виробництво, передача, електропостачання, вимірювання, збирання та обробка даних вже не здійснюються в межах однієї організаційної структури.

Виникла потреба у стандартизації, виникла потреба у єдиних правилах переміщення і збору інформації, розуміння та задоволення прохань, що стосуються передачі даних необхідного формату.

Нові завдання (наприклад, необхідність балансування навантаження) та зростання обсягів інформації призвели до появи в енергетичних компаніях власних інформаційних структур: сховищ даних та систем автоматизованого збору даних з приладів обліку

Балансування навантаження, тарифна політика, аналіз та прогнозування профілів споживання – все це залежить від роботи систем управління даними, визначає ефективність роботи енергетичних організацій та ступінь задоволеності споживачів.

Загальна тенденція зростання ефективності інформаційного обміну призводить до утворення все більшої кількості енергозбутових компаній, виграють з яких ті, хто має більший набір послуг, забезпечити який без допомоги автоматизації вкрай проблематично.

У більшості країн із розвиненою ринковою економікою всі раніше розглянуті проблеми енергозбутових компаній вирішуються шляхом впровадження систем АСКОЕ, які стають все більш затребуваними та економічно доцільними.

Споживачами енергозбутових компаній зазвичай є як юридичні (індивідуальні та приватні підприємці, промислові виробництва), так і фізичні особи (населення).

Нині існує проблема організації приладового обліку електроенергії, оскільки почастишали випадки надання недостовірних показань лічильників або ненадання показань зовсім.

Цю проблему здатне вирішити використання автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) кожному зі споживачів.

Метою даної магістерської роботи є впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) для різних споживачів електроенергії.

Завданнями даної магістерської роботи є:

- 1) Аналіз існуючої системи збору показань приладів обліку та системи автоматизованого обліку електроенергії різних споживачів електроенергії;
- 2) Вибір компонентної бази до створення АСКОЕ споживачів;
- 3) Техніко-економічне обґрунтування впровадження системи АСКОЕ.

Об'єкт дослідження – процес контролю та обліку електроенергії різними споживачами.

Предмет дослідження – автоматизовані системи контролю та обліку електроенергії.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

1.1 Аналіз завдань по обліку і контролю електроенергії

Впровадження автоматизованих систем контролю і обліку енергоресурсів (АСКОЕ) — це насамперед отримання точних даних по електроспоживанню [1].

Наявність повної, документованої, диференційованої по структурних підрозділах і оперативній інформації про енергоспоживання — це розширене коло, у якому беруть участь в реалізації програм енергозбереження осіб, за рахунок персоналізації відповідальності за енергоспоживання, і механізм об'єктивного контролю реалізації програм енергозбереження, і джерело точної інформації для вироблення рішень по режимах роботи і енергоспоживання.

Іншими словами — енергозбереження починається там, де починається облік, причому облік автоматичний, як найповніший, точніший і оперативний, який дозволяє управляти споживанням енергоресурсів в диспетчерському режимі, проводити найбільш актуальні енергозбережні заходи, контролювати дотримання технологічної дисципліни [6-9].

Розібратися на кожному промисловому підприємстві із споживанням енергоресурсів, оптимізувати витрати на енергоресурси, тобто планувати, оперативно контролювати і управляти споживанням енергоресурсів, можна тільки володіючи необхідним інструментом — системою автоматизованого контролю і обліку.

Аналіз науково-технічної літератури [1-9] показав, що до систем автоматизованого контролю і обліку пред'являються підвищені вимоги по надійності, достовірності, швидкодії.

Огляд джерел літератури [10-17] показав, що першим кроком на шляху створення системи обліку зазвичай є впровадження системи комерційного обліку енергоресурсів, що дозволяє понизити витрати на енергоресурси, за рахунок:

- точність розрахунків з енергозабезпечуючими організаціями і орендарями;
- можливості використання оптимального на даний період часу тарифу і постачальника;
- підвищення точності планування споживання енергоресурсів і зменшення заявленої потужності;
- підвищення оперативності виявлення і усунення відхилень від встановлених режимів споживання;
- оптимізації графіків споживання.

Право вибору тарифу обумовлюється наявністю у споживача автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем контролю і обліку електроенергії (AIBC КОЕ) [18,19].

Процес впровадження AIBC КОЕ може зайняти від 3 місяців до року і ухвалювати рішення про створення AIBC КОЕ після публікації чергових тарифів може бути пізно.

Але загальна тенденція зміни тарифів за останні три роки – випереджаюче зростання тарифів на потужність. При дефіциті потужності, що збільшується, ця тенденція збережеться, принаймні, до 2012 року. Тому ефективність правильного вибору від року до року тільки зростатиме [11-14].

Опубліковані ухвали Уряду України про регулювання Оптових та Роздрібних ринків електроенергії і потужності посприяли підвищенню ефективності впровадженні AIBC КОЕ на підприємствах з приєднаною потужністю понад 750 кВА за рахунок:

- впровадження почасового планування споживання електроенергії;
- введення штрафних санкцій за відхилення фактичного споживання від вартових планових заявок;
- введення для підприємств, AIBC КОЕ, що не мають, розрахунків відхилень фактичного споживання за профілем навантаження збутової організації;
- розрахунків за відхилення по тарифах вільного ринку.

У нових умовах функціонування ринків електроенергії наявність у підприємства AIBC КОЕ, окрім основної функції обліку споживання на розрахунковому інтервалі (wartovому), функції прогнозування споживання усередині розрахункового інтервалу, надає підприємству можливість управління електроспоживанням з метою мінімізації відхилень фактичного споживання від планових заявок [20].

Правильний вибір тарифу і постачальника забезпечує зниження витрат на електроенергію на 5...15 % [21-24].

1.2 Аналіз сучасних комплексів технічних засобів контролю і обліку ЕЕ

Розглянемо перспективні системи обліку і контролю електроенергії, які побудовані на базі інформаційних обчислювальних комплексів. Автоматизовані інформаційно-вимірювальні системи (AIBC) контролю і обліку електроенергії (КОЕ), побудовані на базі обчислювальних для вимірника комплексів (IBK), дозволяють вирішувати завдання обліку електроенергії для цілей забезпечення взаємних розрахунків між постачальником і споживачем.

До складу технічних засобів AIBC КОЕ входять [25]:

- засоби вимірювання споживання електроенергії;
- засоби збору, обробки, зберігання і передачі інформації.

До засобів вимірювання споживання електроенергії відносяться вимірювальні трансформатори струму (ТС), вимірювальні трансформатори напруги (ТН), їх вторинні ланцюги, лічильники електричної енергії, первинні вимірювальні перетворювачі. Засоби збору, обробки, зберігання і передачі інформації можуть включати пристрої збору і передачі даних (ПЗПД), устаткування і лінії зв'язку для передачі інформації на сервер збору даних енергозабезпечуючої організації і в Центр збору і обробки інформації споживача електроенергії [26].

У системах контролю і обліку електроенергії використовуються вимірювальні трансформатори напруги (ТН) класу точності не нижче 0,5 і

вимірювальні трансформатори струму (ТС) класу точності не нижче 0,5S. Як первинні вимірювальні перетворювачі застосовуються багатofункціональні трьохелементні мікропроцесорні лічильники електроенергії, що забезпечують вимірювання електроенергії з наростаючим підсумком і обчислення усередненої потужності за півгодинні інтервали часу (при необхідності - за коротші або довші тимчасові інтервали) [27].

Електролічильники мають можливість передачі вимірювальній інформації по цифровому інтерфейсу (типу RS-485, RS-232, ІРПС). Приклад побудови автоматизованої системи контролю і обліку електроенергії на базі технічних засобів ІВК представлених на структурній схемі АІВС комерційного обліку електроенергії на рис. 1.

На підстанціях в безпосередній близькості від електролічильників, проводиться установка ПЗПД (багатofункціональних автоматичних реєстраторів БАВР 104). До їх функції входить прочитування по стику RS-485 з електролічильників архівів значень зміряних величин у форматі 30-ти хвилинних (або інших необхідних інтервалів часу) графіків навантаження, протоколів подій лічильників, архівація в незалежній пам'яті ліченої інформації і передача її на верхній рівень системи.

Також БАВР 104 формують інформацію про поточні значення вимірюваних величин, що дозволяє реалізувати в системі контроль параметрів споживання з періодом 5 хвилин і в режимі реального часу з періодом 5...10 сек.

прив'язкою результатів вимірювань до єдиного часу;

- формування за допомогою технічних засобів AIBC КОЕ, розташованих на підстанціях, оперативній і комерційній інформації по електроенергії і потужності, а також передача цих даних в центр збору і обробки інформації AIBC КОЕ з циклом 5...10 секунд, 5, 30 і 60 хвилин;

- формування в центрі збору і обробки інформації бази даних комерційної інформації по електроенергії і потужності з прив'язкою до часу, а також генерація необхідних вихідних екранних форм і звітних документів;

- відображення оперативної інформації про режими споживання і розподілу електроенергії і потужності по вимірювальних каналах комерційного обліку;

- передача інформації про вимірювані параметри на сервер збору даних енергозабезпечуючої організації.

Склад завдань, що вирішуються на основі інформації AIBC КОЕ:

Звітні завдання (періодичність - один раз в місяць): отримання звітів по кожній звітній позиції про витрату і розподіл електроенергії за минулий місяць.

Оперативно звітні завдання (періодичність - один раз в добу): отримання звітів по кожній звітній позиції про витрату і розподіл електроенергії за минулу добу. Надання інформації по півгодинних і п'ятихвилинних графіках споживаної потужності для оптимізації режимів електроспоживання і розподілу електроенергії в контрольний годинник доби. Надання можливості в диспетчерському режимі оперативно виявляти перевитрати електроенергії і потужності. При необхідності мінімізації витрат на впровадження автоматизованої системи обліку електроенергії для регіонального ринку можливо, замість повнофункціональної AIBC КОЕ, створення системи з мінімально необхідним для організації комерційного обліку набором функцій. Енергозбутові компанії допускають цей варіант побудови системи при кількості точок обліку не більше 2. Приклад побудови такої системи представлений на структурній схемі AIBC комерційного обліку електроенергії спрощений варіант (рис. 1.2).

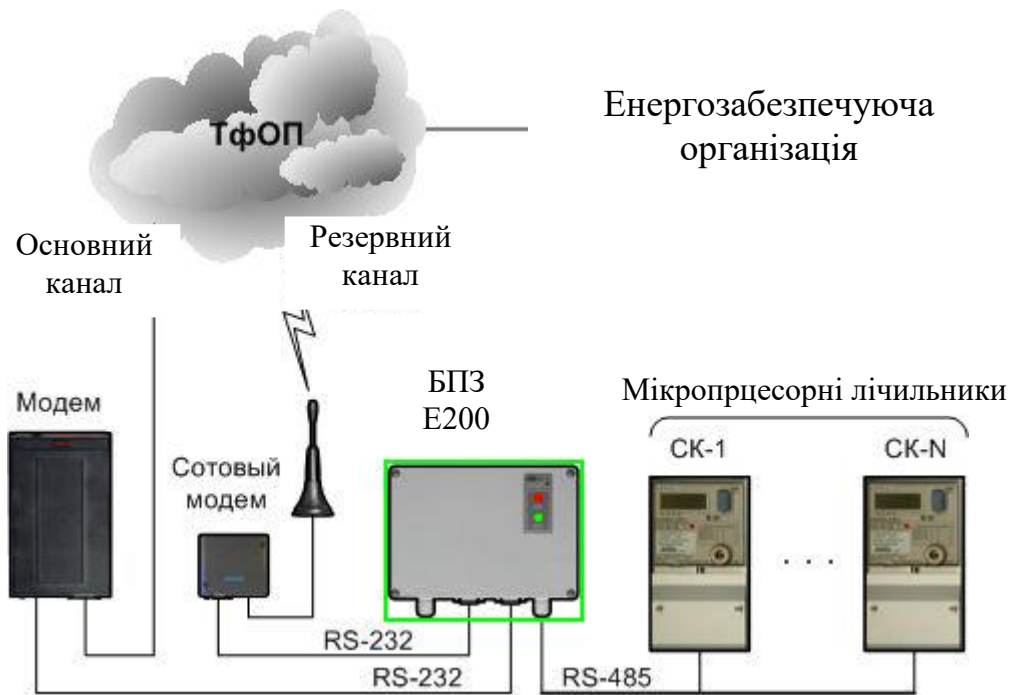


Рисунок 1.2 – Структурна схема спрощений варіант АІВС комерційного обліку електроенергії

В даному випадку облікові комерційні свідчення по енергоспоживанню дистанційно передаються на сервер енергозабезпечуючої організації. Можлива також додаткова організація передачі даних на один з комп'ютерів споживача, при установці на нього відповідного програмного забезпечення.

Система обліку в цьому випадку виконує наступні функції [29]:

- автоматизація комерційного обліку електроенергії і потужності з прив'язкою результатів вимірювань до єдиного часу;
- формування за допомогою технічних засобів АІВС КОЕ, розташованих на підстанціях, комерційній інформації по електроенергії і потужності, а також передача цих даних за запитом на автоматизоване робоче місце АРМ АІВС КОЕ (усереднені за 30 хвилин значення вимірюваних параметрів);
- формування на АРМ-Е бази даних комерційної інформації по електроенергії і потужності з прив'язкою до часу;
- передача інформації про вимірювані параметри на сервер збору даних енергозабезпечуючої організації.

Склад завдань, що вирішуються на основі інформації АІВС КОЕ в спрощеному варіанті:

- звітні завдання (періодичність - один раз в місяць): отримання звітів по кожній точці обліку і по об'єкту в цілому про витрату електроенергії за минулий місяць;
- оперативно звітні завдання (періодичність - один раз в добу): отримання звітів по кожній точці обліку і по об'єкту в цілому про витрату електроенергії за минулу добу.

1.3 Особливості впровадження систем технічного контролю і обліку ЕЕ

Впровадження систем технічного обліку енергоресурсів зазвичай слідує за впровадженням систем комерційного обліку. Основна причина в складності оцінки ефективності цих систем. Ефективність комерційних систем обліку можна оцінити до впровадження, технічних – тільки після [30-34].

Структура і кількість точок обліку в комерційній системі однозначно визначається правилами організації комерційного обліку, договором енергопостачання і перетином постачання.

Структура і кількість точок технічного обліку визначаються тими завданнями, які ставляться перед АІВС КОЕ. А це може бути збір інформації і по функціональному розподілу споживання енергоресурсів, наприклад, технологічні потреби і побутові потреби (витрати на освітлення, опалювання, водовідведення і так далі), і по структурному розподілу споживання енергоресурсів (енергоблоки, основні цехи, допоміжні, заводоуправління і так далі), і по їх різних комбінаціях.

Таким чином, автором в результаті проведеного огляду наголошується, що відправною крапкою для оцінки потенціалу енергозбереження можуть служити оцінки енергоємності промислових підприємств України і промисловості розвинених країн.

По різних оцінках енергоємність промисловості України в 3...4 рази вище.

Тут і технологічне відставання, і відмінність структури промисловості, і кліматичні відмінності, але є і організаційна складова, є і «людський» чинник [35].

Впровадження AIBC КОЕ насамперед дозволяє вирішити проблеми пов'язані з неефективним використанням електроенергії із-за організаційних втрат і «людського» чинника. Це, перш за все, інструмент об'єктивного і оперативного контролю.

Крім того, автором наголошується, що система технічного обліку дозволить понизити об'єм споживання, за рахунок:

- підвищення оперативності управління електроспоживанням;
- централізованого контролю споживання енергоресурсів;
- документованого контролю споживання енергоресурсів структурними підрозділами;
- контролю дотримання технологічної дисципліни і оптимізації режимів роботи електроустаткування, що персоналізується;
- підвищення оперативності виявлення невиробничих втрат електроенергії у вигляді аварійних режимів роботи устаткування і т.д.;
- підвищення оперативності виявлення і ліквідації несанкціонованих підключень;
- підвищення точності і оперативності збору даних для впровадження на підприємстві енергетичного менеджменту (зокрема системи нормування енергоспоживання);
- надання керівництву об'єктивного інструменту контролю реалізації заходів, що проводяться, і програм енергозбереження.

Сумарне зниження витрат на енергоресурси може скласти 25.40%.

Використання однотипної елементної бази і єдиного підходу при обліку електричної енергії дозволить значно полегшити і здешевити експлуатацію вимірювального комплексу.

Необхідно також відзнач, що економічний ефект від впровадження автоматизованої системи обліку електроенергії залежить від специфіки кожного

конкретного промислового підприємства або підрозділу (енергоблоку, цеху, ділянки і так далі) і, звичайно, від мерів, що приймаються на підставі отримуваної інформації.

Крім того, позитивним фактом є те, що децентралізований принцип побудови АСКОЕ надає велику можливість постійного збільшення об'ємів вимірювань і числа користувачів.

1.4 Розробка вимог до засобів технічного контролю і обліку ЕЕ

Автоматизовані інформаційно-вимірювальні системи (АІВС) технічного обліку електроенергії (ТОЕ), побудовані на базі обчислювального для вимірника комплексу (ІВК), повинні вирішувати задачу обліку розподілу електроенергії усередині підприємства між його структурними підрозділами, виробничими ділянками, окремим устаткуванням і так далі.

