

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент Чепіжний А.В.

ДИПЛОМНА РОБОТА
за магістерським рівнем вищої освіти

На тему: «Дослідження особливостей системи обліку
електричної енергії в умовах АТ «Сумиобленерго»
м. Суми»

Виконав

(підпис)

Лісов Д.А.
(прізвище, ініціали)

Група

ЕТЕС 2301-1м

(Науковий) керівник:

(підпис)

Чепіжний А.В.
(прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент _____ Чепіжний А.В.
(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

«_____» _____ 202__ року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Лісов Дмитрій Андрійович

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження особливостей системи обліку електричної енергії в умовах АТ «Сумиобленерго» м. Суми

керівник роботи: Чепіжний Андрій Володимирович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджено наказом по закладу вищої освіти від «26» __ 02 __ 2024 р. № 572/ос

2. Термін подання здобувачем закінченої роботи «11» __ 11 __ 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи показники з роботи приладів обліку електроенергії, технічні характеристики обладнання, нормативні документи для проведення досліджень, стандарти, постанови про забезпечення якості електричної енергії.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):

Вступ.

1 Дослідження особливостей системи обліку електроенергії.

2 Особливості організації автоматичного обліку електроенергії.

3 Дослідження особливостей використання інтелектуальних лічильників.

4 Охорона праці

5 Економічне обґрунтування.

Висновки та пропозиції.

Список використаної літератури.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Презентаційний матеріал виконаний в програмі Power Point

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата

КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 15.08.2024 р.	
2	Складання плану роботи	до 23.08.2024 р.	
3	Написання вступу	до 26.08.2024 р.	
4	Підготовка розділу «Розділ 1»	до 28.08.2024 р.	
5	Підготовка розділу «Розділ 2»	до 16.09.2024 р.	
6	Підготовка розділу «Розділ 3»	до 14.10.2024 р.	
7	Підготовка розділу «Розділ 4»	до 21.10.2024 р.	
8	Написання висновків та пропозицій	до 28.10.2024 р.	
9	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 01.11.2024 р.	
10	Подання роботи на рецензування	до 05.11.2024 р.	
11	Подання до попереднього захисту	до 12.11.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

(Лісов Д.А.)
(прізвище, ініціали)

**(Науковий) керівник
дипломної роботи**

(підпис)

(Чепіжний А.В.)
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Дослідження особливостей системи обліку електричної енергії в умовах АТ «Сумиобленерго» м. Суми. Магістерська робота / Лісов Дмитрій Андрійович – Суми: СНАУ, 2024 р. – 46 с.

В роботі проведено аналіз особливостей обліку електричної енергії в м. Суми з аналізом основних приладів обліку. Також проведено аналіз особливостей передачі даних до енергопостачальних компаній з аналізом різноманітних систем керування електрообладнанням для можливого застосування на різноманітних підприємствах.

Наведено особливості використання інтелектуального датчика в умовах міста з аналізом різноманітних періодів часу споживання електричної енергії та моніторингом споживання енергії по різних лініям живлення районів міста.

Проведено аналіз заходів з охорони праці в галузі енергетики. Наведено економічне обґрунтування заміни старих лічильників у споживачів на нові з визначенням можливих втрат коштів від неточності в розрахунках застарілих приладів обліку електричної енергії.

Ключові слова: лічильник, електрична енергія, мікропроцесор, кабелі, передача даних, інформація, частотне регулювання, інтелектуальний лічильник.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	8
1.1 Дослідження основних приладів обліку електроенергії.....	8
1.2 Організація обліку електроенергії в місті.....	11
1.3 Визначення вимог для виконання обліку електроенергії.....	14
1.4 Особливості обліку реактивної енергії в місті Суми.....	16
1.5 Особливості використання вимірювальних трансформаторів для виконання технічного обліку.....	17
Висновки до розділу.....	18
2 ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ АВТОМАТИЧНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	19
2.1 Загальний устрій автоматичних приладів обліку електроенергії.....	19
2.2 Особливості організації системи АСКОЕ на базі «розумних» лічильників.....	23
2.3 Визначення основних особливостей передачі даних.....	28
2.4 Аналіз можливості передачі інформації по силовим мережам та ЛЕП.....	32
Висновки до розділу.....	34
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ.....	35
3.1 Особливості застосування інтелектуальних лічильників в умовах міста Суми.....	35
3.2 Аналіз даних по споживанню електричної енергії в режимі реального часу.....	37
Висновки до розділу.....	39

	5
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	40
Висновки до розділу.....	41
5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	42
Висновок до розділу.....	43
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	46

ВСТУП

Актуальність теми. Визначення основних особливостей обліку електричної енергії потребує уваги з різних боків. За втрати електричної енергії та крадіжки фактично платить фактично кожен споживач. При цьому якісний облік електричної енергії потребує значних фінансових зусиль та коштів для його реалізації.

Однією з проблемних питань забезпечення ефективного обліку електричної енергії є своєчасне отримання показників лічильників від всіх споживачів та швидке узгодження з показниками інших лічильників. Якісне виконання всіх процесів по обліку електроенергії має на меті забезпечення різноманітними засобами телемеханіки. При цьому виконання швидкісного зчитування показників та автоматизація процесу в загальному випадку дозволяє зменшити затрати на облік електричної енергії.

Додатково покращується робота загальної системи електропостачання. Покращення загальної системи електропостачання сприяє підвищенню її надійності та покращенню електроспоживання. Виходячи з цього дана тематика є актуальною та потребує подальших досліджень особливо для умов міста Суми через значні обстріли енергетики та складної безпекової ситуації.

Мета та задачі дослідження. Основною метою дослідження є визначення особливостей обліку електричної енергії та обґрунтування застосування автоматизованого обліку електричної енергії в умовах м. Суми.

Для проведення дослідження нами пропонується вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз існуючої системи обліку електричної енергії в споживачами міста Суми.
2. Провести аналіз можливостей застосування різноманітних інтелектуальних систем для забезпечення обліку електроенергії.
3. Виконати аналіз обладнання для забезпечення реалізації автоматизованого обліку електроенергії, що дозволить мінімізувати втрати та пришвидшить передачу показників до диспетчерського пункту.

Об'єктом дослідження в роботі є система обліку електричної енергії у різних споживачів м. Суми з можливістю застосування інтелектуальних систем обліку електроенергії.

Предметом дослідження є показники роботи системи обліку електричної енергії у споживачів м. Суми.

Методи дослідження. Основними методами дослідження є аналітичні методи з застосуванням математичного моделювання загальної системи обліку електричної енергії.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наданні рекомендацій енергопостачальній компанії по можливості ефективного обліку електричної енергії з застосуванням системи автоматизації.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

1.1 Дослідження основних приладів обліку електроенергії

На сьогодні доволі широкого розповсюдження набирають розповсюдження різноманітні прилади для виконання обліку електроенергії. При цьому все більшого розповсюдження набирають прилади обліку з можливістю забезпечення автоматизованого обліку. Але початковою умовою є аналіз існуючих приладів, що використовуються в місті Суми. В місті в загальному випадку використовуються навіть і застарілі типи приладів обліку. Прилади обліку електроенергії мають класифікацію, що наведена на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Загальна класифікація приладів обліку електроенергії

В місті Суми на сьогодні проводиться заміна застарілих приладів обліку електричної енергії. При цьому необхідно зазначити, що доволі велика кількість приладів обліку є застарілими та потребують заміни.

З першочергової класифікації можна встановити, що індукційні лічильники є застарілими та мають доволі великі похибки в вимірюваннях залежно від місця встановлення.