До складу технічних засобів АІВС ТОЕ повинні входити:

- засоби вимірювання споживання електроенергії;
- засоби збору, обробки, зберігання і передачі інформації.

До засобів вимірювання споживання енергоресурсів можуть відноситися вимірювальні трансформатори струму (ТС), вимірювальні трансформатори напруги (ТН), їх вторинні ланцюги, лічильники електричної енергії.

Засоби збору, обробки, зберігання і передачі інформації можуть включати пристрої збору і передачі даних (ПЗПД), устаткування і лінії зв'язку для передачі інформації в Центр збору і обробки інформації (ЦСОІ) споживача енергоресурсів.

Технічний облік є джерелом даних для впровадження нормування електроспоживання і інструментом контролю виконання заходів щодо енергозбереження і дотримання технологічної дисципліни.

Як первинні вимірювальні перетворювачі можуть бути використані дешевші, ніж на комерційному обліку електронні електролічильники з телеметричними виходами, а також перетворювачі вимірюваної величини

(струму, напруги, частоти і тому подібне) в уніфікований струмовий сигнал. Клас точності, що рекомендується, не нижче 1.

Автором пропонується розглянути вимоги до технічних засобів на прикладі варіанту побудови системи технічного обліку електроенергії на базі технічних засобів ІВК представлений на структурній схемі АІВС ТОЕ варіант 1 (рис. 1.3).

В даному випадку в АІВС ТОЕ для вимірювання електроспоживання і контролю параметрів можуть використовуватися електронні електролічильники з телеметричними виходами, датчики струму і напруги з уніфікованим струмовим вихідним сигналом (0 - 5, 4 - 20 мА), датчики сигналізації відкриття дверей підстанції типу "сухий контакт", а також стану автоматичних вимикачів АП-50.

При цьому підключення датчиків струму і напруги до реєстратора БАВР 104 проводиться через Адаптер уніфікованих струмових сигналів (АУСС) Е403 призначений для перетворення аналогових уніфікованих струмових сигналів 0 - 5 і 4 - 20 мА в часоімпульсний код і мультиплексування чотирьох каналів вимірювання на один інформаційний вхід реєстратора.

Підключення інформаційних каналів сигналізації виконане з використанням Адаптера телеметричних сигналів (АУСС) Е402, призначеного для праці пристроєм мультиплексування шістнадцяти подібних каналів на один вхід реєстратора Бавр104.

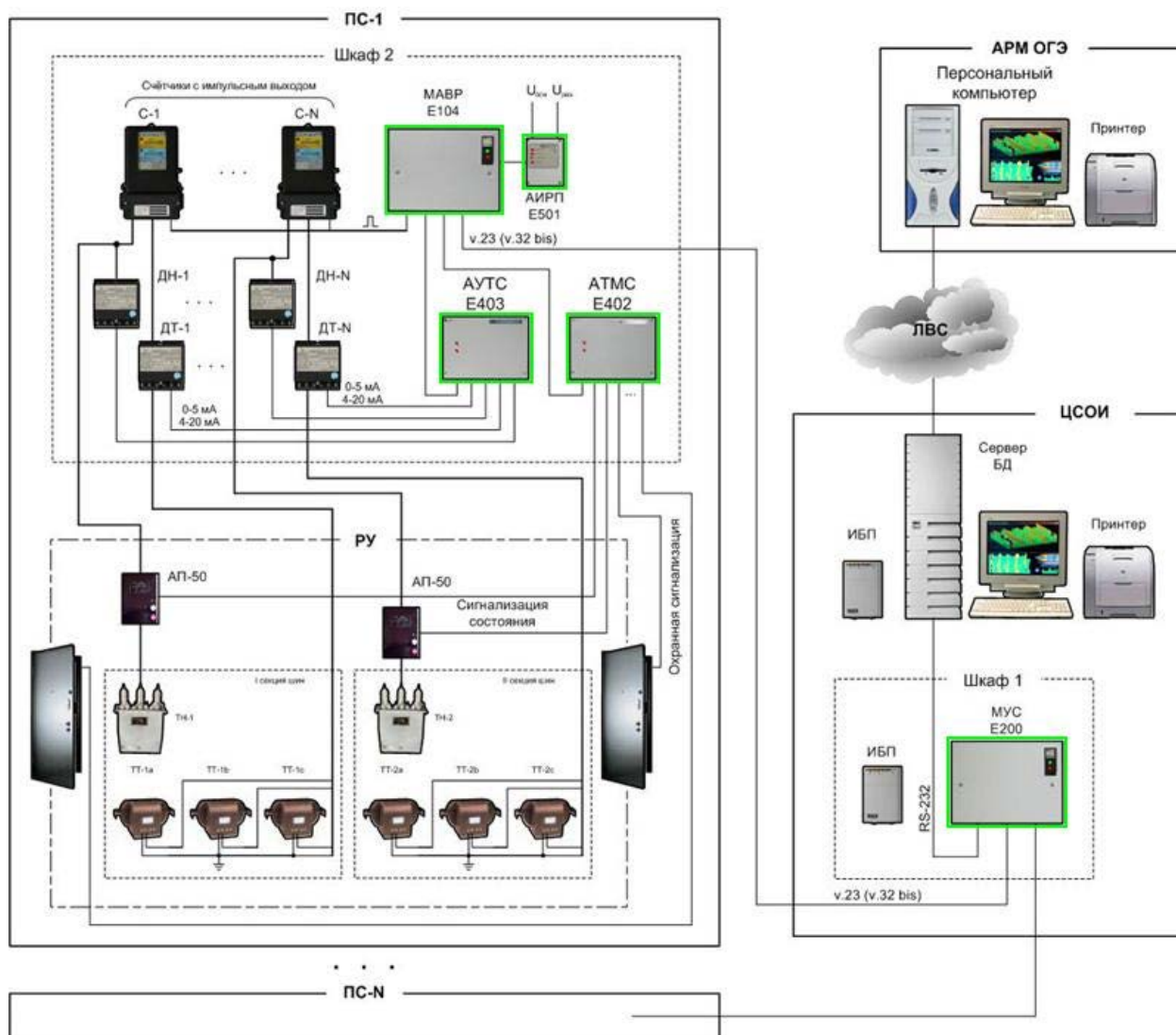


Рисунок 1.3 – Структурна схема АІВС ТУ електроенергії варіант 1

Основними функціями АІВС ТОВ при такій побудові системи є:

- автоматизація технічного обліку електроенергії і потужності з прив'язкою результатів по каналах прямих вимірювань до єдиного часу;
- формування за допомогою технічних засобів АІВС ТОВ, розташованих на підстанціях, оперативних даних по технічному споживанню електроенергії і потужності і передача їх в ЦСОІ АІВС ТОВ з циклом 5 - 10 секунд, 5, 30 і 60 хвилин;
- формування в ЦСОІ бази даних інформації про технічне споживання електроенергії і потужності по каналах прямих і непрямих вимірювань з прив'язкою до часу, а також генерація необхідних вихідних екранних форм і звітних документів;

- відображення оперативної інформації про режими споживання і розподілу електроенергії і потужності по каналах прямих і непрямих вимірювань технічного обліку.

Склад завдань, що вирішуються на основі інформації AIBC TOE [36]:

- звітні завдання (періодичність - один раз в місяць): отримання звітів про споживання електроенергії за минулий місяць по кожній звітній позиції (підприємство в цілому, окремі структурні одиниці, окремі функції, небаланс);

- оперативно звітні завдання (періодичність - один раз в добу): отримання звітів по кожній звітній позиції про витрату і розподіл електроенергії за минулу добу.

Надання інформації по півгодинних і п'ятихвилинних графіках споживаної потужності для оптимізації режимів електроспоживання і розподілу електроенергії в контрольний годинник доби.

Надання можливості в диспетчерському режимі оперативно виявляти перевитрати електроенергії і потужності.

Автором розглянутий також варіант організації збору інформації в системах технічного обліку, який приведений на структурній схемі AIBC TOE електроенергії варіант 2 (рис. 1.4).

В цьому випадку застосовані лічильники з цифровим інтерфейсом типу RS-485 і можливістю зберігання профілю навантаження, в системі відсутні ПЗПД.

Прочитування даних сервером Центру збору проводиться безпосередньо з пам'яті електrolічильників з використанням відповідного програмного забезпечення.

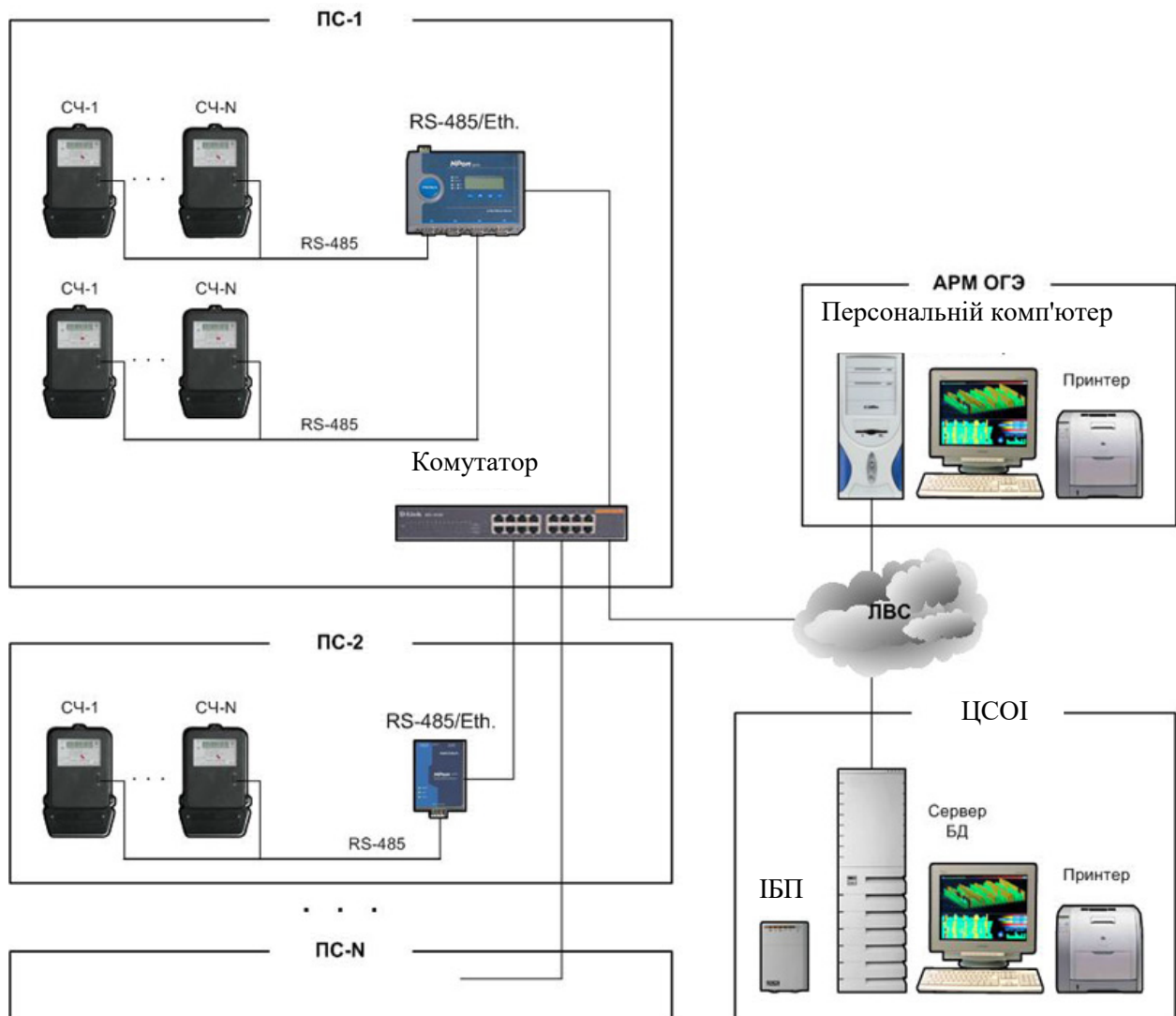


Рисунок 1.4 – Структурна схема АІВС ТО електроенергії варіант 2.

Система обліку в цьому випадку виконує наступні функції:

- автоматизація технічного обліку електроенергії і потужності з прив'язкою результатів по каналах прямих вимірювань до єдиного часу;
- накопичення за допомогою технічних засобів АІВС ТОЕ, розташованих на підстанціях, даних по технічному споживанню електроенергії і потужності і передача їх за запитом в ЦСОІ (усереднені за 30 хвилин значення вимірюваних параметрів);
- формування в ЦСОІ бази даних інформації про технічне споживання електроенергії і потужності по каналах прямих і непрямих вимірювань з прив'язкою до часу, а також генерація необхідних вихідних екранних форм і звітних документів.

Склад завдань, що вирішуються на основі інформації AIBC TOE в спрощеному варіанті:

- звітні завдання (періодичність - один раз в місяць): отримання звітів про споживання електроенергії за минулий місяць по кожній звітній позиції (підприємство в цілому, окремі структурні одиниці, окремі функції, небаланс);
- оперативно звітні завдання (періодичність - один раз в добу): отримання звітів по кожній звітній позиції про витрату і розподіл електроенергії за минулу добу;
- надання інформації по півгодинних графіках споживаної потужності для оптимізації режимів електроспоживання і розподілу електроенергії в контрольний годинник доби.

1.5 Сучасний стан автоматизованих систем диспетчерського управління об'єктами електроенергетики

Призначення: Автоматизована система диспетчерського управління об'єктами електроенергетики (АСДУЕ) призначена для контролю і управління технологічними процесами і устаткуванням на об'єктах електропостачання промислових підприємств і міських електричних мереж [37].

АСДОЕ забезпечує виконання наступних функцій:

- визначення поточних станів комутаційних елементів, функція ТС;
- вимірювання поточних значень технологічних параметрів (струмів, напруги, активної і реактивної потужностей, частоти, температури і ін.), функція ТІТ;
- вимірювання інтегральних значень технологічних параметрів, функція ТІТ;
- включення і відключення контрольованих об'єктів, функція ТО;
- контроль оперативної напруги ланцюгів ТО;
- збір інформації з цифрових вимірювальних перетворювачів;
- збір інформації з пристроїв МП РЗА;

- збір інформації з інтелектуальних лічильників електроенергії;
- технічний і комерційний облік електроенергії
- архівація всіх подій і вимірювань, ведення баз даних
- представлення інформації по вимірюваних параметрах в табличній і графічній формах, формування графіків і звітних форм передача даних на верхній рівень енергосистеми.

Устаткування для АСДОЕ. У складі об'єктів автоматизації використовуються контролери, які є шафою підлогового або настінного виконання з розміщеним усередині устаткуванням. До складу контролера входять субблоки центрального процесора, субблоки введення-виводу, джерела живлення з резервуванням, канал утворюючи устаткування, клемні з'єднувачі.

Контролер (наприклад, "МІР КТ-51") є набором функціональних модулів для кріплення на DIN-рейку. На базі контролера КТ-51 можуть будуватися як централізовані (з розміщенням всього устаткування в компоновальній шафі) так і розподілені (з розміщенням в безпосередній близькості від технологічного устаткування) системи.

Для вимірювання всіх електричних параметрів (струм, напруга, потужність) і перетворення зміряних значень в уніфіковані струмові сигнали для систем контролю і управління використовуються різні перетворювачі.

Для забезпечення у складі АСДОЕ функцій комерційного і технічного обліку електроенергії і функцій контролю якості електроенергії використовуються різні типи лічильників.

Устаткування для АСДОЕ показана на структурній схемі (рис. 1.5).

Програмне забезпечення для АСДОЕ. Для побудови систем АСДОЕ використовується сучасне програмне забезпечення.

Для збору даних використовується OPC- сервер, повністю відповідний стандарту OPC DA 2.0. На базі SCADA-системи власної розробки створений ряд АРМ диспетчера, що виконують функції відображення і оперативного управління. Для побудови систем обліку електроенергії використовується програмний комплекс "Облік електроенергії". Технічні характеристики:

- Кількість контролерів в системі до 250 на 1 канал зв'язку.
- Кількість каналів зв'язку в системі до 100.
- Кількість вимірюваних параметрів в системі до 1 000 000.
- Використовувані канали зв'язку: Ethernet; оптоволокно; УКВ-РАДІОКАНАЛ; GSM мережі; виділені лінії (включаючи xDSL); телефонні лінії (комутовані і виділені).
- Інформаційна ємність контролерів системи від 8 до 768 ТС; від 8 до 768 ТПТ; від 2 до 192 ТУ.