Все більшого розповсюдження на території міста набирають саме лічильники електронні. Вони здатні виконувати облік електроенергії спожитої навіть найменшим споживачем, що може бути вмонтований в вимикач освітлення. Також необхідно зазначити, що даний тип лічильників має можливість реалізації особливостей автоматизованого обліку електроенергії.

В зв'язку з значною реалізацією різного роду джерел альтернативної енергетики для різноманітних об'єктів міста з'явилась можливість реалізації гібридних приладів обліку. При цьому вони є двонаправленого типу та враховують спожиту електроенергію та вироблену електроенергію від наприклад СЕС. При цьому даний тип лічильника визначає кількість електроенергії, що буде подаватись в електричну мережу відповідно до зеленого тарифу.

Необхідно додатково зауважити, що прилади обліку поділяються також на прилади комерційного обліку та відповідно технічного (рис. 1.2).

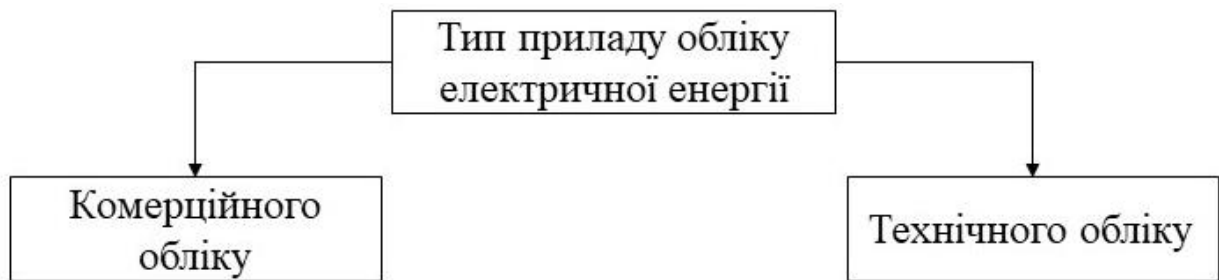


Рисунок 1.2 – Розподіл приладів обліку відповідно до їх типів

Для використання обліку електричних приладів відповідно до їх типів необхідно використовувати фактично різні типи лічильників. Комерційний облік виконується в межах споживача для реалізації фінансових розрахунків між споживачем та постачальником. В основному під даний тип класифікації також підходить і попередня класифікація, що наведена на рисунку 1.1.

Комерційний тип лічильників розміщується фактично в споживача. При цьому місце розміщення лічильника обґрунтовано доступом до них контролюючою компанією для доступу контролера до нього.

Технічний облік електроенергії значно відрізняється від комерційного. Даний облік в основному призначений для технічних параметрів в електричній мережі. До технічних параметрів належать величина струму, значення потужність та величина напруги. Технічний тип обліку здійснюється для виконання стабілізації роботи всіх електромереж м. Суми.

Додатково необхідно зауважити, що лічильники також класифікують відповідно до типу їх підключення до електромережі. Відповідно до цього

прилади обліку поділяються на прямого включення та трансформованого включення. При цьому пристрої обліку трансформованого включення потребують підключення до мережі вимірювальних трансформаторів. При цьому прилади обліку електроенергії прямого включення не потребують подібних пристроїв та підключаються до мережі напряму.

Пристрої прямого підключення використовують в основному для побутових споживачів електроенергії. При цьому вони можуть бути або однофазними або трифазними. Необхідно зауважити, що прилади технічного обліку в основному є трифазними приладами обліку.

Промисловість сьогодні розробляє більш нові лічильники, що мають фактично менше значення похибки вимірювання, додаткові системи захисту та інші функції, що фактично є додатковими в приладах обліку. Такими функціями фактично є можливість реалізації автоматичного обліку електроенергії. Реалізація автоматичного обліку електричної енергії виконується через цифровізацію показників та подальшу передачу їх на диспетчерський пункт.

Іншою не менш важливою функцією сучасних приладів обліку є використання аналізаторів якості електроенергії, що за умови неякісних показників електроенергії не враховують її або повністю відключають живлення до моменту покращення якісних показників.

При цьому більшість подібних електронних лічильників мають як вивід інформація по різноманітним каналам так і її ввід до лічильника. Тобто фактично мають можливість програмування режимів своєї роботи.

Прилади обліку для конкретних умов використання обирають відповідно до їх характеристик. Основною з них є фактично клас точності приладу. Наступними параметрами, що враховуються системою є величина струму, а саме його максимальне значення та відповідно номінальне.

Виходячи з подібного опису приладів обліку необхідною умовою подальшого дослідження є визначення реалізації обліку електроенергії для умов м. Суми.1

1.2 Організація обліку електроенергії в місті

На сьогодні в місті Суми комерційний облік електроенергії для побутових споживачів виконується відповідною компанією, яка узгоджує свою роботу з АТ «Сумиобленерго». Виходячи з цього в Україні впроваджено новітню схему реалізації обліку електроенергії, до якої входять і м. Суми.

Енергопостачальні компанії міста здійснюють облік відпущеної електроенергії. Також за допомогою приладів комерційного обліку фіксують спожиту електроенергію у споживачів. Так основні типи лічильників, що використовуються енергопостачальною компанією в м. Суми наведено на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Основні прилади обліку електроенергії

Всі вищенаведені прилади обліку використовуються в основному енергопостачальною компанією для визначення показників спожитої електроенергії, а також виконання розрахунку перед постачальником за електроенергію. Іншим показником, що враховується при виконанні розрахунку спожитої електроенергії є визначення показників забрудненості навколишнього середовища викидами газу, що є вуглекислим. Подібне спостереження проводиться в межах міжнародної програми для підтвердження екологічної складової електроенергії, що виробляється в Сумському регіоні та м. Суми.

В м. Суми, як і в інших регіонах країни виконується реалізація ринкових методів виконання обліку електроенергії. Даний метод базується на основі договорів та угод між споживачами та постачальником електроенергії.

В договорах такого типу прописується тип приладів обліку та потужність, що надається споживачеві, а також різного роду юридична інформація.

Сьогодні все більшого розповсюдження набувають різноманітні прилади обліку гібридного типу. При цьому їх основною особливістю є забезпечення двостороннього обліку електроенергії. Подібне врахування необхідне для забезпечення роботи різноманітних ВДЕ, що підключені до зеленого тарифу. Загальний вигляд даних приладів розглянуто на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 – Лічильники для врахування зеленого тарифу

Двонаправлені лічильники є більш складними порівняно з попередніми, адже вони повинні визначити кількість спожитої електроенергії та відданої в електричну мережу. Виходячи з цього вони також повинні мати можливість перепрограмування та вводу інформації. Основного застосування дані прилади обліку набули в основному в приватних будинках де встановлюються сонячні електростанції.

Необхідно зазначити, що сьогоднішні ціни на тарифи мають доволі значні показники. Виходячи з цього існує можливість використовувати

лічильники двотарифні чи тритарифні. При цьому даний тип лічильників здатен вираховувати кількість електроенергії, що спожита в нічний час і відпускається відповідно по нічному тарифу, що є значно дешевшим. А також вираховують кількість електроенергії спожитої в денний час.

Більш складними в даному плані є тритарифні лічильники, де необхідною умовою є врахування особливостей загального навантаження в електричній мережі.

Даний тип лічильників доволі часто встановлюється в квартирах та будинках з значним споживанням електроенергії, що виникає в результаті великої кількості приладів обігріву чи ін.

В Україні все частіше набувають широкого застосування інтелектуальний тип лічильників. При цьому дані лічильники оснащені функцією зчитування необхідної інформації. Іншою назвою даного типу приладів обліку є «розумний» лічильник.

При цьому «розумні» лічильники можуть здійснювати облік спожитої електроенергії та активної і реактивної електроенергії. При цьому вони виконують функції диференційованого споживання.

Споживачі в м. Суми поділяються на побутових та юридичних (підприємства, організації та ін.), а отже виходячи з подібного розподілу енергопостачальна компанія повинна забезпечувати електропостачання до всіх суб'єктів енергетичного ринку та відповідно виконувати облік електроенергії відповідно до потреб кожного споживача.

Побутовим споживачам прилади обліку встановлюють для реалізації розрахунків за спожиту електроенергію. Інша ситуація спостерігається на підприємствах, де прилади обліку встановлюються як для забезпечення розрахункового обліку так і для забезпечення технічного обліку.

Необхідно зазначити, що технічні засоби виконання обліку електроенергії встановлюються для розрахунку втрат електроенергії на підприємствах, електричних станціях а також на підстанціях.

Прилади технічного обліку можуть встановлюватись і на визначення споживання багатоквартирними будинками або навіть на окремі квартири. При цьому встановлення їх на окремі квартири не знайшло поширення в місті.

1.3 Визначення вимог для виконання обліку електроенергії

На сьогодні в умовах міста Суми найбільша кількість приладів обліку, що визначають саме активну електроенергію. Облік реактивної енергії здійснюють не незначній кількості підприємств, що є найбільш потужними в місті.

Виходячи до цього облік для активної електроенергії необхідно проводити для кількості електроенергії, що:

- згенерованої від генераторів електростанцій;
- спожита на власні потреби на станціях чи підстанціях;
- відпущена відповідно до ліній електропередачі;
- направлена до інших систем енергопостачання;
- надана споживачам в електричній мережі.

При цьому додатково необхідно забезпечити наступні можливості при виконанні обліку активної електроенергії:

- вимірювання різних класів напруг електричної енергії;
- визначення балансового складу підрозділів по споживанню електроенергії;
- контроль за параметрами та режимами споживання електроенергії.

Іншим параметром для вірного визначення електричної енергії є встановлення приладів обліку відповідно до вимог та стандартів. При цьому в більшості випадків прилади обліку встановлюють на межах розподілу між постачальним підприємством та кожним споживачем з яким вкладено договір.

Для визначення технічних втрат на електростанціях та підстанціях встановлюють прилади обліку відповідно до наступних вимог:

- на кожному пристрій генерування електроенергії;
- на кожне з'єднання шини з генераторною напругою;
- на лінії, що є міжсистемними;

- на всі лінії по яким виконується живлення споживачів;
- на всі трансформатори мережі;
- на лінії господарських потреб станцій та підстанцій;
- на вимикачі розрахункового обліку.

Фактично, якщо провести аналіз відповідних вимог до місць встановлення приладів обліку, можна сказати що всі вони використовуються для визначення втрат в різноманітних елементах мережі. При цьому основними місцями їх встановлення є прилади, що мають значні втрати.

Необхідно враховувати, що при наявності функції збору та передачі інформації подібними пристроями виникає можливість створення системи автоматизованого обліку електроенергії, що дозволить оперативно виконувати збір інформації на всіх лічильниках та вчасно надавати її до пункту обробки інформації.

При використанні приладів обліку найбільш ефективно себе зарекомендували прилади обліку з автоматизованими системами. При цьому фактично виконувався зв'язок між втратами електроенергії на різних етапах.

Відповідно до проведеного аналіз прилади обліку встановлюють на підстанціях де є генераторні потужності. При цьому потужність її не має бути вищою за 1МВт.

Дещо інші вимоги виставляються для ліній електропередачі, що працюють з електричною енергією в межах 10 кВ. Для даних підстанцій використовують відповідно кола організації обліку електроенергії. Необхідно враховувати, що більшість ліній електропередачі мають відповідні місця для встановлення необхідних для них приладів обліку.

При встановленні приладу обліку електроенергії споживачеві, для визначення споживання активної електроенергії, споживач фактично приймає у власність даний лічильник. Але при цьому споживач не має права обмежувати доступ до приладу обліку за умови проведення контролю за показниками. Данна умова також прописується в усіх договорах з електропостачальною компанією.

Фактично до всіх типів приладів обліку виставляється певний перелік вимог. При чому все враховується в даних вимогах, навіть те як кріпити прилади обліку. Ці вимоги виникли не просто на рівному місці, адже основною особливістю їх використання є правильність визначення споживання електроенергії. Додатково необхідно сказати, що за умови невірної установки прилад може нараховувати більше електроенергії споживачу або енергопостачальнику. В будь якій ситуації виникають певні проблемні моменти, що не вигідні обом сторонам договору.

Додатково потрібно враховувати особливості перевірки приладів обліку. При цьому для однофазних приладів обліку повинен складати до 2 років, а для трифазних до 12 місяців. За дотриманням даного питання суворо слідкує енергопостачальна компанія та виконує необхідні перевірки відповідно до встановлених термінів.

1.4 Особливості обліку реактивної енергії в місті Суми

Підприємства в м. Суми мають певну особливість по видачі реактивної енергії до мережі електропостачання. При цьому на подібних підприємствах обов'язково встановлюються прилади обліку реактивної енергії, яка відпускається в електричну мережу.

Додатково необхідно враховувати, що на підприємствах можуть бути електроприлади, що споживають саме реактивну складову з електричної мережі. У такому випадку встановлюються прилади обліку, що мають стопори.

Існують також і прилади, що використовують показчик максимальної величини навантаження. Ці прилади обліку монтують на підприємствах, де розрахунок відбувається у відповідності до максимально дозвільної величини реактивної складової потужності.

Необхідно зазначити, що використання приладів обліку для реактивної енергії фактично зводиться до використання різноманітних автоматизованих систем обліку. При цьому даний тип приладів, що виконує облік реактивної

складової потужності фактично повинен бути меншим на одиницю відповідно до класу точності для приладу обліку активної складової потужності.

Для коректного обліку реактивної складової потужності необхідно встановлювати лічильники в потрібному місці. Зазвичай встановлення приладів обліку реактивної та активної потужності виконують в одному і тому ж місці. Додатково можуть встановлюватись в лініях до яких виконано приєднання саме джерела реактивної потужності.

1.5 Особливості використання вимірювальних трансформаторів для виконання технічного обліку

Загалом основним призначенням трансформаторів для вимірювання є під'єднання основних приладів обліку до них. Основною проблемою при виборі вимірювального трансформатора є те, що його клас точності повинен бути таким же як і лічильника. Допускається використання трансформаторів для вимірювання з класом точності, що менший на 0,5 від класу точності лічильника. Інші умови вибору вимірювальних трансформаторів відповідно до класів точності наведено в нормативних документах до даних приладів обліку.

Для забезпечення ефективної роботи приладів обліку іноді виникає необхідність використання трансформаторів струму. Також можна в таких ситуаціях використовувати трансформатори вимірювання з перевищенням по величині коефіцієнту трансформації.

В усіх ситуаціях при виконанні обліку електричної енергії заборонено застосування трансформаторів по струму в якості проміжної ланки. Також потрібно врахувати, що навантаження обмотки трансформатора, що є вторинною не має бути вищим від номінального їх значення.

На території міста сьогодні діє ТЕС, а отже необхідною умовою є виконання технічного обліку і на її лініях для потреб станції. Подібне рішення необхідне для забезпечення виконання економічних розрахунків, що виконуються працівниками станції.

В таких умовах прилади обліку встановлюються в колах, до яких підключені електричні двигуни з живленням від напруги 1 кВт та більше.

Також прилади обліку активної енергії встановлюють на станціях де значення напруги більше величини в 35 кВ. В такому випадку вони встановлюються на низькій стороні трансформатора. Обов'язково їх також встановлюють на всіх відхідних лініях від даного трансформатора.

При цьому для врахування реактивної складової потужності прилади для її обліку встановлюються в тих же місцях, що і для врахування активної складової.