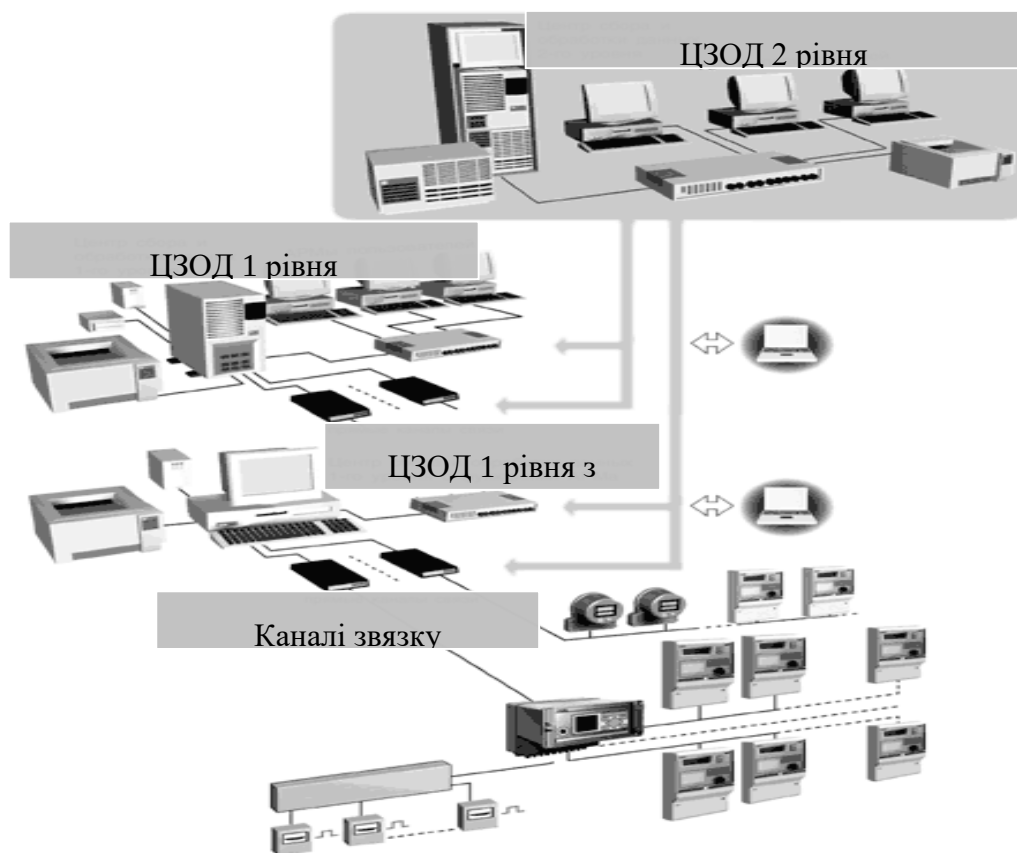


Рисунок 1.5 – Структура системи АСДОЕ

1.6 Аналіз сучасних систем комерційного контролю та обліку електроенергії

Розглянемо та проаналізуємо систему контролю та обліку електроенергії різними споживачами.

У існуючій системі збору показань (і подальшого розрахунку споживачів за цими показаннями) є маса недоліків, і якщо надалі продовжувати дотримуватися такої організації обліку, це ще більше загострить такі проблеми:

- щомісячні обходи та списання показань індивідуальних приладів обліку (ІПО) контролерами енергозбутових компаній різко загострять проблему попадання контролерів до місць встановлення ІПО, не кажучи вже про збільшення чисельності штату співробітників енергозбутової компанії;

- при масових обходах, ймовірність спотворення показань лічильників (внаслідок мимовільних помилок чи навмисних дій) за її списання контролерами необхідно звести до мінімуму у вигляді самих контролерів, що саме собою є людським фактором;

- проблеми мінімізації власних витрат на зняття показань приладів обліку та витяг рахунків за електроенергію споживачам, а також проблеми укладання з кожним споживачем індивідуального договору енергопостачання;

- масове виставлення рахунків для численних споживачів і необхідність виключити помилки, що постійно виникають при цьому, вимагатимуть максимальної механізації та автоматизації цього процесу;

- численні енергозбутові організації, що утворюються в умовах жорсткої конкуренції, зможуть економічно вистояти, тільки пропонуючи своїм споживачам гнучкі взаємовигідні тарифи, диференційовані як за часом доби (зонами часу), так і за рівнями споживання (блокові тарифи).

Реалізація ринкового обліку електроенергії, що надходить від генеруючих компаній до постачальників, для її подальшого продажу споживачам є досить складним завданням.

Наслідком цього положення є те, що при існуючих нормах проектування ні в ТП 10/0,4 кВ з боку нижчої напруги, ні на вступних пристроях 0,4 кВ в житлові будинки електролічильники ніколи не встановлювалися.

На даний момент, щоб визначити кількість відпущеної електроенергії на реалізацію споживачам, необхідно скласти показання кожного індивідуального приладу обліку встановлених у власних приміщеннях мешканців

багатоквартирного будинку або будинків приватного сектору (окремого району) та технічні втрати в електромережах 0,4 кВ.

За такої організації приладового обліку кількість електроенергії, відпущеної споживачам зі своїх мереж, розподільна мережева організація, яка обслуговує ці мережі, буде змушена запитувати від енергозбутової компанії, яка визначає його для споживачів «зворотним рахунком», виходячи з обсягу зібраних платежів та середнього відпускного тарифу,

Оскільки споживачі електроенергії, за існуючої повсюдно системи «самообслуговування», показання приладів обліку списують і надають не точно і не вчасно, то рахунки споживачам виставляються з великим спотворенням.

Природно за такої системи обліку дізнатися реальні втрати в розподільчих електромережах і результативність роботи постачальника, що гарантує, не є можливим.

Вирішити цю проблему здатна автоматизована система контролю та обліку електроенергії (АСКОЕ).

Переваги автоматизованих систем, за допомогою яких організується облік електроенергії, давно відомі, оскільки такі системи вже протягом тривалого часу застосовуються як за кордоном, так і в різних промислових виробництвах і підприємствах.

Крім функцій обліку, вони також контролюють та керують електроспоживанням цих підприємств.

Основними складовими систем АСКОЕ є такі пристрої:

- пристрої збору та передачі показань (ПЗПП), що застосовуються для зчитування, тимчасового зберігання та передачі інформації в локальний блок збору даних. В основному вони виконуються у вигляді багатоканальних електромережевих модемів (ЕММ) з блоком контролю приладу обліку та інтерфейсним модулем;

- локальні блоки збору даних (ЛБЗД), призначені контролю та управління мережевих модемів, збирання з них інформації та передачі їх у центральну диспетчерську;

- прилади обліку електроенергії із незалежною від зовнішнього живлення пам'яттю, на якій зберігаються проміжні показання та дані;

- центри обробки даних, у яких здійснюється робота з опитування електrolічильників, обробка отриманої інформації, віддалене обслуговування цих приладів обліку, складання звітної документації та створення доступної для роботи бази даних, призначеної для розрахунків та виставлення рахунків за спожиту електроенергію.

Телеметричний кабель лічильника електроенергії підключається до виходу інтерфейсного модуля багатоканального електромережевого модему, встановленого в поверховому щитку.

У свою чергу, електромережевий модем, приймаючи інформацію, обробляє її, відбувається прив'язка показань індивідуального приладу обліку на час зчитування і все це зберігається в незалежній пам'яті за заданою програмою.

Для подальшої передачі зібраної телеметричної інформації в локальні блоки збору даних електромережевий модем утворює її у вигляді, що дозволяє забезпечити передачу інформації по електромережі без спотворень та втрат.

Локальні блоки збору даних є автономним апаратом з декількома пристроями прийому і передачі даних.

Локальний блок збору даних встановлюється на введенні в будівлю або трансформаторної підстанції. До кожної фази ЛБЗД підключається за допомогою вбудованих ЕММ.

Передача інформації від локального блоку збору даних на комп'ютер диспетчера здійснюється за виділеною або комутованою лінією через послідовний інтерфейс та телефонний модем.

При розосереджених системах збирання первинної інформації проводиться безпосередньо з ЛБЗД із застосуванням переносних носіїв інформації, таких як ноутбук чи планшет. Один такий блок дозволяє обслуговувати до 2048 приладів обліку.

Пункт центральної диспетчерської (ЦД) є центром збору даних індивідуальних приладів обліку, їх реєстрації, обробки, аналізу та відображення.

Програмне забезпечення ЦД логічно можна поділити на дві складові: оперативний зв'язок із ЛБЗД та обробка зібраної інформації.

Всі отримані для обробки дані зберігаються у спеціальній базі даних. Під час обробки зібраних даних програмне забезпечення (ПЗ)

центральної диспетчерської виконує такі функції:

- виписка рахунків (квитанцій);
- друк рахунків (квитанцій) для кожної квартири (будинку);
- обґрунтування рахунків (квитанцій);
- зведення балансу за балансовими групами;
- формування зведеної таблиці енергоспоживання за поточний та попередні періоди.

Для захисту системи від несанкціонованих змін (корегувань) передбачені шифрування інформації та багатоступінчастий доступ до поточних даних та параметрів, який представлений на рис.1.7.

Автоматизовані системи можуть запропонувати альтернативні рішення вищезгаданих проблем, такі як:

- організація дистанційного зчитування показань індивідуальних та колективних (загальнобудинкових) приладів обліку через спеціальне програмне забезпечення (наприклад, апаратно-програмний комплекс (АПК));
- можливість оснащення приладів обліку пристроями для зчитування показань на машинні носії інформації (ноутбуки, мобільні термінали), а самих контролерів – переносними пристроями (пультами) реалізації цього зчитування.

Таким чином, контролери позбавляються можливості змінювати показання лічильників та надають до центральної диспетчерської достовірні дані.

У світовому співтоваристві такі системи позначаються "AMR systems" (Automatic meter reading (AMR) - система автоматичного зчитування показань електролічильників).

Багато компаній з виробництва електrolічильників довгі роки розробляли системи для споживачів, які відповідають вимогам надійності, безпеки експлуатації, простоті та недорогій вартості.

При створенні подібних систем було дотримано двох основних підходів: система повинна окупатися та забезпечувати підвищену надійність функціонування. На даний момент такі системи вже існують, виробляються серійно і їх масово впроваджують у багатьох країнах, що розвиваються.

В даний момент найбільш поширеною технікою зв'язку AMR у всьому світі є радіозв'язок, а слідом за ним йде технологія PLC-зв'язку.

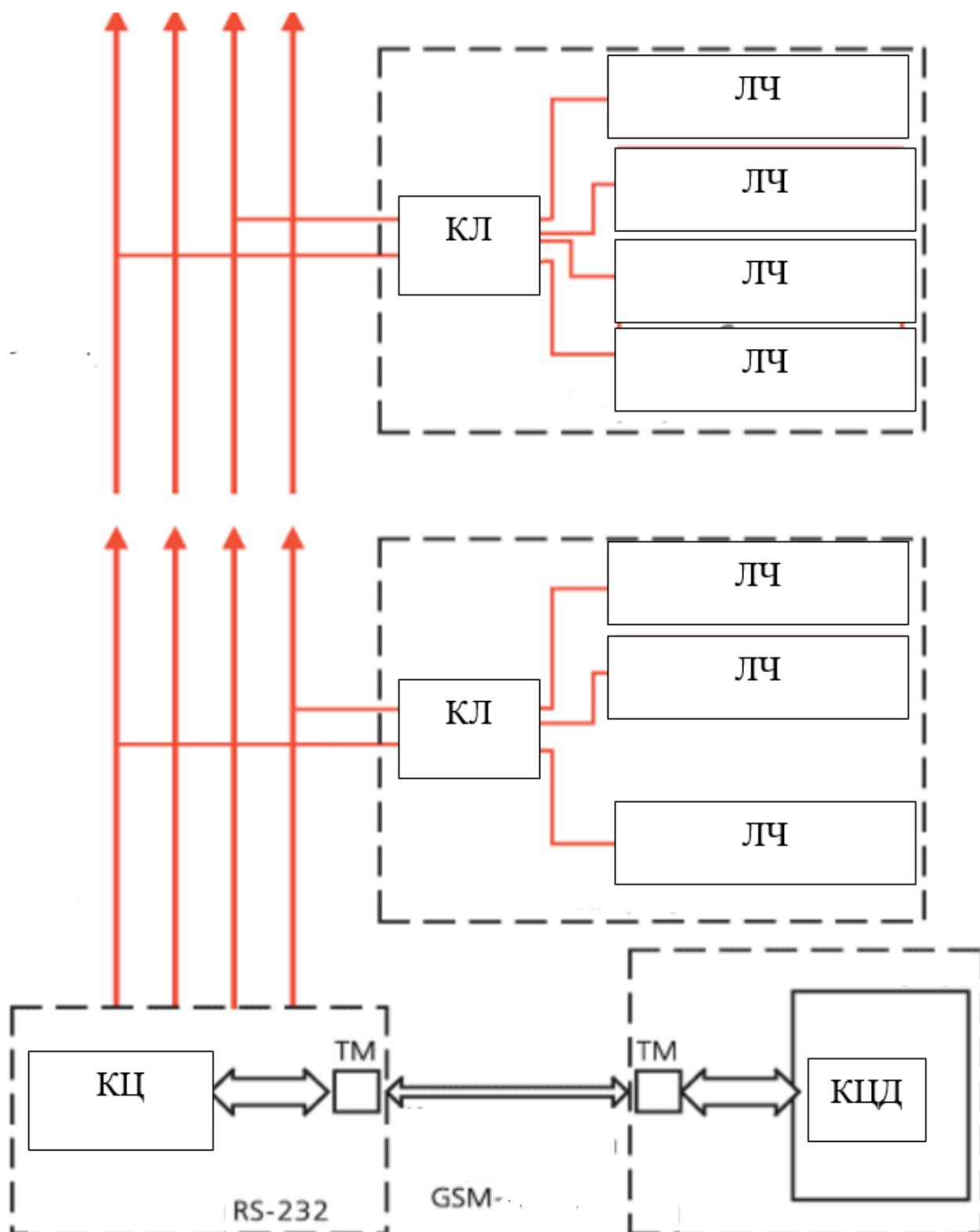


Рисунок 1.7 – Узагальнена функціональна схема автоматизованого дистанційного зняття показань приладів обліку електроенергії

Це викликано тим, що в Північній Америці більше ресурсів вкладається саме в радіозв'язок, а ринок енергопостачальних організацій поза Америкою має

інший пріоритет у галузі зв'язку – там домінує зв'язок по низьковольтній мережі (PLC).

Масштабне застосування PLC-зв'язків не дивно в країнах з економікою, що розвивається, у яких, як правило, немає розгорнутої телефонної або радіозв'язкової інфраструктури і де навіть у дротових телефонів немає великого протягу ліній і потрібного покриття площ (для AMR-технологій потрібні практично 100% площі покриття, щоб досягти кожного промислового підприємства).

У подібних країнах єдине середовище зв'язку, яке досягає кожного споживача електричної енергії – це електричний мережевий провід.

Технічні рішення, що використовуються в системах AMR на базі PLC технології, дозволяють:

- у більшості споживачів зберегти однотарифні лічильники з передачею даних від них по силовій мережі до групових ПЗПД;
- впровадити у кожного споживача будь-які нові тарифні системи, змінюючи лише програмне забезпечення в ПЗПД, без проведення монтажних робіт та заміни електролічильників;
- знімати показання приладів обліку на об'єкті дистанційно, не заходячи в приміщення, де вони встановлені, при цьому самі контролери не матимуть можливості змінити показання електролічильників;
- виявляти розкрадання електроенергії, повідомляти про це та дистанційно відключати боржників.

Системи з передачею даних силової мережі універсальні і багатофункціональні, т.к. Крім обробки інформації про споживання різних видів енергетичних ресурсів можуть бути доповнені та інші функціями, наприклад, охоронно-пожежної сигналізацією. Це багато разів підвищує їх ефективність і знижує терміни окупності.

Одним із найбільших прикладів систематизованого вирішення завдань та проблем організації постачання та обліку електроенергії у споживачів у

південній частині Європи є система компанії Enel. Ця компанія у 2000 р. запланувала масову заміну 29 мільйонів застарілих електролічильників.

Усі ці лічильники з силових проводів будуть об'єднані в єдину систему контролю та обліку – Telegestore. Системи, подібні до цієї, допоможуть впроваджувати будь-які тарифні системи з найменшими витратами.

В Україні великими темпами набирають популярності системи автоматизованого контролю та обліку на різному програмному забезпеченні.

Дані програми призначені в першу чергу для управління, моніторингу та контролю процесами передачі та розподілу електроенергії.

Апаратно-програмне забезпечення має дозволяти проводити моніторинг технічних процесів на широкій території з єдиним центром управління. Також, має бути розвинена система поділу прав доступу, інформаційного простору, засобів управління різні рівні, що дозволяє створювати більш розвинену систему координації обслуговування великих ділянок.

При використанні програмної бази є можливість об'єднання кількох підструктур у єдину мережу. Це дозволить виконувати роботи з обслуговування мереж із більшою ефективністю та меншими витратами.