Необхідною умовою якісного обліку електричної енергії є правильність вибору приладу обліку відповідно до класу точності. Для врахування даної особливості необхідною умовою є баланс між класами точності приладів обліку активної та реактивної складових потужності. Де клас точності для лічильника активної електроенергії повинен бути на одиницю вищим порівняно з лічильником реактивної складової потужності.

Висновки до розділу

Проведений аналіз показує доволі велику кількість різноманітних приладів обліку електроенергії. Всі вони призначені для кожної конкретного місця встановлення та особливостей обліку. Оскільки місто Суми має певного роду різноманітність промисловості, житлово-комунальних умов та енергетики то необхідно враховувати використання максимально всіх можливих варіантів обліку. Але все ж таки найбільша кількість приладів обліку використовується фактично для здійснення комерційного обліку побутових споживачів.

Виходячи з встановленої проблематики потрібно враховувати особливості контролю за даними пристроями та їх показниками. Додатково потрібно враховувати особливості безпекової ситуації в регіоні. При цьому найбільш ефективним та дієвим рішенням може бути використання автоматичних систем обліку електроенергії. Це дозволить вирішити велику кількість поставлених проблем.

2 ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ АВТОМАТИЧНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

2.1 Загальний устрій автоматичних приладів обліку електроенергії

Виходячи з того, що найбільшого розповсюдження на сьогодні набувають електронні прилади для виконання обліку з різним функціоналом. При цьому дані типи пристроїв мають на меті в подальшому використання обліку та подальшої передачі даних по спожитій електроенергії.

Подібні лічильники фактично можуть бути «розумними», що можуть бути використані в житлово-комунальному господарстві. Іншою доволі значною проблемою в питанні обліку електроенергії є автоматизація даних систем для різноманітних підприємств міста. Необхідною умовою для підприємств в галузі автоматизації обліку є організація збору даних по показникам та своєчасна їх передача до різноманітних систем збору та аналізу даних. Данні системи є доволі складними та поєднують в собі велику кількість доволі складних елементів.

Розвиток галузі енергетики необхідною умовою є повна відмова від застарілих приладів обліку та заміна їх на новітні. Основною умовою подібної заміни є використання мікропроцесорних приладів обліку, а отже доцільно провести розгляд застосування даних пристроїв для роботи в умовах міста Суми. При цьому додатково розглянемо пропозиції по розвитку даного напрямку.

Розвиток мікропроцесорних пристроїв обліку потребував використання інтегральних типів схем. Для забезпечення загального керування застосовувався мікропроцесорний пристрій, який відповідає даним вимогам. Заміна мікроконтролерів відбувалась на певну кількість аналогово-цифрових пристроїв, що здійснювали відповідні перетворювання.

Обробкою інформації керував процесор, а також регулював основні процеси в мікропроцесорному приладі обліку. При цьому в функції процесора закладались певний набір функцій пов'язаних з виконанням метрологічних завдань. Для більшого розуміння особливостей влаштування «розумних»

приладів обліку пропонується розглянути загальну схему їх організації (рис. 2.1).

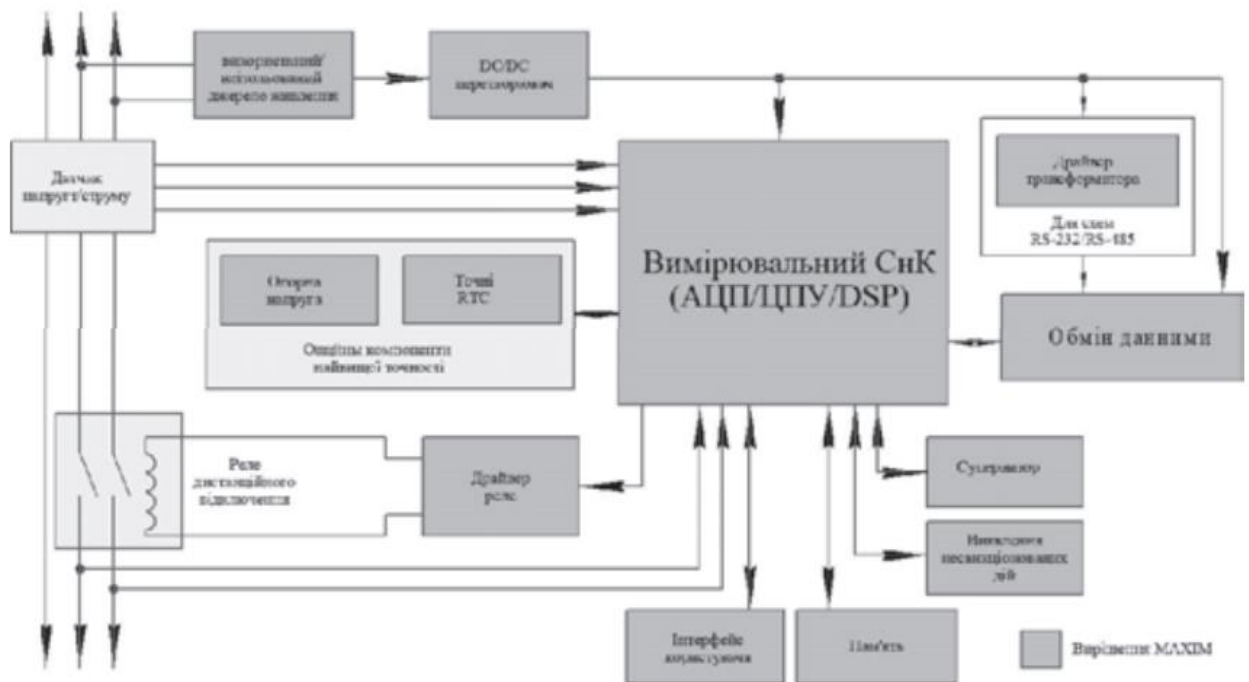


Рисунок 2.1 – Загальна схема улаштування «розумних» приладів обліку

Виходячи з аналізу даної схеми потрібно зауважити, що вона покладена в основу подальшого розвитку «розумних» лічильників. При цьому в подальших схемах приладів обліку використовувались вже інтегральні схеми метрологічного характеру.

На метрологічних схемах прилади обліку виявились дуже не продуктивними і дорогавартісними. Також для забезпечення потрібного функціоналу даний тип лічильників затратив велику кількість часу. Але основним недоліком даних пристроїв обліку була доволі велика похибка в вимірюваннях зі значною неточністю отриманих даних. Подібна неефективність проведення вимірювання виникала в зв'язку з створенням перешкод самим лічильником при його роботі та через перехресні зв'язки між елементами схем.

При цьому вирішення даної проблеми потребувало застосування додаткових пристроїв захисту з подальшим збільшенням вартості приладу обліку. При цьому виникали і інші проблеми в роботі зі збільшенням числа елементів.

Вирішена проблема по створенню «розумних» якісних приладів обліку була за умови використання кристалів. За таких умов виникла можливість виконати декілька речей. В першу чергу вдалось зменшити розміри схем з розміщенням їх на одній інтегральній схемі. Для реалізації даного процесу виконувались технології CTS з можливістю подальшої оптимізації функцій пов'язаних з метрологією. Додатково виникла можливість використання декількох входів та виходів, що забезпечує роботу приладу обліку в режимі реального часу. А отже використання даних технологічних можливостей надало властивість по оперативному виконанню обліку електроенергії.

Велика кількість каналів для збору даних дозволила фактично виконувати виміри різноманітних величин з обробкою та синхронізацією їх відповідно до наданого сигналу. Узгодження сигналів проводилось відповідно до зсуву величини компенсації. При цьому фактично обчислення проводиться в великій кількості діапазонів, що знаходиться на практиці діапазонів 1....2000.