Автоматизована система контролю та обліку створена із застосуванням мікропроцесорних пристроїв має низку основних функцій:

- опитування індивідуальних приладів обліку електроенергії;
- збір та передача оперативної інформації про технологічні параметри енергоспоживання, аварійні та передаварійні ситуації в режимі реального часу на сервер системи та автоматизовані робочі місця (як за заданим часом, так і за запитом);
- опрацювання завдань верхнього рівня;
- об'єднання та систематизація роботи електролічильників;
- передача та обробка команд виконання;
- виконання захисної функції, як-от несанкціонований доступ або випадкових дій.

До складу системи входить таке обладнання:

- сервер;
- комунікаційне обладнання (GPRS-модеми, радіомодеми, шлюзи IP/RS, УКХ-радіостанції);
- обчислювачі УВП-280;
- первинні перетворювачі витрати, тиску та температури, лічильники електроенергії;
- контролери ПЛК-84М1, ПЛК-166.02, КР-16Р, КР-Д16А8, КР-8А, панель відображення ППО.

Серверна підтримка забезпечує надійне зберігання інформації, отриманої в ході опитування приладів обліку, довготривале утримання виконаних та запитаних команд.

Зв'язок між серверами проводиться по високошвидкісних каналах зв'язку, таких як оптоволокну, радіоканалів та за допомогою мережі інтернет.

Унікальність мікропроцесорної програмної системи полягає в його високій продуктивності і здатністю до безболісного розширення як за кількістю заданих і оброблюваних завдань, так і пристроїв, що підключаються.

Апаратно-програмний мікропроцесорний комплекс абсолютно не вибагливий з застосовуваними з ним апаратами. Позитивною рисою є підтримка підключення до одного контролера обладнання різних виробників.

Це дозволяє впровадити це програмне забезпечення вже в існуючу систему контролю та обліку. Навіть у тій, де є власний протокол обміну даних.

Апаратно-програмний мікропроцесорний комплекс можна впроваджувати поетапно. Починаючи з малих дій, таких як, наприклад, просте відстеження енергоспоживання на малій ділянці до більш складних та відповідальних завдань. Це дозволяє згладити різкий перехід до нової системи, що максимально знижує ризик виникнення будь-яких позаштатних ситуацій або аварій. Зрештою можливий непомітний та плавний остаточний перехід на нову систему.

На пункті управління диспетчера в реальному часі відображаються структурні та наочні схеми відповідальних ділянок. Також відображається

найбільш відповідальна інформація технічних процесів. Наприклад, навантаження, напруга мережі, потужності тощо.

У будь-який момент часу можливий запит про стан будь-якого індивідуального приладу обліку, його показань та іншої інформації

Можливість обмеження, відключення, відновлення електроенергії, що відпускається, з диспетчерського пункту.

Існує можливість встановлення різних видів сигналізації, що дозволить вчасно сповістити інженера та спланувати план дій щодо усунення аварійного режиму.

Апаратно-програмний мікропроцесорний комплекс дозволяє знаходити місця несанкціонованого підключення до електромереж та запобігати незаконному використанню електроенергії.

На даний момент встановилися певні тенденції у способах передачі показань індивідуальних приладів обліку:

- збільшення переданих показань у веснянолітній період;
- стрибок одержуваних даних, у тому числі і показань приладів обліку, осінній період;
- зниження показань індивідуальних приладів обліку в зимовий період (особливо на початку року).

Не менший вплив мають і непрямі чинники:

- Початок будівельного сезону;
- Своєчасність доставки рахунків за електроенергію;
- Закінчення календарного року;
- Зміна тарифів у літній період.

Особливо сильно, недоліки самостійної передачі показань виражаються з прикладу багатоквартирних будинків. У будинках, де мешканці змушені самі щомісяця передавати свідчення, існує низка проблем.

По-перше, невчасність зняття показань індивідуальних приладів обліку. Гарантуючим постачальником встановлюється термін, коли споживачам необхідно зняти показання і передати їх для подальшої обробки.

За збігом обставин, всі споживачі немає можливості одночасно знімати дані по лічильникам. Для власної вигоди деякі споживачі занижують реальні показання, для зниження індивідуального споживання.

Таким чином, існує цілий ряд проблем, викликаний практикою збору даних, що склалася, від споживачів електроенергії. Збільшення відсотка достовірності та кількості свідчень, що приймаються, обумовлено постійною проблемою зі збільшення обслуговуючого персоналу. Недобросовісні споживачі свідомо спотворюють свідчення і передають занижені дані або зовсім їх не передають. У свою чергу це призводить до того, що тим

Споживачам електроенергії, у яких показання відсутні, перші півроку нараховують середній обсяг споживання, а наступні місяці обсяг за нормативом, що набагато нижче за їх реальне споживання та вигідніше їм оплачувати.

Оптимальним рішенням є впровадження системи АСКОЕ, яке дозволить вирішити низку проблем, які існують під час збору даних про електроспоживання населення, а також підвищити ефективність роботи енергозбутової компанії в цілому.

Розглянемо призначення та виконувані функції АСКОЕ.

Системи інформаційно-вимірювального контролю та обліку енергоспоживання (далі – ІВС) призначені для вимірювання та багатотарифного комерційного обліку електричної енергії та потужності, автоматизованого збору, зберігання, обробки та відображення даних з енергоспоживання.

Область застосування ІВС – енергетичні об'єкти оптового та роздрібного ринків електроенергії, промислові підприємства, комунально-побутове господарство та дрібномоторний сектор.

Система АСКОЕ забезпечують виконання наступних функцій для цілей комерційного обліку:

- вимірювання та багатотарифний облік активної та реактивної електричної енергії та потужності;
- збирання вимірювальних даних (включаючи параметри якості та діагностичної інформації з лічильників електроенергії з цифровим інтерфейсом);

- обчислювальна обробка та зберігання у базі даних сервера ІВС (далі – БД) інформаційних даних комерційного обліку;

- управління навантаженням (за допомогою подачі команд в ПЗПД);

- візуальне подання даних та генерацію звітних форм;

- вимірювання поточного часу за допомогою системи забезпечення єдиного часу;

- встановлення та синхронізацію поточного часу в ПЗПД та СЦІ;

- захист даних, що зберігаються у БД, від несанкціонованого доступу;

Система АСКОЕ забезпечують виконання наступних функцій для цілей технічного обліку та контролю:

- збір у задані моменти часу зі СЦІ та збереження в БД миттєвих значень параметрів електричної мережі (активна та реактивна потужність, напруга, струм, частота, гармонійні складові);

- збір у задані моменти часу зі СЦІ та збереження у БД показників якості електроенергії;

- збір з лічильників та витратомірів води, газу, з цифровим інтерфейсом і збереження в БД величин обсягу спожитої холодної,

- гарячої води (показання на кінець місяця, на кінець доби, значень протягом місяця, доба, поточні показання);

- збір з лічильників тепла та теплообчислювачів з цифровим інтерфейсом та збереження в БД величин обсягу спожитої теплової енергії та спожитого теплоносія (показання на кінець місяця, на кінець доби, значень за місяць, добу, поточні показання);

- Збір у задані моменти часу зі спеціалізованих лічильників з цифровим інтерфейсом та збереження в БД миттєвих значень поточної витрати енергоносія, а також температури гарячої води;

- керування вбудованими реле навантаження у СЦІ та зовнішніми комутаційними апаратами за допомогою подачі команд;

- контроль положення комутаційної апаратури та прийом сигналів від датчиків та охоронних пристроїв;

- передачу повідомлень про аварійні події у лічильниках електроенергії.

Система АСКОЕ забезпечує віддалений доступ із автоматизованих робочих місць до БД сервера із захищеного з'єднання через мережу Інтернет або локальну комп'ютерну мережу.

При цьому використовуються механізми автентифікації користувачів та обмеження відповідно до встановлених прав доступу для користувачів.

Програмне забезпечення забезпечує ручне введення в БД сервера інформації про надходження оплати за електроенергію за абонентами та обчислення боргу абонента у гривнях на основі даних про його фактичне споживання.

Розглянемо передбачувану трирівневу структуру систем обліку, до складу якої входять:

Перший рівень – вимірювально-інформаційний комплекс (далі – ВІК), включає:

- вимірювальні трансформатори струму класів точності 0,1, 0,2, 0,2S, 0,5, 0,5S;
- вимірювальні трансформатори напруги класів точності 0,1, 0,2, 0,5;
- вторинні вимірювальні ланцюги;
- лічильники електричної енергії, що підключаються через цифрові інтерфейси RS-485, CAN, RS-232;
- лічильники електричної енергії, що підключаються по PLC-каналу та радіоканалу;
- Лічильники газу, тепла, води, витратоміри, обчислювачі, що підключаються через цифрові інтерфейси RS-485, CAN, RS-232.

Другий рівень ВІС - інформаційно-обчислювальний комплекс електроустановки (далі - ІОКЕ), на якому організується збір даних по об'єкту обліку та їх передача на третій рівень за допомогою інформаційно-обчислювального комплексу електроустановки (ІОКЕ), може включати такі технічні компоненти:

- пристрої збору та передачі даних ПЗПД 164-01М, РС 805 (далі ПЗПД);

- перетворювачі цифрових інтерфейсів;
- лінії зв'язку між пристроями;
- PLC модеми типів: CE832, CE834;
- радіомодеми типів: CE831 (діапазон 433 МГц), CE833, EMB-250 (діапазон 2,4 ГГц);
- модеми GSM/GPRS; - Джерела вторинного живлення.

Передача даних від лічильників до ПЗПД може здійснюватися цифровими каналами зв'язку наступних типів:

- провідному – через інтерфейси RS-485, RS-232, CAN (пряме підключення до УСПД);
- PLC – через мережу 0,4 кВ (підключення до УСПД через модеми типів: CE832, CE834);
- радіоканалу (підключення до УСПД через модеми типів: CE831, CE833, EMB-250, пристрій індикаторний CE 901);

Третій рівень – інформаційно-обчислювальний комплекс (ІОК).

ІВК містить:

- сервер бази даних (далі – БД) із встановленим програмним забезпеченням верхнього рівня;
- модемні пристрої;
- допоміжне обладнання обчислювальної техніки.

Як програмне забезпечення верхнього рівня в ВІС використовується спеціалізоване ПЗ.

Передача від ІОКЕ до ІОК може здійснюватися за допомогою наступних каналів зв'язку:

- локальний цифровий інтерфейс;
- мережа Ethernet;
- радіоканал;
- GSM/GPRS;
- супутниковий канал;
- виділений провідний канал.

Структурою ВІС передбачається можливість застосування наступних рішень PLC:

- стаціонарних PLC-модемів типу CE 832C5 та лічильників із вбудовуваними PLC-модулями CCME-0002 (лічильники мають додаткове маркування «CCME-0002»);
- стаціонарних PLC-модемів типу PE 834C01 та лічильників з вбудовуваними PLC-модемами PE 834M01 (лічильники мають додаткове маркування «CE 834M01»);
- індикаторних пристроїв типу CE 901 та лічильників типів та CE 303 з вбудовуваними PLC-модемами CE 834M01.

Перелічені рішення є сумісними, тобто. не можна, наприклад, опитувати лічильники з PLC-модулями CCME-0002 через модем PE 834C01.

Проведемо обґрунтування впровадження системи АСКОЕ.

Економічний ефект від впровадження системи АСКОЕ досягається збільшенням позитивних факторів та виключенням негативних факторів, що впливають на розрахунки спожитої електроенергії.

За різними підрахунками розмір економічного ефекту при впровадженій системі АСКОЕ для підприємства дорівнює приблизно 16-32% річного споживання електроенергії.

А окупність обладнання та витрат на створення системи припадає на 3...4 квартал року

Застосування систем АСКОЕ мережевими організаціями та постачальником, що гарантує, є основою підвищення точності розрахунків, збільшення економії та зниження технічних витрат.

При нарощуванні автоматизації технічних процесів, знижується участь людини у процедурі розподілу та розрахунках спожитої електроенергії. Поки в процесі використання системи АСКОЕ людина переважає у виборі рішень, АСКОЕ існуватиме як система, що дозволяє виявляти несприятливі напрямки, такі як втрати в мережах, крадіжка та точність свідчень, що передаються.

Рівень споживання електроенергії складається з організаційно-технічної та базової складової.

Базова частина споживання обумовлена енергоємністю електричних приймачів. У свою чергу організаційно-технічна складова (ОТС) складається з режимів експлуатації цих електричних приймачів та особистих потреб.

Зміна базової частини електроспоживання вимагає заміни електричних приймачів більш ефективними, а також застосування менш енергоємних машин і апаратів. Але такий напрям вимагає підвищених витрат, що є більш проблематичним в умовах існуючої економіки і не кожен може собі цього дозволити.

Отже, більшу увагу варто приділяти зменшенню організаційно-технічної складової енергоспоживання. Так як це вимагає менших витрат і при виконанні дає відносно швидкий результат.

Слід зазначити, що значущість зменшення цієї складової залишається навіть після скорочення базової складової споживання. Організаційно-технічна складова електроспоживання складається принаймні із шести частин:

- **режимно-тарифна складова.** Пов'язана безпосередньо з використанням устаткування. У системах АСКОЕ існує диференційований поділ по зонах доби. Так звані «денний-нічний» тариф. Режими використання обладнання в часових проміжках зі зниженою ставкою за тарифами дозволяє здійснювати немало частину скорочення витрат на електроенергії. Така складова зводиться до максимальної вигоди під час застосування систем АСКОЕ технічного обліку з ухилом на аналіз та прогнозування складу навантажень протягом доби;

- **особова складова.** Пов'язана із раціональним користуванням електроенергії. У свою чергу на підприємствах це виражається у використанні обладнання в особистих цілях. Зменшити таку складову здатна система АСКОЕ глибокого технічного обліку з розрахунком реальних питомих норм на одиницю устаткування. Таку систему вигідніше застосовувати на локальних ділянках.

- **договірна складова.** Пов'язана з розрахунками не за реальними свідченнями, а за договірними зі своїм постачальником, що гарантує. Як показує

практика, такі свідчення значно завищені, що призводять до переплат та фінансових втрат. Тепер із застосуванням АСКОЕ дана складова зводиться до нуля

- **технологічна складова.** Пов'язана з відступами від нормального використання електроустаткування та неефективністю його використання. Прикладом такого використання може бути залишене включеним освітлювальне обладнання без особливої потреби. Така складова знижується за допомогою систем АСКОЕ глибокого технічного обліку з аналізом госпрозрахунку з енергоресурсів між локальними центрами збору показань.

- **тарифна складова** залежить від розрахунків за електроенергію з постачальником, що гарантує, за реальними значеннями, але не за вигідним для споживача тарифом. Пов'язано це з неможливістю розрахунку, де реально висловити цей тариф. Ця організаційна складова зводиться до мінімуму під час створення АСКОЕ з можливістю відстеження чинних та перспективних тарифів.

- **безхазяйна складова** виражається у байдужості та відсутності зацікавленості в економії громадянами-споживачами. Зменшити цю складову можна із застосуванням госпрозрахунку в системі АСКОЕ. А так само важливу роль грає роз'яснювальна та інформаційна агітація споживачів. Заохочувальна стимуляція. На різних об'єктах електроспоживання ці складові мають різну ефективність. У межах скорочення організаційно-технічної складової рівня споживання електроенергії споживачами їх ефективність доводиться до 16-32% і більше загального споживання. Зменшення цих втрат, контроль та облік таких складових надається можливим лише за допомогою впровадження систем АСКОЕ. Однією з першочергових завдань від впровадження АСКОЕ є зниження до мінімуму участі людини у процесах обліку.

Неправильні, випадкові дії стануть неможливими під час автоматизованого управління навантаженням. Втрати, рівні різниці відпущеної та оплаченої електроенергії, умовно можна розділити на три складові:

- похибки вимірів;

- технічні втрати, виражені фізичними явищами, такими як втрати під час опору провідників на нагрівання проводів;

- комерційні втрати, які з несплати спожитої електроенергії, крадіжка, заниження реальних показань тощо.

Особливо великий ефект від застосування АСКОЕ отримують енергозбутові компанії. Певну частину втрат, такі як похибки, при вимірюваннях і втрати в лініях електропередач уникнути неможливо. Але втрати, спричинені при розкраданнях та затримках оплат, становлять істотну частину.

Розглянемо втрати при розкраданні електроенергії. Велика частина збитків збутової компанії посідає розкрадання електроенергії чи втручання у роботу лічильного механізму індивідуальних приладів обліку.

Боротися з цим явищем, вдаючись до обходів контролерів, є досить накладно, тому що з'являється необхідність утримання великого штату співробітників. Тим більше у селищах, де переважає індивідуальна забудова, рівень розкрадань на порядок вищий. Насправді виявляється, що перевірка цілісності клемних кришок і пломб є недостатнім. В даному випадку системи АСКОЕ мають ряд переваг, таких як сигналізація про несанкціонований доступ, оперативне зняття показань. Узагальненням способів боротьби з розкраданням електроенергії у різних країнах світу та їх оцінкою ефективності займається «Експертна група з вивчення питань крадіжки електроенергії та несплати рахунків». Група створена в рамках комітету з дослідження економіки та тарифів міжнародною організацією Unipede.