Застосування даних пристроїв фактично дало можливість для передавання даних обробленої інформації по пристроях та модемах для організації мобільного зв'язку.

Оскільки існувала технологія передачі різноманітних сигналів по ЛЕП, то дана технологія також була врахована в «розумних» лічильниках. Для даного напрямку технологія отримала назву, що скорочено описується як PLC.

В загальному випадку вся система отримала можливість програмування та перепрограмування при виводі пристрою в режим експлуатації.

Створення мікропроцесорів дало також значний поштовх для розвитку та дослідження цифрових типів сигналів та пов'язування їх з аналоговими. Одним з перших мікропроцесорів, що використовувався для в пристроях обліку був процесор типу A-Du-C-812. Даний пристрій вже був здатний виконувати більшість функцій сучасних пристроїв. Даний пристрій дав можливість виникнення цілого модельного ряду пристроїв, що позначались різними цифрами в назві.

Всі ці мікропроцесори фактично володіють пам'яттю об'ємом 256 байт яка є або 8 або 12 бітною. Додатковими функціями даних пристроїв був вбудований таймер для забезпечення режимів очікування, монітори врахування заряду а також збільшена кількість каналів. Подібний пристрій було розглянуто на рисунку 2.2.

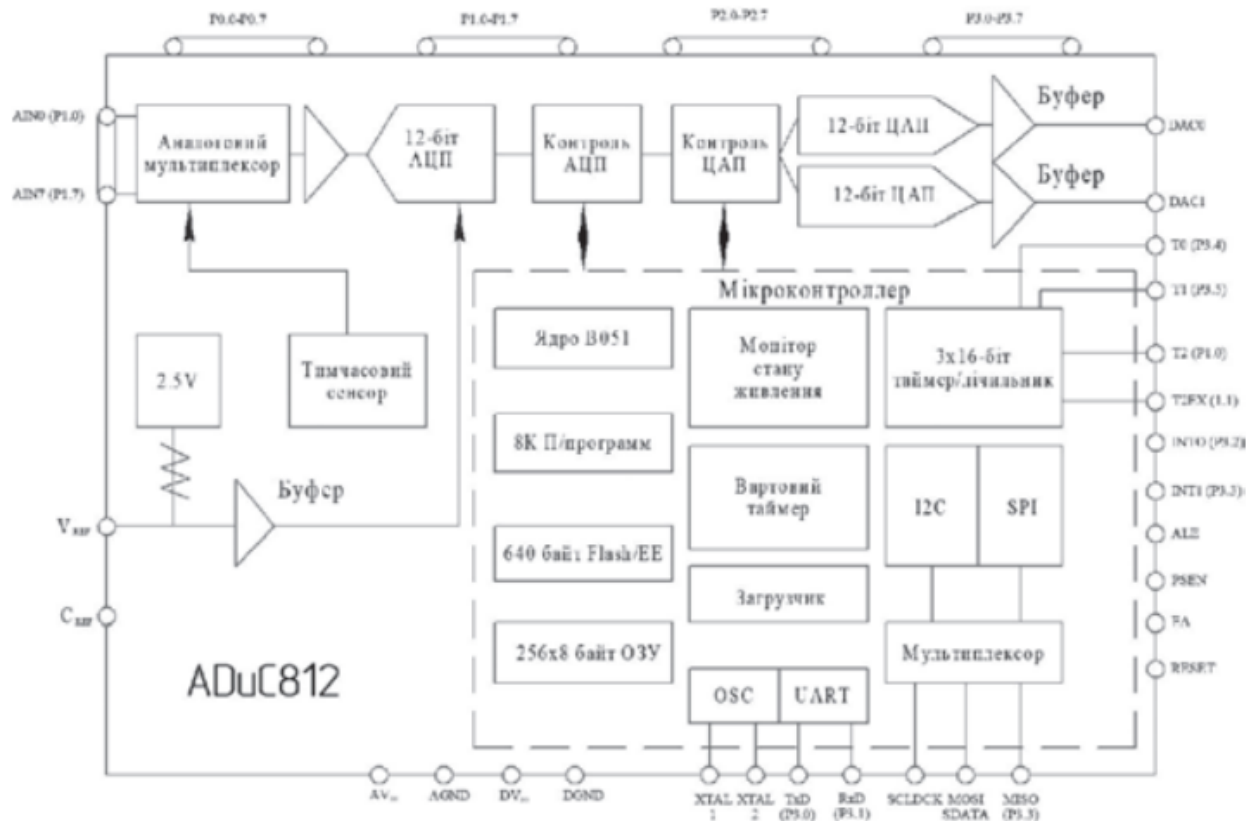


Рисунок 2.2 – Загальне влаштування мікропроцесору типу ADuc-812

Необхідною умовою також було забезпечення роботи лічильника в широкому діапазоні температур на даному мікропроцесорному пристрої. Не менш важливим була величина споживання напруги з живленням до 5 В. Аналоговий тип сигналу живиться при наданні додаткового навантаження.

Правонаступником даного лічильника є лічильники на мікропроцесорах типу ADE-77-53. В функціонал даного мікропроцесору входить можливість обліку активної та реактивної складових потужностей. При цьому фактично з надходженням даного типу лічильників виникла можливість створення «розумних» лічильників, що є однофазними чи трифазними.

Враховуючи подібну тенденцію до розвитку методів цифровізації приладів обліку дозволяє проводити високоточне визначення спожитої електроенергії та передавати дані по електроенергії до електропостачальних компаній з виводом інформації по її споживанню для кожного окремого споживача, що має даний тип лічильника.

2.2 Особливості організації системи АСКОЕ на базі «розумних» лічильників

Як зазначалось в попередніх розділах мікропроцесорні види лічильників виконують витіснення їх аналогових побратимів. При цьому новітніми пристроями фактично забезпечується гнучкість системи з її загальною багато функціональністю. Додатково необхідно зазначити, що порівняно з аналоговими дані типи лічильників мають доволі значні показники надійності за умови якісного обліку електроенергії. Доволі гарним функціоналом для даного типу лічильників стало можливість дистанційного керування та доступом до необхідної інформації.

Також не менш корисною є функція виконання налаштування лічильника без додаткових засобів. При цьому здійснюється ввід інформації через клавіатуру лічильника з контролем на моніторі лічильника.

При передачі інформації до диспетчерського пункту з'явилась можливість фактично доступу до загальної бази показників по пристрою обліку. А також подальший аналіз та обробка інформації з визначенням режиму роботи об'єкту.

Зібрана інформація містить данні по споживанню відповідно денному, тижневому чи іншим часовим періодам.

Для забезпечення реалізації системи АСКОЕ потрібно випуск доволі великого числа різноманітних «розумних» приладів обліку. Їх розподіл в повній мірі вкладається в описаний в попередньому розділі, а отже може бути використаним в різних сферах обліку електроенергії.

Створення загальної системи дозволило виконувати багато тарифний розрахунок споживання споживачами електроенергії.

Пристрої обліку на мікропроцесорній техніці, як і їх попередники мають різноманітні класи точності, а також здатні здійснювати облік, як реактивної так і активної складової електроенергії. При цьому основним плюсом даних пристроїв є те, що всі данні в послідууючому передаються та зберігаються на комп'ютерах чи навіть серверному обладнанні.

З комп'ютера виникає можливість проведення аналізу інформації та визначення різноманітних робочих параметрів з індивідуальних їх виконанням. При цьому виникла можливість використання багатотарифних приладів обліку з можливістю їх синхронізації з різноманітними пристроями та засобами загальної системи обліку електроенергії. А отже виникла можливість реалізації заданого тарифу для кожного окремого споживача.