Відповідно до висновку цієї комісії скликаної у 1998 р. термін крадіжка електроенергії розглядається за фактом, коли електроенергія реєструється не повністю або не реєструється зовсім, за вене споживача цього енергоресурсу. Або коли їм порушується схема обліку та розкривається клемна кришка, зриваються пломби з метою заниження та приховування реальних показань. Визначальний обсяг крадіжок електроенергії посідає побутових споживачів. Набагато менший обсяг «вкраденої» електроенергії посідає юридичних споживачів, торговельні та промислові підприємства.

Існує тенденція зростання розкрадань електроенергії, що вже давно склалася. Насамперед пік крадіжок припадає на весняні та осінні пори року, коли середньодобова температура повітря опускається, а централізоване опалення ще не починається. Також підвищення крадіжок посідає зимовий період. Три ключові способи розкрадання електроенергії:

- електричний;
- механічний;
- магнітний.

Електричні способи розкрадання електроенергії:

- шунтування фази струму навантаження;
- заземлення нульового дроту навантаження;
- заміна запобіжників трансформатора напруги на перегорілі;
- відключення трансформаторів струму;
- шунтування струмового ланцюга електролічильника (установка закороток);
- встановлення різних апаратів для компенсації струму навантаження зі зміною фаз;
- зміна чергування фазного та нульового проводів з нейтраллю трансформатора і т.п. На території України найбільш поширеним способом крадіжки є несанкціоноване підключення до ліній електропередач, виконаних неізованим дротом, так зване «накидання свого дроту».

Розглянемо механічні методи розкрадання електроенергії. До механічного способу крадіжки електроенергії прирівнюється будь-яке втручання в роботу лічильного механізму приладу обліку та самого ПУ (розтин):

- зміна положення приладу обліку від нормального вертикального горизонтальне, для зменшення швидкості обертання диска;
- зміна центрування осей лічильних механізмів;
- просвердлювання різних отворів з метою зупинення лічильного механізму та приміщення в нього різних предметів;

- встановлення різних тонких плівок для гальмування процесу обертання диска.

Як правило, після механічного втручання на приладі обліку залишаються видимі ознаки, але під шарами пилу, павутини та бруду розглянути їх неможливо. В Україні поширеним способом розкрадання електроенергії є пошкодження лічильників електроенергії або їх крадіжка. Насправді, сплеск крадіжок приладів обліку посідає осінній і весняний періоди, коли температура повітря знижується, а опалювальний сезон ще почався. Особливо це проявляється в районах з погано розвиненою опалювальною системою.

Розглянемо магнітні методи розкрадання електроенергії.

Установка сильних магнітів на корпусі електролічильників, особливо старих індукційних моделях, може сильно спотворювати показання лічильного механізму, шляхом уповільнення обертання диска. З удосконаленням моделей приладів обліку виробники намагаються виключити вплив магнітних полів на робочі характеристики цих лічильників. Також для опломбування клемних кришок ПУ можуть застосовуватися магніточутливі пломби.

Розглянемо втрати, спричинені затримкою оплат. Чимала частина втрат збутової компанії посідає дебіторську заборгованість, таку як неоплачені рахунки, «безнадійні борги», оплата після встановленого строку.

Подібні борги перед організаціями, що забезпечують, становлять приблизно 62-67% від загальної кількості заборгованості. Винуватець ситуації, система розрахунку побутових споживачів – виставлення рахунку після віддачі електроенергії. На збільшення або зменшення дебіторської заборгованості перед постачальником, що гарантує, надають різні фактори, такі як соціальні, психологічні, юридичні аспекти. Першорядна причина несвоєчасної оплати – відсутність ефективного контролю та оперативного на недобросовісних споживачів.

При розробці ефективної автоматизованої системи контролю важливо закладати не тільки підвищену точність даних, а й реалізацію диспетчерського контролю та управління.

Втрати під час виставлення рахунків обумовлюються:

- частими помилками у виставленні рахунків споживачам, які користуються пільгами та спеціальними тарифами на надання енергоресурсів;
- виставлення рахунків на оплату за застарілою інформацією окремих споживачів;
- не виставлення рахунків з технічних, або якихось інших причин;
- неповнотою або неточністю даних переданих споживачами, а також помилковою або свідомо неправдивою інформацією за договорами на електропостачання.

Розглянемо інші методи розкрадання електроенергії. Втрати, спричинені наявністю безгоспних споживачів.

Утворенням безлічі організацій та підприємств призвели до утворення безхазайних споживачів. У багатьох енергосистемах з'являються і існують будинки, райони, навіть цілі селища, які не стоять на обслуговуванні в будь-якій організації. Ніхто не веде облік бездоговірного споживання та відповідно не оплачує. Відключення таких споживачів нічого не призводить, оскільки вони самовільно підключаються до мереж назад. Розглянемо комерційні втрати. Комерційна складова втрат постачальника, що гарантує, також залежить від «сезонної складової». Принцип цієї складової заснований на неможливості одночасного зняття свідчень громадянами споживачами, а також запізнення в оплаті за спожиту електроенергію. Існує тенденція, що виявляється в затримці оплат у зимово-весняний період і компенсації цих затримок у літні періоди. У докризовий час ці затримки практично повністю компенсувалися у літній період. В даний час затримки з оплати за спожиту електроенергію в зимовий період значно перевищують компенсуючу складову.

Так само комерційні втрати можна розділити за місяцями, кварталами та за рік у цілому. Комерційні втрати по місяцях виражаються у різних випадках. Як правило, стрибки в оплатах за спожиту електроенергію припадають на червень – за місяць до підвищення тарифу, грудень – окремі споживачі оплачують спожиту електроенергію наприкінці року тощо.

Тенденція змін комерційних втрат по кварталах також має свою залежність.

Для того, щоб більш ефективно розробляти заходи щодо зниження комерційних втрат, необхідно збільшувати точність розрахунків. Так як комерційні втрати неможливо виміряти, необхідно обчислити їх із максимальною точністю. Підвищення точності розрахунків залежить не тільки від похибок аналізу та вимірювань, що становлять описаних вище, таких як «сезонні складові», а й від вимірів та розрахунків технічних втрат. Очевидно, що чим більшою буде точність вимірюваних та проаналізованих складових втрат, тим ефективніше можна розробити план заходів щодо зниження цих втрат як окремо один від одного, так і в комплексі.

Таким чином, впровадження автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії дозволяє зводити до мінімуму, а в деяких випадках повністю виключати деякі економічні втрати в енергомережах України.

Структура споживання поділяється на дві частини: базову та організаційно-технічну складову. Базова частина електроспоживання залежить від самих електричних приймачів і її зниження потрібно їх заміна більш ефективні. Вище було розглянуто основні організаційно-технічні складові електроспоживання та описано позитивний вплив від впровадження систем АСКОЕ на кожен із цих елементів.

Також системи АСКОЕ значно знижують економічні втрати спричинені розкраданням електроенергії.

1.7 Постановка завдань дослідження

У роботі необхідно вирішити наступні завдання:

- розробити і обґрунтувати структури автоматизованих інформаційно – вимірювальних систем контролю і обліку електроенергії
- розробити різні варіанти побудови структур автоматизованих систем контролю і обліку електроенергії з використанням комплексу технічних засобів;

- розробити варіанти побудови структури автоматизованої інформаційно-вимірювальної системи контролю і обліку електроенергії підприємства;
- розробити варіанти побудови структури автоматизованої інформаційно-вимірювальної системи контролю і обліку електроенергії підприємств;
- розробити варіанти побудови структури автоматизованої інформаційно-вимірювальної системи контролю і обліку електроенергії (AIBC KOE) комунального споживача;
- розробити варіанти побудови структури автоматизованої інформаційно-вимірювальної системи контролю і обліку електроенергії побутового споживача в великих житлових масивах;
- розробити варіанти побудови структури автоматизованої інформаційно-вимірювальної системи контролю і обліку електроенергії в побутовому приватному секторі;
- розробити рекомендації по технічному складу і програмному забезпеченню центру збору і обробки інформації АСКОЕ;
- обґрунтувати вибір складу технічних засобів комплексу ТЗ;
- розробити програмне забезпечення центру збору і обробки інформації;
- провести аналіз діючих методик розрахунку втрат електроенергії;
- розробка основних положень «Методики розрахунку нормативів технологічних втрат електроенергії»;
- розробка методики використання методів розрахунку навантажувальних втрат;
- використання нормативних методів розрахунку навантажувальних втрат;
- аналіз та прогнозування втрат електроенергії.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1:

Розглянуто та проаналізовано існуючу систему збору даних індивідуальних приладів обліку електроенергії. За такої організації обліку споживачі енергоресурсу самі надавали свідчення. Було виділено недоліки такої системи:

- несвоєчасність показань, що передаються;
- неповнота даних;
- недостовірність даних, що надаються;
- у споживачів встановлено велику кількість приладів обліку з класом точності, невідповідним вимогам постанов КМУ та терміном державної повірки, що минув;
- необхідність постійних обходів контролерами енергозбутової та мережевої організації;
- крадіжка електроенергії;
- самовільні підключення споживачів до енергомереж, які проблематично виявити.

Більшість перерахованих вище проблем може бути вирішено за допомогою впровадження автоматизованої системи контролю та обліку електроенергії.

Системи збору показань індивідуальних приладів обліку споживачів із застосуванням систем АСКОЕ мають ряд переваг:

- дистанційне зчитування параметрів приладів обліку;
- виняток людського фактора при знятті показань;
- віддалене обслуговування;
- відстеження аварій та позаштатних ситуацій;
- зниження трудовитрат на обходи та перевірки;
- використання приладів обліку, що відповідають усім нормам електропостачання.

РОЗДІЛ 2. КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБКИ ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ І ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Однією з найважливіших вимог до автоматизованих систем технічного обліку електроенергії - це мінімізації фінансових витрат при виробництві, передачі, розподілі і споживанні електроенергії, аналізу і оптимізації режимів енергоспоживання в режимі реального часу.

Для цього система повинна виконувати наступні функції:

- сформувати оперативний баланс енерговитрат в реальному часі;
- прослідкувати питомі витрати енергоресурсів на одиницю продукції;
- організувати єдиний інформаційний простір підприємства для обліку споживання і розподілу енергоресурсів;
- інтегрувати існуючі локальні системи обліку різних видів енергії в єдине інформаційне поле;
- виділити в обліку витрати енергоресурсів по цехах, ділянках - до одиниці устаткування включно;
- провести повноцінний і всебічний аналіз якості електроенергії.

Відмітна особливість даної системи диспетчеризації полягає в тому, що в ній повинні використовуватися не традиційні електролічильники для вимірювання кількості електроенергії, а стаціонарні аналізатори кількості і найголовніше якості електроенергії, що вимірюють більше 100 електричних параметрів.

Такі системи здатні вимірювати динаміку зміни параметрів електроенергії і тим самим своєчасно запобігти несправностям і аваріям на енергооб'єктах, електроустановках, електроприладах.

2.1 Концепція впровадження інтегрованих автоматизованих систем для технічного обліку енергоресурсів

В даний час все більш актуальною стає проблема управління процесами енергозбереження – зниження витрати палива, економія електроенергії, утилізація тепла і тому подібне.

Впровадження комплексних систем комерційного обліку енергоресурсів і обліку електроенергії дозволяє оперативно отримувати дані про енергоспоживання і забезпечує постійну економію енергоресурсів і фінансових витрат. Метою впровадження інтегрованих автоматизованих систем технічного обліку енергоресурсів є:

- забезпечення технічного обліку електроенергії по споживачах, групах і місцях виникнення витрат (МВВ);
- зниження витрат праці на зняття і обробку свідчень лічильників, витрато-
- вимірювальних вузлів і підвищення достовірності інформації;
- контроль за режимами роботи устаткування.

Система АСТУЕ виконує наступні функції:

- опит добових/годинних архівів технологічних параметрів по всіх вузлах обліку;
- опит поточних значень і збереження їх на локальному сервері;
- сортування отриманих даних і збереження їх в центральному сховищі з прив'язкою до вузла обліку і типу енергоносія.

На АРМи покладаються функції візуалізації і адміністрування системи:

- переглядання архівів і поточних значень у вигляді таблиць/графіків з урахуванням розмежування прав користувачів;
- налаштування опиту приладів, переглядання календарного часу на приладах в режимі адміністрування системи;
- ведення архівів вартових, добових, місячних значень споживання

енергоресурсів.

АСКОЕ забезпечує формування, перегляд, друк наступних звітних документів:

- оперативні дані за вказаний період;
- вартові дані за вказаний період;
- добовий звіт на основі годинних значень;
- місячний звіт на основі добових значень;
- річний звіт на основі місячних значень.

Інтегровані АСУ ТП дозволять:

- сформувати оперативний баланс енерговитрат в реальному часі;
- прослідкувати питомі витрати енергоресурсів на одиницю продукції в розрізі цехів, ділянок, одиниць устаткування по видах продукції, що випускається;
- організувати єдиний інформаційний простір підприємства для обліку споживання і розподілу енергоресурсів;
- інтегрувати існуючі локальні системи обліку різних видів енергії в єдине інформаційне поле;
- виділити в обліку витрати енергоресурсів по цехах, ділянках - до одиниці устаткування включно.

2.2 Технічні вимоги до розрахункової інтегрованої автоматизованої системи контролю і обліку електричної потужності і енергії

Розрахункова інтегрована автоматизована система повинна складатися з наступних технічних засобів: розрахункових лічильників активної енергії (індукційних або електронних), оснащених телеметричними датчиками (імпульсний вихід, цифровий інтерфейс зв'язку), і зв'язаного з ними за допомогою ліній зв'язку спеціального електронного програмованого багато тарифного пристрою (далі суматор), що рахунковий-підсумовує, здійснює

фіксацію величин найбільшої півгодинної суміщеної активної потужності, споживаної в уранішній і вечірній годинник максимальних навантажень енергосистеми, і що здійснює роздільний облік споживаної активної енергії в тарифних зонах доби.

При живленні споживача від двох і більш незалежних джерел необхідно передбачати пристрій автоматичного включення резерву (далі АВР) живлення суматора для запобігання переходу останнього в режим пасивного зберігання даних (без накопичення і обробки інформації, що поступає, і обчислення контрольованих параметрів).

При включенні розрахункових лічильників споживача через вимірювальні трансформатори напруги суматор рекомендується жити (через вказаний пристрій АВР) від вторинних обмоток вимірювальних трансформаторів напруги різних секцій шин розподільних пристроїв.

Розрахункова інтегрована автоматизована система повинна включати розрахункові лічильники всіх живлячих і транзитних ліній абонента, а також, як правило, розрахункові лічильники (і суматори) субабонентів, що живлять від електричної мережі абонента.

Допускається, за узгодженням з енергозабезпечуючою організацією, застосовувати у складі розрахункової автоматизованої системи контрольні лічильники, встановлені на приймальних кінцях живлячих ліній споживача, замість розрахункових лічильників, встановлених на передавальних кінцях живлячих ліній (на межі балансової приналежності електричної мережі).

В цьому випадку втрати активної потужності і енергії у вказаних живлячих лініях повинні відноситися на рахунок споживача.

Якщо споживач має лише один силовий трансформатор, як розрахункова автоматизована система допускається застосовувати електронний програмований багато тарифний лічильник активної енергії, що здійснює фіксацію величин найбільшої півгодинної активної потужності, споживаної в уранішній і вечірній годинник максимальних навантажень енергосистеми, і здійснюючий роздільний облік споживаної активної енергії в тарифних зонах

доби.

2.3 Методологія побудови структур інтегральних АСКОЕ

Вирішення проблем енергообліку на підприємстві вимагає створення інтегральних автоматизованих систем контролю і обліку енергоресурсів (ІАСКОЕ), в структурі яких в загальному випадку можна виділити чотири рівні:

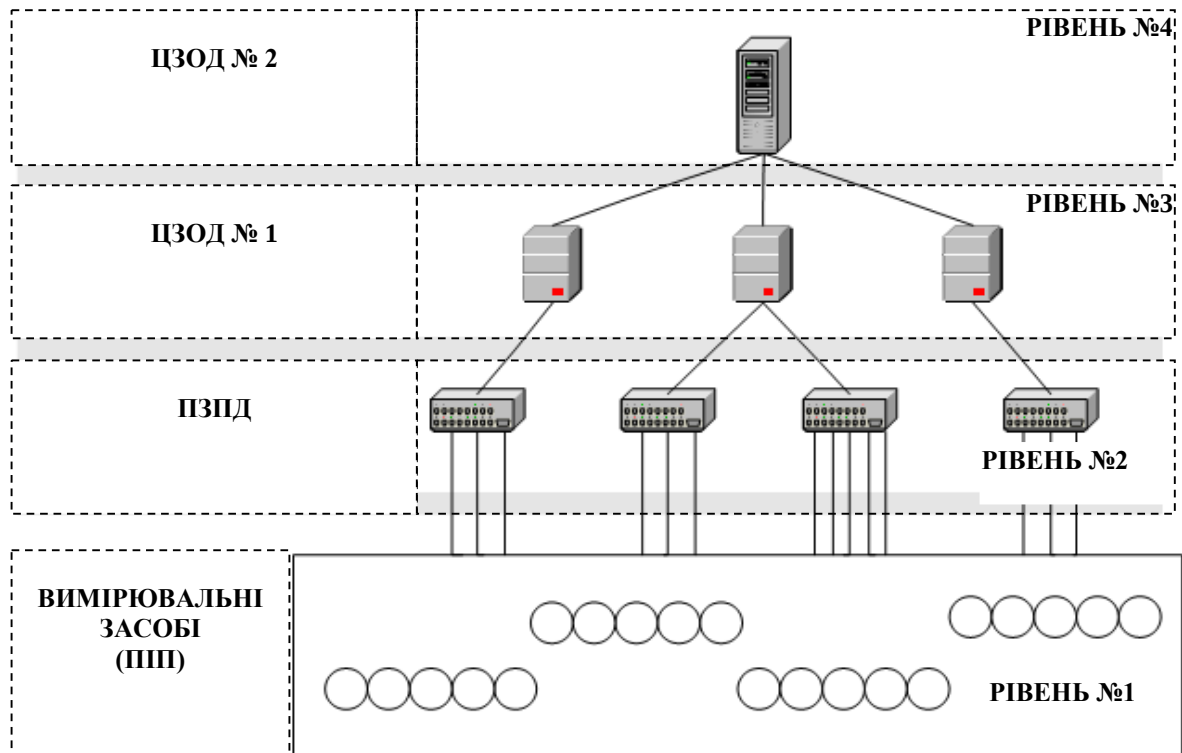


Рисунок 2.1 – Структурна схема АСКОЕ

- перший рівень - первинні вимірювальні прилади (ППП) з телеметричними або цифровими виходами, що здійснюють безперервно або з мінімальним інтервалом усереднювання вимірювання параметрів енергообліку споживачів (споживання електроенергії, потужність, тиск, температуру, кількість енергоносія, кількість теплоти з енергоносієм) по точках обліку (фідер, труба і тому подібне);

- другий рівень - пристрої збору і підготовки даних (ПЗПД), спеціалізовані вимірювальні системи або багатофункціональні програмовані перетворювачі з вбудованим програмним забезпеченням енергообліку, усереднювання, що здійснюють в заданому циклі інтервалу, цілодобовий збір вимірювальних даних

з територіально розподілених ППП, накопичення, обробку і передачу цих даних на верхні рівні;

- третій рівень - персональний комп'ютер (ПК) або сервер центру збору і обробки даних із спеціалізованим програмним забезпеченням ІАСКОЕ, що здійснює збір інформації з ПЗПД (або групи ПЗПД), підсумкову обробку цієї інформації як по точках обліку, так і по їх групах - по підрозділах і об'єктах підприємства, документування і відображення даних обліку у вигляді, зручному для аналізу і ухвалення рішень (управління) оперативним персоналом служби головного енергетика і керівництвом підприємства;

- четвертий рівень - сервер центру збору і обробки даних із спеціалізованим програмним забезпеченням ІАСКОЕ, що здійснює збір інформації з ПК і/або групи серверів центрів збору і обробки даних третього рівня, додаткова агрегація і структуризація інформації по групах об'єктів обліку, документування і відображення даних обліку у вигляді, зручному для аналізу і ухвалення рішень персоналом служби головного енергетика і керівництвом територіально розподілених середніх і крупних підприємств або енергосистем, ведення договорів на постачання енергоресурсів і формування платіжних документів для розрахунків за енергоресурси;

Всі рівні ІАСКОЕ зв'язані між собою каналами зв'язку. Для зв'язку рівнів ППП і ПЗПД або центрів збору даних, як правило, використовується пряме з'єднання по стандартних інтерфейсах (типу RS-485, ІРПС і тому подібне). ПЗПД з центрами збору даних 3-го рівня, центри збору даних 3-го і 4-го рівнів можуть бути сполучені по виділеними, комутованими каналам зв'язку або по локальній мережі.

За призначенням ІАСКОЕ підприємства можуть підрозділятися на системи комерційного і технічного обліку. Комерційним або розрахунковим обліком називатимемо облік постачання/споживання енергії підприємством для грошового розрахунку за неї (відповідно прилади для комерційного обліку називають комерційними, або розрахунковими). Технічним, або контрольним обліком називатимемо облік для контролю процесу постачання/споживання

енергії усередині підприємства по його підрозділах і об'єктам (відповідно використовуються прилади технічного обліку). З розвитком ринкових стосунків, реструктуризацією підприємств, господарським відособленням окремих підрозділів підприємств і появою комерційно самостійних, але зв'язаних загальною схемою енергопостачання виробництв - субабонентів функції технічного і розрахункового обліку необхідно суміщати в рамках однієї єдиної інтегрованої системи. Відповідно, ІАСКОЕ комерційного і технічного обліку можуть бути реалізовані як роздільні системи або як єдина система.

Два види обліку, комерційний і технічний, мають свою специфіку. Комерційний облік консервативний, має сталу схему енергопостачання, для нього характерна наявність невеликої кількості точок обліку, по яких потрібна установка приладів підвищеної точності, а самі засоби обліку нижнього і середнього рівня ІАСКОЕ повинні вибиратися з державного реєстру вимірювальних засобів.

Крім того, системи комерційного обліку в обов'язковому порядку пломбуються, що обмежує можливості внесення в них яких-небудь оперативних змін з боку персоналу підприємства.

Технічний облік, навпаки, динамічний і постійно розвивається, відображаючи змінні вимоги виробництва; для нього характерна велика кількість точок обліку з різними завданнями контролю енергоресурсів, по яких можна встановлювати в цілях економії засобів прилади зниженої точності.

Технічний контроль допускає використання приладів, не занесених в держреєстр вимірювальних засобів, проте, при цьому можуть виникнути проблеми із з'ясуванням причин небалансу даних по споживанню енергоресурсів від систем комерційного і технічного обліку.

Відсутність пломбування приладів енергозбутовою організацією дозволяє службі головного енергетика підприємства оперативно вносити зміни в схему технічного контролю енергоресурсів, в уставки первинних вимірювальних приладів відповідно до поточних змін в схемі енергопостачання підприємства і специфіки вирішуваних виробничих завдань.

Зважаючи на цю специфіку комерційного і технічного обліку можна оптимізувати вартість створення АСКОВЕ і її експлуатації.

Можна виділити дві мету, що досягається за допомогою контролю і обліку постачання/споживання енергоресурсів, незалежно від використовуваних для цього технічних засобів:

1. Забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до реального об'єму їх постачання/споживання.

2. Мінімізація виробничих і невиробничих витрат на енергоресурси.

Завдяки різним способам досягнення мети мінімізація витрат на енергоресурси може бути реалізована як без зменшення об'єму споживання енергоресурсів, так і за рахунок зменшення об'єму споживання енергоресурсів.

Ці цілі досягаються завдяки вирішенню наступних завдань обліку енергоресурсів і контролю їх параметрів інтегральною системою ІАСКОЕ.

точне вимірювання параметрів постачання/споживання енергоресурсів з метою забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до реального об'єму їх постачання/споживання і мінімізації невиробничих витрат на енергоресурси, зокрема, за рахунок використання точніших вимірювальних приладів або підвищення синхронності збору первинних даних;

діагностика повноти даних з метою забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до реального об'єму їх постачання/споживання за рахунок підвищення достовірності даних, використовуваних для фінансових розрахунків з постачальниками енергоресурсів і субабонентами підприємства і ухвалення управлінських рішень;

комплексний автоматизований комерційний і технічний облік енергоресурсів і контроль їх параметрів по підприємству, його інфра- (котельна і об'єкти жилкомпобуту) та інфраструктурам (цехи, підрозділи, субабоненти) по тарифних системах, що діють, з метою мінімізації виробничих і невиробничих витрат на енергоресурси;

контроль енергоспоживання по всіх енергоносіях, крапках і об'єктах обліку в заданих тимчасових інтервалах (5, 30 хвилин, зони, зміни, добу, декади, місяці,

квартали і роки) щодо заданих лімітів, режимних і технологічних обмежень потужності, витрати, тиску і температури з метою мінімізації витрат на енергоресурси і забезпечення безпеки енергопостачання;

фіксація відхилень контрольованих параметрів енергоресурсів, їх оцінка в абсолютних і відносних одиницях для аналізу як енергоспоживання, так і виробничих процесів з метою мінімізації витрат на енергоресурси і відновлення виробничих процесів після їх порушення із-за виходу контрольованих параметрів енергоресурсів за допустимі межі;

сигналізація (кольором, звуком) про відхилення контрольованих величин від допустимого діапазону значень з метою мінімізації виробничих витрат на енергоресурси за рахунок ухвалення оперативних рішень;

прогнозування (коротко -, середньо - і довгострокове) значень величин енергообліку з метою мінімізації виробничих витрат на енергоресурси за рахунок планування енергоспоживання;

автоматичне управління енергоспоживанням на основі заданих критеріїв і пріоритетних схем включення/відключення споживачів - регуляторів з метою мінімізації виробничих витрат на енергоресурси за рахунок економії ручної праці і забезпечення якості управління;

підтримка єдиного системного часу з метою мінімізації невиробничих витрат на енергоресурси за рахунок забезпечення синхронних вимірювань. Більшість АСКОЕ промислових підприємств, що діють, через свої структурні і функціональні обмеження вирішують тільки частина розглянутих завдань.

2.4 Розробка варіантів організації і побудови інтегрованих автоматизованих систем контролю і обліку електроенергії

2.4.1 Організація інтегрованої АСКОЕ з проведенням опиту лічильників через оптичний порт

Це найбільш простий варіант організації інтегрованої АСКОЕ. Лічильники

не об'єднані між собою. Між лічильниками і центром збору даних немає зв'язку. Всі лічильники обпитуються послідовно при обході лічильників оператором.

Опит проводиться через оптичний порт за допомогою програми розміщеною на переносному комп'ютері, яка формує файл результатів опиту.

На комп'ютері центру збору даних необхідні програмні модулі, що формують файл-завдання на опит і завантажують інформацію в основну базу даних (БД).

Синхронізація часу лічильників відбувається в процесі опиту з часом переносного комп'ютера.

Синхронізація часу переносного комп'ютера з часом центру збору даних проводиться у момент прийому файлів завдань на опит лічильників.

Для максимальної економії засобів на створення ІАСКОЕ в цьому варіанті роль центру збору даних можна покласти на переносний комп'ютер.

Недоліками даного способу організації ІАСКОЕ є велика трудомісткість збору даних з лічильників і неможливість використання в системі індукційних або електронних лічильників з імпульсним виходом.

Організація ІАСКОЕ з проведенням опиту лічильників через оптичний порт дозволяє вирішувати наступні завдання:

- точне вимірювання параметрів постачання/споживання;
- комерційний і технічний облік енергоресурсів по підприємству, його інфраструктурним елементам (котельна і об'єкти жилкомпобуту, цехи, підрозділи, субабоненти);
- контроль енергоспоживання по крапках і об'єктах обліку в заданих тимчасових інтервалах (30 хвилин, зони, зміни, добу, декади, місяці, квартали і роки) щодо заданих лімітів і технологічних обмежень потужності;
- обробка даних і формування звітів по обліку електроенергії;
- діагностика повноти даних;
- опис електричних з'єднань об'єктів і їх характеристик;
- діагностика лічильників;
- підтримка єдиного системного часу.

2.4.2 Організація інтегрованої АСКОЕ з проведенням опиту лічильників переносним комп'ютером через перетворювач інтерфейсів, мультиплексор або модем

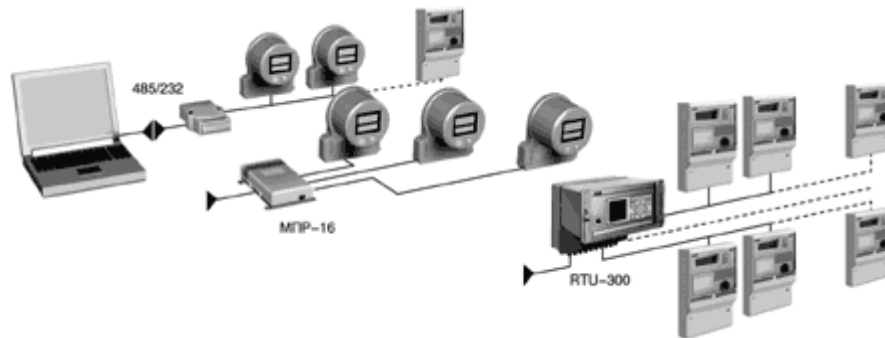


Рисунок 2.2 – Структурна схема

Лічильники, об'єднані загальною шиною RS-485, або по інтерфейсу "струмова петля" на мультиплексор (типу МПР-16), або пристроєм збору і підготовки даних (ПЗПД) можуть матися в своєму розпорядженні в різних розподільних пристроях і обпитуватися один або кілька разів в місяць за допомогою програми розміщеною на переносному комп'ютері, яка формує файл результатів опиту (рис. 2.2.).

Між лічильниками і центром збору даних немає постійного зв'язку. ПЗПД виконує роль комунікаційного сервера. На комп'ютері центру збору даних необхідні програмні модулі, що формують файл-завдання на опит і завантажують інформацію до основної БД.

Синхронізація часу лічильників відбувається в процесі опиту з часом переносного комп'ютера. Синхронізація часу переносного комп'ютера з часом центру збору даних проводиться у момент прийому файлів завдань на опит лічильників. Виділений комп'ютер для центру збору даних в цьому варіанті також може бути відсутнім, його роль може виконувати переносний комп'ютер. Організація ІАСКОЕ з проведенням опиту лічильників переносним комп'ютером через перетворювач інтерфейсів, мультиплексор або модем дозволяє вирішувати

наступні завдання:

- точне вимірювання параметрів постачання/споживання;
- комерційний і технічний облік енергоресурсів по підприємству, його інфраструктурним елементам (котельна і об'єкти жилкомпобуту, цехи, підрозділи, субабоненти);
- контроль енергоспоживання по крапках і об'єктах обліку в заданих тимчасових інтервалах (30 хвилин, зони, зміни, добу, декади, місяці, квартали і роки) щодо заданих лімітів і технологічних обмежень потужності;
- обробка даних і формування звітів по обліку електроенергії;
- діагностика повноти даних;
- опис електричних з'єднань об'єктів і їх характеристик;
- діагностика лічильників;
- підтримка єдиного системного часу.

2.4.3 Організація інтегрованих АСКОЕ з проведенням автоматичного опиту лічильників локальним центром збору і обробки даних

Лічильники постійно пов'язані з центром збору даних прямими каналами зв'язку і обпитуються відповідно до заданого розкладу опиту.

Первинна інформація з лічильників записується в БД. Синхронізація часу лічильників відбувається в процесі опиту з часом комп'ютера центру збору даних (рис. 2.3).

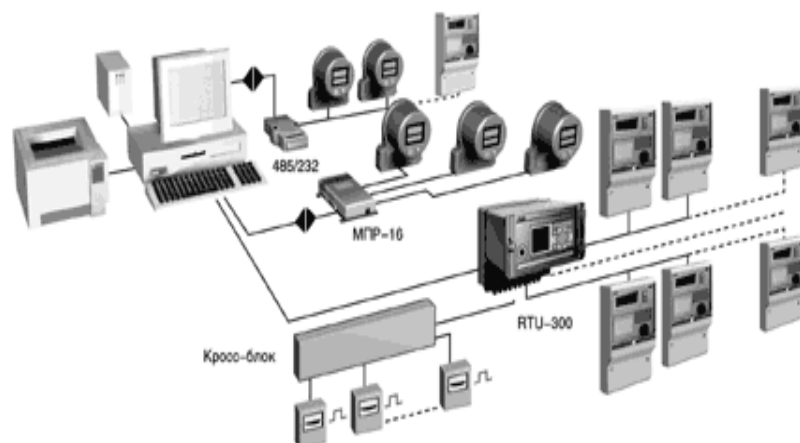


Рисунок 2.3 – Структурна схема

Як комп'ютер центру збору даних використовується локальна ПЕВМ. На ній же відбувається обробка даних і ведення БД.

Залежно від кількості користувачів, кількості лічильників і інтервалів їх профілю, кваліфікації користувачів, складності математичної обробки і так далі локальна БД може функціонувати або під MS Access, або під СУБД ORACLE8.X.

Збір даних в БД відбувається періодично із заданими інтервалами.

Організація ІАСКОЕ з проведенням автоматичного опиту лічильників локальним центром збору і обробки даних дозволяє вирішувати наступні завдання:

- точне вимірювання параметрів постачання/споживання;
- комплексний автоматизований комерційний і технічний облік енергоресурсів по підприємству, його інфраструктурним елементам (котельна і об'єкти жилкомпобуту, цехи, підрозділи, субабоненти);
- контроль енергоспоживання і параметрів якості електроенергії (ПКЕ) по крапках і об'єктах обліку в заданих тимчасових інтервалах (5 хвилин, 30 хвилин, зони, зміни, добу, декади, місяці, квартали і роки) щодо заданих лімітів і технологічних обмежень потужності;
- обробка даних і формування звітів по обліку електроенергії і контролю ПКЕ;
- фіксація відхилень контрольованих параметрів енергоресурсів, їх оцінка в абсолютних і відносних одиницях для аналізу як енергоспоживання, так і виробничих процесів;
- сигналізація (кольором, звуком) про відхилення контрольованих величин від допустимого діапазону значень;
- діагностика повноти даних;
- опис електричних з'єднань об'єктів і їх характеристик;
- параметризація комунікацій і характеристик опиту;
- діагностика системи;
- підтримка єдиного системного часу.