Так подібна схема обліку та реалізації задання тарифів для споживачі реалізована фактично на пристроях МС-68НС05-16, та розглянута нами на рисунку 2.3.

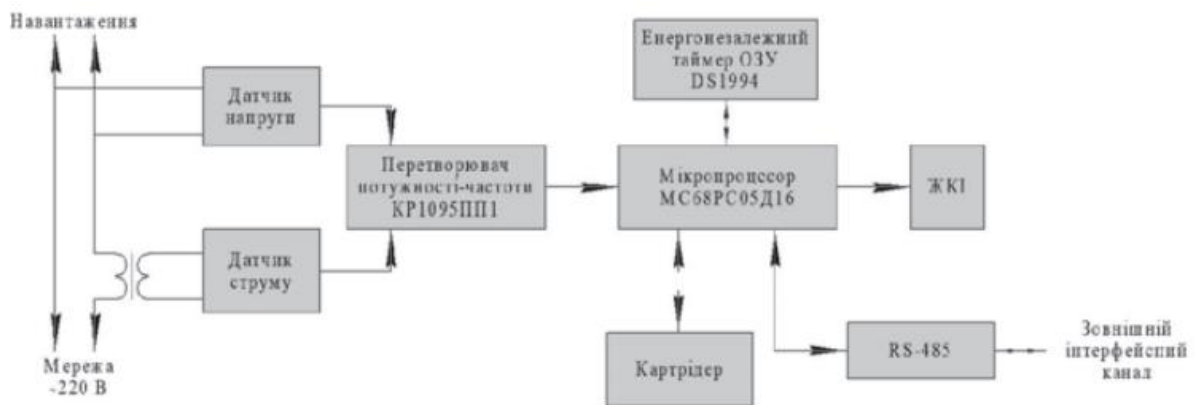


Рисунок 2.3 – Реалізація складної схеми обліку електроенергії з врахуванням тарифного плану споживача

Необхідною умовою використання «розумних» лічильників є аналіз роботи їх алгоритмів, що дозволять зрозуміти основні параметри вводу та виводу інформації. Для ефективності пам'ять в них розбивається на комірки, яких налічується фактично 13. Кожна з комірок отримує інформацію та зберігає її відповідно до її загального розподілу.

Накопичення загальної інформації відбувається фактично до чотирьох тарифних планів. При чому дані тарифні плани враховують основні особливості споживання електроенергії.

За допомогою даних пристроїв повністю вдається виконати реалізацію різноманітних тарифних планів загального типу пільгового. Також необхідно враховувати використання пікових тарифних планів а також особливостей виконання штрафів для покарання великої кількості хуліганів в енергетиці.

Кожна з комірок пам'яті містить певну інформацію, що накопичується за тривалий період часу з вказанням конкретної дати. А отже дана система дозволяє повністю забезпечувати роботи системи в автоматизованому режимі.

Дистанційний моніторинг фактично повністю дозволяє виконувати контроль процесу споживання загального типу та виконувати певного роду аналіз загальної ефективності роботи системи. Дана система також дозволяє проводити додатково контроль за станом приладу обліку, а отже виконувати перевірку його можна виконувати дистанційно та визначати певні параметри його роботи в загальному вигляді.

Реалізація всіх систем в енергетиці виконується базуючись на використанні інтерфейсу, що характеризується файловою системою RS-485. даний тип інтерфейсу дозволяє фактично виконати синхронізацію всіх основних процесів, з реагуванням на виконання команд та збиранням інформаційного середовища. Також можна використовувати доволі важливий принцип адресації основних процесів. А відповідно адресація полегшує виконання необхідних команд для конкретного адресата а також враховувати певного роду групові обробку всіх хуліганів для проведення виконання основних параметрів підтримання системи.

Основним показником використання даного інтерфейсу є можливість передачі інформації відповідно до GSM сигналів, що фактично є бездротовими та передачу сигналів по дротам. Для реалізації загальної схеми АСКОЕ необхідною умовою є використання пристроїв загальної системи з однаковими показниками та однаковим інтерфейсом в системі керування та збору даних.

Мікропроцесорні пристрої обліку та загалом система АСКОЕ характеризується певного роду архітектурою. Дана архітектура має робочий діапазон в межах 433 МГц, це необхідно для виконання загальної синхронізації з електричною мережею типу GSM, GPRS. Всі попередні налаштування та системи повинні обов'язково дотримуватись та мати відповідний інтерфейс та частоту роботи.

Відповідно до особливостей передачі сигналів інформація накопичується в відповідних пунктах з подальшим виконанням розрахунку та обліку за електроенергію.

Оскільки система мобільного зв'язку в глобальному випадку виконується за допомогою різноманітної великої кількості обладнання, а отже і система обліку повинна мати подібно до цього архітектуру з витримкою особливостей та засобів з організації передачі даних.

Мобільний зв'язок для подібного роду систем використовується фактично для передачі даних а не здійснення зв'язку між різними елементами системи. Хоча для загальної системи вирішення питання зв'язків необхідно окремий сигнал, а також необхідний сигнал для передачі параметричних даних по стану основних елементів системи. В тому числі передача здійснюється і для визначення технічного стану лічильників.

Додатковою умовою реалізації подібних підходів є використання великої кількості обладнання в системі АСКОЕ, що також потребує використання необхідної кількості електроенергії. Виходячи з такого необхідно враховувати можливість застосування приладів обліку, що окремо встановлюють на забезпечення робото-здатності даного типу систем.

Для потреб енергетики додатково потрібно використовувати інші діапазони частот в мобільному зв'язку оскільки вони потребують передачі великої кількості даних в різних напрямках від споживача до постачальника та від постачальника до споживача.

Іншим функціоналом володіє мережа інтернет, що підключається до загальної системи виконання обліку електроенергії. При цьому вона дозволяє виконувати дистанційне програмування основних процесів в енергетичній

галузі з виконанням синхронізації основного обладнання. При цьому використання мережі інтернет дозволяє реалізувати дистанційний функціонал програмування різноманітних елементів системи АСКОЕ.

Загальний вигляд системи передачі даних та реалізації прямих та зворотних зв'язків виконується фактично з використанням великої кількості приладів та зв'язків між ними. В загальному вигляді нами розглянуто систему що реалізується сьогодні в місті Суми (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Загальний вигляд системи реалізації зв'язків та узгодження сигналів АСКОЕ

З загальної схеми можна зробити висновок, що основною особливістю реалізації даних схем є узгодження всіх систем. При цьому данні від приладів обліку збираються в їх модулях пам'яті та передаються на радіо адаптери та різного роду ретранслятори. Ці пристрої виконують передачу сигналів далі до основних пристроїв мобільного зв'язку.

Загальний збір інформації виконується на серверах енергоспостачальної компанії.

Оскільки наступною функцією є виконання передачі даних то необхідно враховувати в аналізі особливості організації даного процесу також.

Результатом подібної реалізації загальної системи обліку виникає необхідність використання великої кількості обладнання.

Додатково також необхідно враховувати особливості показників надійності даної системи. При цьому розробка та реалізація загальної схеми повинна обов'язково враховувати показники надійності кожного елемента. зазначимо, що першочергово для визначення та побудови основних елементів енергосистеми врахування обліку електроенергії є необхідність закладання максимально можливих показників надійності з врахуванням загальної характеристики системи.

2.3 Визначення основних особливостей передачі даних

Особливістю передачі певної інформації від споживача до диспетчерського пункту є певні інформаційні сигнали, що слугують для передачі інформації на мережеве обладнання, пристрої по передачі даних та певного роду комп'ютерні системи. В загальному випадку основною особливістю реалізації є певне середовище фізичних величин (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Зв'язок з двома абонентами за допомогою ліній

Необхідно зазначити, що фізичне середовище ліній зв'язку є різноманітне. Це фізичне середовище може бути в вигляді коаксіального, оптоволоконного кабелів. Також даним середовищем може бути певний навколишній простір в якому розповсюджуються радіохвилі.