2.4.4 Організація багаторівневою інтегрованою АСКОЕ для територіально розподіленого середнього і крупного підприємства або енергосистеми

Основна частина лічильників постійно пов'язана з центрами збору даних першого рівня прямими каналами зв'язку і обпитується відповідно до заданого розкладу опиту, як в третьому способі організації ІАСКОЕ (рис. 2.4).

Між деякими лічильниками і центром збору даних першого рівня може не бути постійного зв'язку, вони можуть обпитуватися за допомогою переносного комп'ютера, як в другому способі організації ІАСКОЕ.

Первинна інформація з лічильників записується в БД центрів збору даних першого рівня, на них же відбувається обробка даних.

У центрах збору даних другого рівня здійснюється додаткова агрегація і структуризація інформації, запис її в БД центрів збору даних другого рівня.

При такому способі організації ІАСКОЕ як БД рекомендується використовувати СУБД ORACLE8.X.

Основна конфігурація програмного комплексу Альфа ЦЕНТР дозволяє організувати паралельний збір даних по 4, 8, 16, 32 каналам зв'язку. При 16, 32 каналах необхідно використовувати окрему ЕОМ як комунікаційний сервер. Канали зв'язку можуть бути виділеними, комутованими, прямим з'єднанням. Параметри кожного каналу настроюються індивідуально, залежно від типу лінії і її характеристик.

У системі може паралельно працювати декілька комунікаційних серверів. При цьому, опис всіх параметрів системи збору даних, опис всіх електричних і розрахункових схем об'єктів, а також всі первинні і розрахункові дані зберігаються тільки на сервері БД і додатків центру збору даних.

Центри збору та обробки даних, (ЦЗОД) як правило, виконують тільки функції збору і обробки даних, АРМи користувачів підключаються до них по

локальній мережі. При невеликій кількості лічильників на об'єкті центр збору даних першого рівня може виконувати функції Арма.

- Центри збору та обробки даних 1-го (ЦЗОД №1) рівня пов'язані з центрами збору даних 2-го рівня каналами зв'язку. Канали зв'язку можуть бути виділеними, комутованими, прямим з'єднанням по локальній мережі. Сервер збору даних центру збору та обробки даних 2-го рівня (ЦЗОД №2) автоматично запрошує необхідну інформацію з БД центрів збору даних 1-го рівня відповідно до встановленого розкладу (рис. 2.4).

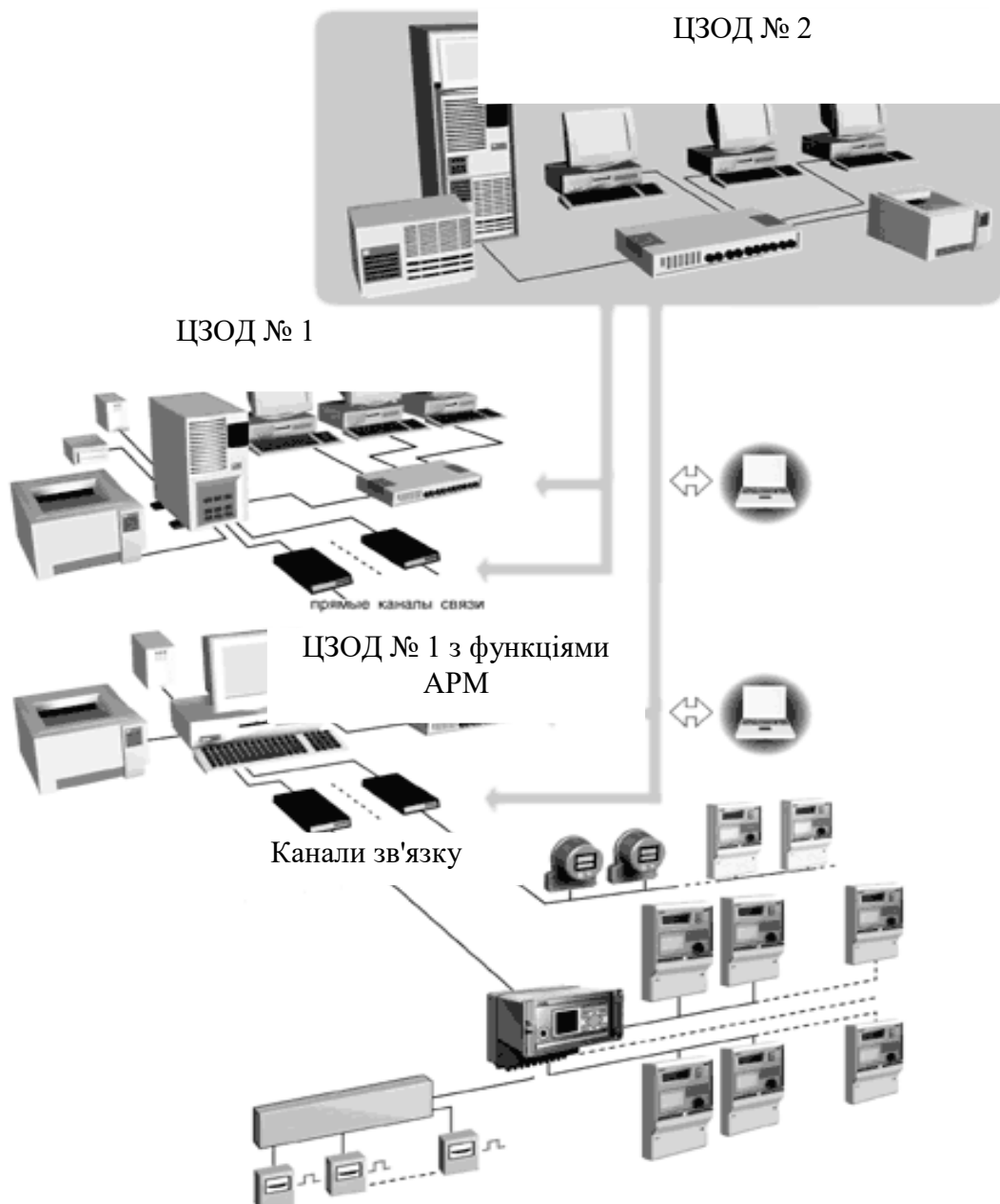


Рисунок 2.4 – Структурна схема

Організація багаторівневої ІАСКОЕ для територіально розподіленого середнього і крупного підприємства або енергосистеми дозволяє вирішувати наступні завдання:

- точне вимірювання параметрів постачання/споживання;
- комплексний автоматизований комерційний і технічний облік енергоресурсів по підприємству, його інфраструктурним елементам (котельна і об'єкти жилкомпобуту, цехи, підрозділи, субабоненти);
- ведення договорів і формування платіжних документів для розрахунків за електроенергію;
- контроль енергоспоживання і ПКЕ по крапках і об'єктах обліку в заданих тимчасових інтервалах (5 хвилин, 30 хвилин, зони, зміни, добу, декади, місяці, квартали і роки) щодо заданих лімітів і технологічних обмежень потужності;
- супровід нормативний - довідковий інформації;
- обробка даних і формування звітів по обліку електроенергії і контролю ПКЕ;
- фіксація відхилень контрольованих параметрів енергоресурсів, їх оцінка в абсолютних і відносних одиницях для аналізу як енергоспоживання, так і виробничих процесів;
- сигналізація (кольором, звуком) про відхилення контрольованих величин від допустимого діапазону значень;
- діагностика повноти даних;
- опис електричних з'єднань об'єктів і їх характеристик;
- параметризація комунікацій і характеристик опиту;
- діагностика системи;
- підтримка єдиного системного часу.

Однорідна система. При створенні ІАСКОЕ для реалізації елементів різних рівнів системи можна використовувати різні технічні рішення від різних постачальників.

За рахунок цього можна мінімізувати вартість елементів створюваної системи.

Проте, найбільш переважним є використання технічних рішень, які дозволяють будувати ІАСКОЕ як однорідну систему, тобто встановити в кожному об'єкті обліку однакове програмне забезпечення, що базується на однорідних апаратних засобах.

Це дає можливість поетапної автоматизації бізнес-процесів, зв'язаних з урахуванням електроенергії і контролем її параметрів, можливість поетапної побудови ІАСКОЕ і введення її в промислову експлуатацію, зменшує вартість пусконаладки системи, оскільки програмне забезпечення починає працювати відразу і відразу надає необхідну інформацію, зменшує вартість експлуатації ІАСКОЕ.

У міру зростання системи, реалізації зв'язку між центрами збору даних, вони гарантовано включаються в єдиний технологічний процес.

2.5 Використання методів розрахунку нормативних характеристик технологічних втрат електроенергії

Нормативну характеристику технологічних втрат електроенергії визначають на основі розрахунку втрат у базовому періоді викладеними вище методами і використовують для визначення нормативу втрат на плановий період.

Нормативна характеристика технологічних втрат електроенергії має вираження (2.1) :

$$\Delta W = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n A_{ij} \frac{W_i W_j}{D} + \sum_{i=1}^n B_i W_i + (C_{\text{пост}} + C_{\text{ноз}} + C_{\text{с.н}}) \cdot D + B_{\text{уч}} W_o, \quad (2.1)$$

де W_{ij} - значення показників (надходження і відпустки електроенергії), відбиваних в звітності; n - число показників;

W_o - відпустка електроенергії в мережу;

D - число днів розрахункового періоду, якому відповідають значення

енергії, що задаються;

A , B і 3 - коефіцієнти, що відбивають складові втрат : A_{ij} і B_i - втрати навантажень, $C_{пост}$ - умовно-постійні втрати, $C_{поз}$ - втрати, залежні від погодних умов, $C_{с.н.}$ - витрата електроенергії на власні потреби підстанцій, $B_{уч}$ - втрати, обумовлені погрішностями системи обліку електроенергії.

Нормативну характеристику втрат навантажень електроенергії в замкнутих мережах визначають на основі заздалегідь розрахованої характеристики навантажень втрат потужності, що має вираження (2.2) :

$$\Delta P_{нагр} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n a_{ij} P_i P_j + \sum_{i=1}^n b_i P_i, \quad (2.2)$$

де P_{ij} - значення потужностей, що відповідають показникам, відбитим формулі (2.1);

a_{ij} і b_i - коефіцієнти нормативної характеристики втрат потужності.

Перетворення коефіцієнтів характеристики втрат потужності в коефіцієнти характеристики втрат електроенергії роблять по формулах (2.3; 2.4):

$$A_{ij} = \frac{a_{ij}}{24} k_{\phi}^2 10^3; \quad (2.3)$$

$$B_i = b_i. \quad (2.4)$$

Для складових нормативної характеристики, значень енергії, що містять твори, значення $k_{\phi ij}^2$ обчислюють за формулою (2.5) :

$$k_{\phi ij}^2 = 1 + r_{ij} \sqrt{(k_{\phi i}^2 - 1)(k_{\phi j}^2 - 1)}, \quad (2.5)$$

де $k_{\phi i}$ і $k_{\phi j}$ коефіцієнти форми i -го і j -го графіків активної потужності;

r_{ij} - коефіцієнт кореляції i -го і j -го графіків, що розраховується за даними

ОИК. За відсутності розрахунків r_{ij} приймають $k_{\phi ij}^2 = 1$.

Коефіцієнт $C_{ном}$ визначають по формулі (2.6)

$$C_{ном} = \Delta W_{ном} / Д, \quad (2.6)$$

де $\Delta W_{ном}$ - умовно-постійні втрати електроенергії у базовому періоді.

Коефіцієнт $C_{ноз}$ визначають по формулі (2.7)

$$C_{ноз} = \Delta W_{ноз} / Д \quad (2.7)$$

де $\Delta W_{ноз}$ -потери електроенергії, залежні від погодних умов, у базовому періоді.

Коефіцієнт $C_{с.н}$ визначають по формулі (2.8)

$$C_{с.н} = W_{с.н} / Д \quad (2.8)$$

де $\Delta W_{с.н}$ - витрата електроенергії на власні потреби підстанцій у базовому періоді.

Коефіцієнт $B_{уч}$ визначають по формулі (2.9)

$$B_{уч} = \Delta W_{уч} / W_o, \quad (2.9)$$

де $\Delta W_{уч}$ - втрати, обумовлені погрішностями системи обліку електроенергії, у базовому періоді.

Нормативна характеристика втрат навантажень електроенергії в радіальних мережах має вираження (2.10) :

$$\Delta W_{назр} = A_U \frac{W_U^2}{Д}, \quad (2.10)$$

де W_U - відпустка електроенергії в мережу напругою U за $Д$ днів; A_U - коефіцієнт нормативної характеристики.

Коефіцієнт A_U нормативної характеристики (2.10) визначають по формулі (2.11) :

$$A_U = \frac{\Delta W_{nU}}{W_U^2} D, \quad (2.11)$$

де ΔW_{nU} - втрати навантажень електроенергії в мережі напругою U у базовому періоді.

Коефіцієнт A ($C_{пост}$, $C_{поз}$ і $C_{с.н}$) для радіальних мереж 6-35 кВ в цілому по їх значеннях, розрахованих для ліній (A_i і C_i), які входять в мережу, визначають по формулах (2.12; 2.13) :

$$A = \sum_{i=1}^n A_i \left(\frac{W_i}{W_{\Sigma}} \right)^2; \quad (2.12)$$

$$C = \sum_{i=1}^n C_i, \quad (2.13)$$

де W_i - отпуск електроенергії в i -ю лінію; W_{Σ} - те ж, в мережу в цілому; n - кількість ліній.

2.6 Економічна ефективність ІАСКОЕ промислових підприємств

Сенс створення і використання ІАСКОЕ полягає в постійній економії енергоресурсів і фінансів підприємства при мінімальних початкових грошових витратах.

Величина економічного ефекту від використання ІАСКОЕ досягає по підприємствах в середньому 15...30% від річного споживання енергоресурсів, а окупність витрат на створення ІАСКОЕ відбувається за 2...3 квартали.

На сьогоднішній день ІАСКОЕ підприємства є тим необхідним механізмом, без якого неможливо вирішувати проблеми цивілізованих розрахунків за енергоресурси з їх постачальниками, безперервній економії енергоносіїв і зниження частки енерговитрат в собівартості продукції підприємства.

У міру автоматизації технологічних процесів підприємства, зниження ступеня людської участі у виробництві і підвищення рівня його організації ІАСКОЕ можна вводити в зворотний контур управління енергоспоживанням не через енергетика-диспетчера або керівника, а через відповідні пристрої управління навантаженнями-регуляторами.

До тих пір, поки в технології виробництва переважає людина зі своїми випадковими вольовими рішеннями, ІАСКОЕ збережеться як автоматизована система, що дозволяє, насамперед, виявляти всі втрати енергоресурсів. Рівень енергоспоживання підприємства складається з двох складових: базовою і організаційно-технічною. Базова складова визначається енергоємністю встановленого технологічного устаткування. Організаційно-технічна складова (ОТС) визначається режимами експлуатації устаткування, які задаються персоналом підприємства, виходячи з виробничих і особистих інтересів і потреб. Зміна першій базовій складовій енергоспоживання вимагає заміни застарілих енергоємного устаткування і техпроцесса сучаснішими і менш енергоємними, що пов'язане з модернізацією виробництва і залученням крупних інвестицій, що в умовах нашої економіки проблематично. Тому необхідно звернути увагу на можливості мінімізації ОТС рівня енергоспоживання підприємства, яка не вимагає крупних грошових витрат, але при реалізації дає швидкий практичний ефект.

Відмітимо, що актуальність мінімізації цієї складової зберігається і після скорочення базового енергоспоживання в результаті модернізації виробництва. ОТС рівня енергоспоживання підприємства, у свою чергу, має, принаймні, шість основних частин (рис. 2.5):

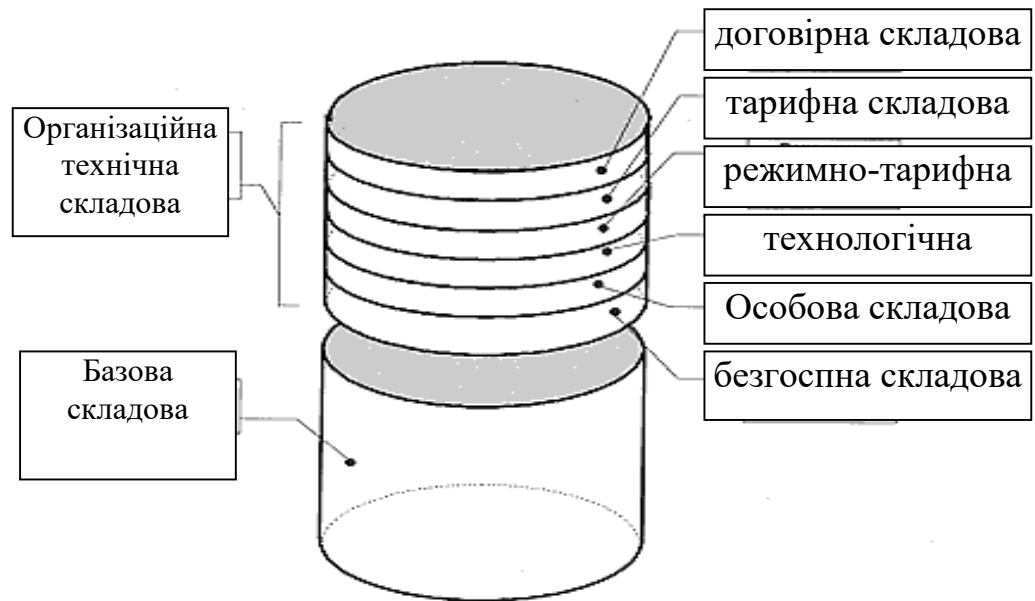


Рисунок 2.5 – Структурна схема ОТС

1) договірна, фіктивна складова пов'язана з розрахунками за енергоресурси з постачальниками не по фактичних значеннях енергоспоживання, а по договірних і, як правило, істотно завищеним значенням, що приводить споживача до фінансових втрат. Ця складова втрат зводиться до мінімуму (і навіть до нуля) при організації ІАСКОЕ комерційного обліку;

2) тарифна складова, пов'язана з розрахунками за енергоресурси з постачальником по фактичних значеннях енергоспоживання, але не за найвигіднішим для споживача тарифом через відсутність обліку, здатного реалізувати цей кращий тариф. Ця складова втрат зводиться до нуля при організації ІАСКОЕ комерційного обліку, здатною відстежувати будь-які тарифи, що діють і перспективні;

3) режимно-тарифна складова, пов'язана з можливістю зміни режимів роботи устаткування за часом і величині енергоспоживання в заданих зонах доби (пікових зонах) з метою мінімізації тарифних платежів в рамках одного і того ж тарифу. Ця складова втрат зводиться до мінімуму при організації ІАСКОЕ комерційного і технічного обліку з елементами прогнозування і аналізу складу навантажень;

4) технологічна складова, пов'язана з порушенням технологічного циклу і

неефективним використанням устаткування. Ця складова втрат зводиться до мінімуму при організації ІАСКОЕ глибокого (до рівня цехів, ділянок і крупних енергоустановок) технічного обліку з у веденням госпрозрахунку по енергоресурсах між підрозділами підприємства або норм споживання енергоресурсів підрозділами підприємства;

5) особова складова, пов'язана з використанням персоналом виробничого устаткування в особистих цілях. Ця складова втрат зводиться до мінімуму при організації ІАСКОЕ глибокого технічного обліку з розрахунком реальних питомих норм на випуск одиниці продукції;

6) безгоспна складова, пов'язана з незацікавленістю, байдужістю персоналу на робочих місцях до енерговитрат різного вигляду. Ця складова зводиться до мінімуму при організації ІАСКОЕ технічного обліку з введенням внутрішнього госпрозрахунку по енергоресурсах між підрозділами підприємства або норм споживання енергоресурсів підрозділами підприємства при матеріальному стимулюванні працівників за свідченнями АСКОЕ за економію енергоресурсів. На різних промислових підприємствах вказані складові енерговитрат мають різну питому вагу в рамках ОТС, але в цілому можуть досягати 15...30 і більше відсотків від загального енергоспоживання підприємства.

Облік, контроль і мінімізація цих складових можливі тільки при автоматизації енергообліку і є однієї з головних цілей створення інтегрованих АСКОЕ на підприємстві і його об'єктах.

Постійне дорожчання енергоресурсів вимагає від промислових підприємств розробки і впровадження комплексу заходів щодо енергозбереження, що включають суворий контроль постачання/споживання всіх видів енергоресурсів, обмеження і зниження їх частки в собівартості продукції.

Сучасна інтегрована АСКОЕ є вимірювальним інструментом, що дозволяє економічно обґрунтовано розробляти, здійснювати комплекс заходів щодо енергозбереження, своєчасно його коректувати, забезпечуючи динамічну

оптимізацію витрат на енергоресурси в умовах економічного середовища, що змінюється, т.ч. ІАСКОЕ є основою системи енергозбереження промислових підприємств.

Перший і найнеобхідніший крок в цьому напрямку, який треба зробити вже сьогодні, - це упровадити автоматизований облік енергоресурсів, що дозволяє враховувати і контролювати параметри всіх енергоносіїв за всією структурною ієрархією підприємства з доведенням цього контролю до кожного робочого місця.

Завдяки цьому будуть зведені до мінімуму виробничі і невиробничі витрати на енергоресурси, це дозволить вирішувати спірні питання між постачальником і споживачем енергоресурсів не вольовими, директивними заходами, а об'єктивно на підставі об'єктивного автоматизованого обліку.

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 2:

Автором, запропоновано забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до реального об'єму їх постачання/споживання та мінімізації виробничих і невиробничих витрат на енергоресурси, досягти шляхом вирішення наступних завдань обліку енергоресурсів і контролю їх параметрів інтегральною автоматизованою системою контролю і управління електроенергії (ІАСКОЕ):

- точне вимірювання параметрів постачання/споживання енергоресурсів з метою забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до реального об'єму їх постачання/споживання і мінімізації невиробничих витрат на енергоресурси, зокрема, за рахунок використання точніших вимірювальних приладів або підвищення синхронності збору первинних даних;

- діагностика повноти даних з метою забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до реального об'єму їх постачання/споживання за рахунок підвищення достовірності даних, використовуваних для фінансових розрахунків з постачальниками енергоресурсів і субабонентами підприємства і ухвалення управлінських рішень;

- комплексний автоматизований комерційний і технічний облік енергоресурсів і контроль їх параметрів по підприємству, його інфра- (котельна і об'єкти жилкомпобуту) та інфраструктурам (цехи, підрозділи, субабоненти) по тарифних системах, що діють, з метою мінімізації виробничих і невиробничих витрат на енергоресурси;

- контроль енергоспоживання по всіх енергоносіях, крапках і об'єктах обліку в заданих тимчасових інтервалах (5, 30 хвилин, зони, зміни, добу, декади, місяці, квартали і роки) щодо заданих лімітів, режимних і технологічних обмежень потужності, витрати, тиску і температури з метою мінімізації витрат на енергоресурси і забезпечення безпеки енергопостачання;

ВИСНОВКИ

Розглянуто та проаналізовано існуючу систему збору даних індивідуальних приладів обліку електроенергії. За такої організації обліку споживачі енергоресурсу самі надавали свідчення. Було виділено недоліки такої системи:

- несвоєчасність показань, що передаються;
- неповнота даних;
- недостовірність даних, що надаються;
- у споживачів встановлено велику кількість приладів обліку з класом точності, невідповідним вимогам постанов КМУ та терміном державної повірки, що минув;
- необхідність постійних обходів контролерами енергозбутової та мережевої організації;
- крадіжка електроенергії;
- самовільні підключення споживачів до енергомереж, які проблематично виявити.

Більшість перерахованих вище проблем може бути вирішено за допомогою впровадження автоматизованої системи контролю та обліку електроенергії.

Системи збору показань індивідуальних приладів обліку споживачів із застосуванням систем АСКОЕ мають ряд переваг:

- дистанційне зчитування параметрів приладів обліку;
- Виняток людського фактора при знятті показань;
- віддалене обслуговування;
- відстеження аварій та позаштатних ситуацій;
- зниження трудовитрат на обходи та перевірки;
- використання приладів обліку, що відповідають усім нормам електропостачання. Аналіз науково-технічної літератури показав, що до систем автоматизованого контролю та обліку пред'являються підвищені вимоги щодо надійності, достовірності, швидкодії.

Огляд джерел літератури також показав, що першим кроком на шляху створення системи обліку зазвичай є впровадження системи комерційного обліку енергоресурсів, що дозволяє понизити витрати на енергоресурси, за рахунок: точність розрахунків з енергозабезпечуючими організаціями і орендарями; можливості використання оптимального на даний період часу тарифу і постачальника; підвищення точності планування споживання енергоресурсів і зменшення заявленої потужності; підвищення оперативності виявлення і усунення відхилень від встановлених режимів споживання; оптимізації графіків споживання.

Право вибору тарифу обумовлюється наявністю у споживача автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем контролю і обліку електроенергії (AIBC КОЕ). Правильний вибір тарифу і постачальника забезпечує зниження витрат на електроенергію на 5...15 %.

Розглянуті перспективні системи обліку і контролю електроенергії, які побудовані на базі інформаційних обчислювальних комплексів. Автоматизовані інформаційно-вимірювальні системи (AIBC) контролю і обліку електроенергії (КОЕ), побудовані на базі обчислювальних для вимірника комплексів (IBK), дозволяють вирішувати завдання обліку електроенергії для цілей забезпечення взаємних розрахунків між постачальником і споживачем.

Проведений аналіз складу технічних засобів AIBC КОЕ. Виявлено, що впровадження систем технічного обліку енергоресурсів зазвичай слідує за впровадженням систем комерційного обліку. Основна причина в складності оцінки ефективності цих систем. Ефективність комерційних систем обліку можна оцінити до впровадження, технічних – тільки після.

Проведений аналіз сучасного стану автоматизованих систем диспетчерського управління об'єктами електроенергетики, які призначені для контролю і управління технологічними процесами і устаткуванням на об'єктах електропостачання промислових підприємств і міських електричних мереж, а також виконують наступні функції: визначення поточних станів комутаційних елементів, функція ТС; вимірювання поточних значень технологічних

параметрів (струмів, напруги, активної і реактивної потужностей, частоти, температури і ін.), функція ТІТ; вимірювання інтегральних значень технологічних параметрів, функція ТІІ; включення і відключення контрольованих об'єктів, функція ТУ; контроль оперативної напруги ланцюгів ТУ; збір інформації з цифрових вимірювальних перетворювачів; збір інформації з інтелектуальних лічильників електроенергії; технічний і комерційний облік електроенергії; архівація всіх подій і вимірювань, ведення баз даних; представлення інформації по вимірюваних параметрах в табличній і графічній формах, формування графіків і звітних форм передача даних на верхній рівень енергосистеми.

Автором, запропоновано забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до реального об'єму їх постачання/споживання та мінімізації виробничих і невиробничих витрат на енергоресурси, досягти шляхом вирішення наступних завдань обліку енергоресурсів і контролю їх параметрів інтегральною автоматизованою системою контролю і управління електроенергії (ІАСКОЕ):

- точне вимірювання параметрів постачання/споживання енергоресурсів з метою забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до реального об'єму їх постачання/споживання і мінімізації невиробничих витрат на енергоресурси, зокрема, за рахунок використання точніших вимірювальних приладів або підвищення синхронності збору первинних даних;

- діагностика повноти даних з метою забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до реального об'єму їх постачання/споживання за рахунок підвищення достовірності даних, використовуваних для фінансових розрахунків з постачальниками енергоресурсів і субабонентами підприємства і ухвалення управлінських рішень;

- комплексний автоматизований комерційний і технічний облік енергоресурсів і контроль їх параметрів по підприємству, його інфра- (котельна і об'єкти жилкомпобуту) та інфраструктурам (цехи, підрозділи, субабоненти) по

тарифних системах, що діють, з метою мінімізації виробничих і невиробничих витрат на енергоресурси;

- контроль енергоспоживання по всіх енергоносіях, крапках і об'єктах обліку в заданих тимчасових інтервалах (5, 30 хвилин, зони, зміни, добу, декади, місяці, квартали і роки) щодо заданих лімітів, режимних і технологічних обмежень потужності, витрати, тиску і температури з метою мінімізації витрат на енергоресурси і забезпечення безпеки енергопостачання;

- фіксація відхилень контрольованих параметрів енергоресурсів, їх оцінка в абсолютних і відносних одиницях для аналізу як енергоспоживання, так і виробничих процесів з метою мінімізації витрат на енергоресурси і відновлення виробничих процесів після їх порушення із-за виходу контрольованих параметрів енергоресурсів за допустимі межі;

- сигналізація (кольором, звуком) про відхилення контрольованих величин від допустимого діапазону значень з метою мінімізації виробничих витрат на енергоресурси за рахунок ухвалення оперативних рішень;

- прогнозування (коротко -, середньо - і довгострокове) значень величин енергообліку з метою мінімізації виробничих витрат на енергоресурси за рахунок планування енергоспоживання;

- автоматичне управління енергоспоживанням на основі заданих критеріїв і пріоритетних схем включення/відключення споживачів - регуляторів з метою мінімізації виробничих витрат на енергоресурси за рахунок економії ручної праці і забезпечення якості управління;

- підтримка єдиного системного часу з метою мінімізації невиробничих витрат на енергоресурси за рахунок забезпечення синхронних вимірювань.

Для цього розроблено варіанти організації і побудови інтегрованих автоматизованих систем контролю і обліку електроенергії та розглянуто економічна ефективність ІАСКОЕ промислових підприємств.

Показано, що більшість діючих АСКОЕ промислових підприємств, через свої структурні і функціональні обмеження вирішують тільки частину розглянутих завдань.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Виявлення розкрань електроенергії за допомогою дистанційних засобів контролю/В.М. Красинський, М.В. Васін, К.Ю. Гура// Електропанорама – 2011. – №1-2
2. Матеріали НКРЕ щодо впровадження АСКЕ в ОРС України та аналізу витрат електроенергії в електромережах напругою 0,4-750 кВ
3. Ожегов А.Н. Системи АСКОЕ: Навчальний посібник / А.Н. Ожегов. Киров: Изд-во ВятГУ, 2006, - 102 с.
4. Прохоров С.А. Математичний опис та моделювання випадкових процесів С.А. Прохоров. – Самар. держ. аерокосм. ун-т, 2001. – 209 с.
5. Черемісин М.М. Автоматизація об'єктів управління електроспоживання/ М.М. Черемісин, В.М. Зубко Харків 'Факт'.
6. Черемісин М.М. Автоматизація обліку і управління електроенергією. Навчальний посібник для закладів / М-для навчання і науки України – К., 2004.
7. Шпак О.Л., Луців П.Д., Праховник А.В., Калінчик В.П., Шиянов О.О., Автоматизована система комерційного обліку електроенергії, ВАТ ЕК „Хмельницькобленерго”/ Электрические сети и системы, Спецвыпуск, 2010, 22с.
8. Реалізація зв'язку з системою АСКОЕ через GSM мережу/ В.А. Святний, О.М. Мірошкін, В.В. Гриша// Вісник НТУ “ХП”, 2017, 8с.
9. О.В. Коцар, канд. техн. наук, доц наук. Автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням Дніпро: Середняк Т.К., 2017р. URL: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/470445/mod_resource/content/1/Коцар_О.В._АСКОЕ.pdf (Дата звернення 09.01.2024).
10. А. В. Праховник, О. В. Коцар. Концептуальні положення побудови АСКОЕ в умовах запровадження перспективних моделей енергоринку України. Енергетика та електрифікація. 2009. № 2.
11. Г. Г. Півняк, С. І. Випанасенко, О. І. Хованська та ін. Д. Системи

12. енергоменеджменту та їх математичне забезпечення: навч. Посібник. Національний гірничий університет, 2013. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/48403299.pdf> (Дата звернення 09.01.2024).
13. О. Л. Шпак, П. Д. Луців, В. П. Калінчик, О. О. Шиянов. Автоматизована система комерційного обліку електроенергії ПАТ «Хмельницькобленерго». Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал. 2014. № 2(36). С. 112–117.
14. Hirota, K. A Disturbed Model of Fuzzy Set Connectives/ K. Hirota, W. Pedrycz // Fuzzy Sets and Systems. – 1994. – V. 68. – P. 157 – 170.
15. Brown R.G. Smoothing, forecasting and prediction of discrete time series / R.G. Brown // Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1963. 468 p.
16. Holt C.C. Forecasting trends and seasonals by exponentially weighted moving averages / C.C. Holt // O.N.R. Memorandum 52, Carnegie Inst. of Technology. 1957. № 2.
17. Pedrycz, W. A Distributed Fuzzy System Modeling / W. Pedrycz, C. W. Lam, A. Roch // IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics. – 1995. - № 5. – P.41 – 43
18. Гнатюк, В.И. Процедури точнозернистого рангового аналізу енергоспоживання/ Гнатюк, В.И. // Електрика. – 2007. - №12. С. 13 – 16.
19. Zadeh, L. A. Fuzzy Logic, Neural Network and Soft Computing // Communication of the ACM. – 1994. - № 3. – P.78 – 84
20. Впровадження автоматизованих систем обліку та контролю електричної енергії на прикладі ПАТ «Одесаобленерго» / Д. М. Попков, А. В. Луняка, В. С. Кржевицький // Холодильна техніка та технологія, - 53 (3),- 2017. – С.45-48.