Одна лінія не обмежується лише одним каналом, а отже є можливість виконання по одній лінії декількох каналів зв'язку за умови частотного

розподілу або за умови розділення каналів. При цьому канал зв'язку це певний засіб забезпечення певного одностороннього зв'язку, по якому виконують передачу даних.

Канали поділяють за напрямком на наступні види:

- канал симплексного типу з передачею інформації лише в одному напрямку;
- канал дуплексного типу з передачею інформації в двох напрямках;
- канал напівдуплексного типу з виконанням розподілу передачі інформації в певний час в одному напрямку, а в інший час відбувається в зворотному напрямку.

Далі необхідно провести аналіз основних характеристик каналів для передачі даних. Основною характеристикою є навантаження, що характеризує певний потік даних. Іншими не менш важливими даними є швидкість, пропускна здатність та трафік даних.

Іншою класифікацією передачі даних є передача по повітряних або кабельних лініях. Для передачі також використовують сучасні кабелі по типу скручена пара або оптоволоконний кабель.

Необхідно зазначити, що лінії електропередачі бувають аналогові та цифрові. Необхідно сказати, що найбільша кількість кабельних ліній зв'язку виконують за допомогою кабелю скручена пара, що здатна виконувати передачу інформації (рисунок 2.6). Різниця між захищеним та незахищеним кабелем типу скручена пара є в тому, що захищений виконано з використанням алюмінієвої або мідної броні.



а – незахищений кабель; б – захищений кабель.

Рисунок 2.6 – Кабель типу скручена пара

Для передачі даних використовують різноманітні мережеві пристрої обробки та передачі інформації, що з'єднуються між собою за допомогою роз'ємів RJ45, що на сьогодні є доволі звичним в плані їх використання в інтернет з'єднаннях та інших з'єднаннях для кабелів типу витої пари.

Необхідно зазначити, що скручена пара не використовується на доволі значні відстані для передачі інформації. Зазвичай це не більше декількох сотень метрів.

Основною перевагою витої пари є доволі значна простота та популярність в зв'язку, що використовують в локальних мережах для передачі даних. Але існує і доволі значний недолік, що пов'язаний з легкістю підключення до такої мережі.

Існують також коаксіальні кабелі, що мають центральну мідну жилу, що оточена ізоляційним матеріалом для відокремлення від шару провідного зовнішнього екрану. Всі ці шари в кінцевому випадку покриваються зовнішньою ізоляцією.

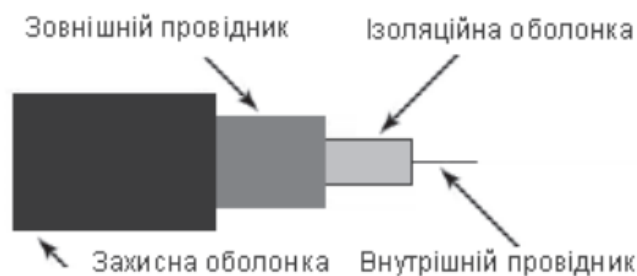


Рисунок 2.7 – Загальна будова коаксіального кабелю

Даний тип кабелю розрізняють за товщиною на 5 та 10 мм. При чому товщий кабель має значно менше згасання сигналу порівняно з тоншим. Коаксіальний кабель є більш стійким до перешкод різного типу порівняно зі скрученою парою. Сьогодні коаксіальний кабель не набув великого розповсюдження, а отже і рідше зустрічається в системах передавання даних.

На сьогодні великого поширення набуває оптоволоконні кабелі, що передають різноманітні оптичні сигнали. Необхідно зазначити що кожен з кабелів передає сигнал лише в одному напрямку, а отже необхідно

використовувати декілька кабельних ліній для організації зворотних сигналів. Загальна будова кабелів оптоволоконних наведена на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Загальний вигляд оптоволоконного кабелю

Основною перевагою даного кабелю порівняно з іншими є велика перешкодостійкість і під'єднатись до такої мережі доволі проблематично. Також даний тип кабелів має дуже високу швидкість передачі даних. Серед проблем при використанні даного кабелю є те, що даний кабель дуже складно монтувати, при цьому є невелика в нього міцність.

На сьогодні також доволі цікавим є варіант виконання безпроводного зв'язку. Необхідно зазначити, що безпроводні мережі повністю відповідають стандартам передачі даних. Виконання даної передачі даних виконують за допомогою передавача та приймача. Подібна схема безпроводного зв'язку наведена на рисунку 2.9.

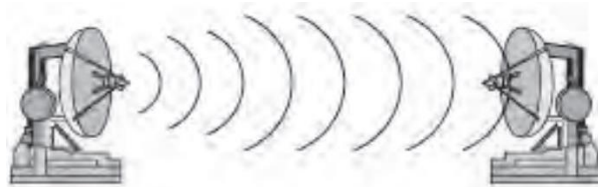


Рисунок 2.9 – Особливості реалізації безпроводного зв'язку

Необхідно зазначити, що кожен з вузлів має як передавачі так і приймачі. Різняться всі приймачі та передавачі по типу антен. Необхідною умовою безпроводної системи є визначення певного радіусу дії сигналу.

Всі ці технології по передачі сигналів від лічильників споживачів до диспетчерського пункту мають право на існування. При цьому кожна з типів зв'язку має право на існування в електричних мережах.

2.4 Аналіз можливості передачі інформації по силовим мережам та ЛЕП

Передача команд по силовим мережам та ЛЕП є доволі надійними. На сьогодні в галузі енергетики спостерігається доволі широке їх застосування. Для виконання подібного типу передачі інформації використовують високочастотний тип зв'язку. На сьогодні застосовують частоти в межах 300 – 500 кГц. Такі сигнали дозволяють виключити гармонічний вплив змінного струму та перешкод при коронарному впливі на проводах з високою напругою.

Основними елементами системи є використання високочастотних загороджувачів, конденсаторів та фільтрів. Робота системи не впливає на втрати струму, через те, що розраховується з значення безперервного струму для кожної ЛЕП.

Необхідно зазначити, що реалізація такого підходу можлива не лише на високовольтних лініях електропередачі, а і в мережах 0,4 кВ. Для виконання приєднань в таких мережах використовуються приєднання типу «фаза – фаза». Реалізація даного приєднання виконується на диспетчерському пункті за допомогою апаратури телемеханіки та зв'язкової апаратури. Для зняття сигналів доволі добре зарекомендували себе використання силових трифазних трансформаторів.

Виконання особливостей реалізації даного підходу виконують за допомогою спеціально розробленої апаратури, що наведена на рисунку 2.10.

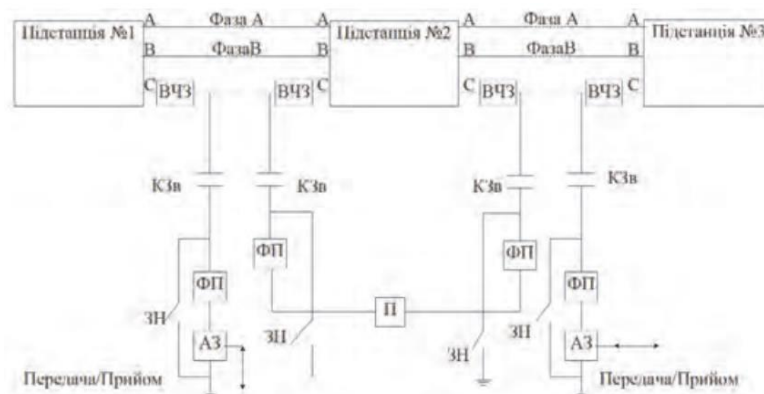


Рисунок 2.10 – Схема для виконання каналів зв'язку, що здійснюється по лініям електропередачі

Необхідно зазначити, що більшість елементів даної схеми перебувають під доволі високою напругою з ємністю від 2200 до 35000 пФ.

Також можливо створення різноманітних каналів телемеханічного зв'язку в мережах 0,4 кВ. Подібна схема для реалізації такого підходу наведена на рисунку 2.11. Необхідно зазначити, що основною особливістю, що характеризує розподільчі мережі є значна кількість різноманітних навантажень з частою зміною місця їх розміщення.

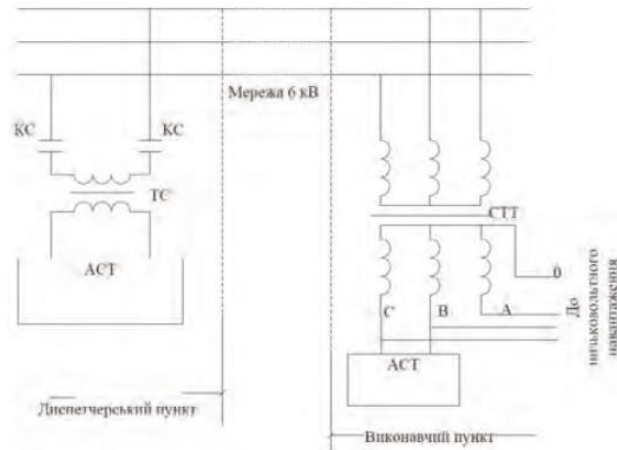


Рисунок 2.11 – Організація каналів для створення телемеханіки в мережах 6/0,4 кВ

Також нами наведена схема для передачі різноманітних сигналів за допомогою струмів з нульовою послідовністю, що наведена на рисунку 2.12.

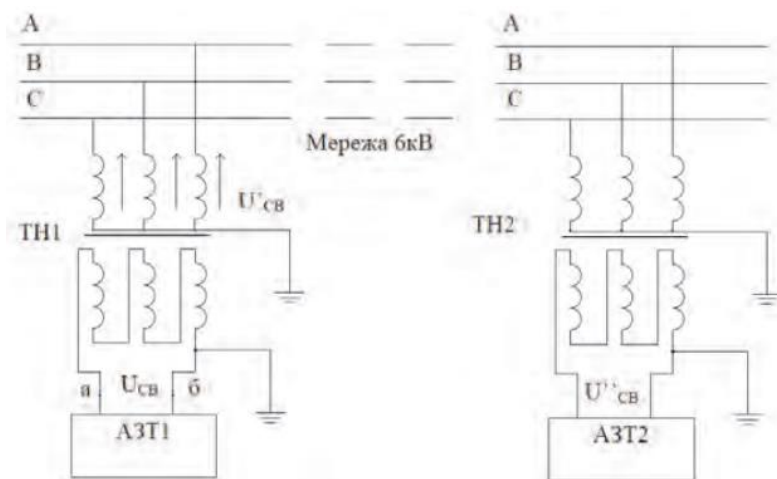


Рисунок 2.12 – Схема для передачі різних сигналів за допомогою струмів з нульовою послідовністю

Всі наведені схеми можна доволі добре застосовувати в системах передачі даних та різноманітних сигналів на електрообладнання споживачів.

Висновки до розділу

Застосування різноманітних систем обліку електричної енергії має значний вплив на розвиток галузі в цілому. Основною проблемою галузі є реалізація передачі даних для забезпечення вчасного та якісного обліку електроенергії. При цьому використовуються різноманітні засоби та способи реалізації даного процесу, а отже в них виникають певні негативні процеси та значні спотворення інформації.

Для їх усунення та забезпечення якісного виконання обліку електроенергії використовуються системи АСКОВЕ, що дозволяють проводити автоматизацію процесу без використання праці людини, а отже зберегти життя в умовах війни.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ

3.1 Особливості застосування інтелектуальних лічильників в умовах міста Суми

Нами пропонується провести порівняльний аналіз використання інтелектуального лічильника. Для початку необхідно провести аналіз особливостей зчитування інформації з лічильника. Спочатку процесор лічильника зчитує дані мережі та збирає основні дані. Далі ці дані надсилаються до іншого процесору, який проводить порівняння даних наведених в пам'яті. Загальна тривалість реалізації обробки відбувається доволі швидко і проводиться кожні п'ять секунд.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд інтелектуального лічильника для проведення дослідження

Отримані дані з лічильника надсилаються на комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням для проведення подальшого аналізу даних. Далі надані дані використовуються в обробці спеціального програмного забезпечення для реалізації необхідних сигналів та подальшого керування. Програмне забезпечення виконує роль перекладача інформації на програмну мову для реалізації системи керування.

Інтелектуальний лічильник дає можливість отримувати всі дані в режимі реального часу. Так нами отримано графік коливань напруги в реальному часі з інтелектуального лічильника (рисунок 3.2).

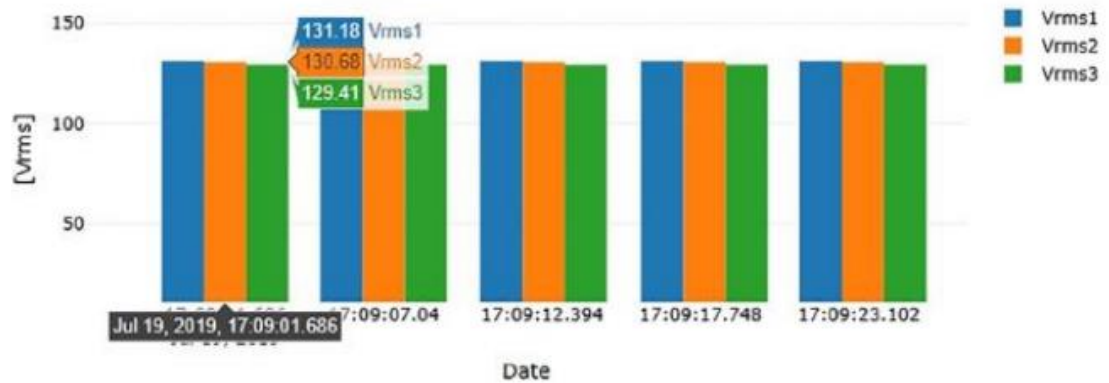


Рисунок 3.2 – Графік рівній напруги отриманих від інтелектуального лічильника, що отримано в режимі реального часу

Для реалізації можливості заміни комерційного лічильника на смарт лічильник нами запропоновано виконати порівняння основних отриманих параметрів. Для реалізації такого підходу пропонується застосувати лічильник інтелектуальний. Для виконання порівняння застосовуємо прилад Fluke-435, для реалізації можливості отримання точних даних з електричної мережі. Результати порівняльного аналізу наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняння значень отриманих показників з еталонним лічильником

Прилади для вимірювання	Напруга на фазі за різними замірами, В			Струм на фазі за різними замірами, А		
	1 замір	2 замір	3 замір	1 замір	2 замір	3 замір
Еталонний прилад для вимірювання Fluke-435	130,89	130,34	130,12	8,39	8,08	8,19
Інтелектуальний лічильник	129,95	129,26	129,61	8,77	8,45	8,76
Різниця в вимірюванні	0,94	1,08	0,51	0,38	0,37	0,57

Отже, як бачимо з таблиці 3.1 при порівнянні отриманих даних використання інтелектуального лічильника та еталонного приладу бачимо, що похибки в вимірюваннях є незначними. А отже в результаті дані прилади можуть бути реалізовані в системі обліку електричної енергії у споживачів.

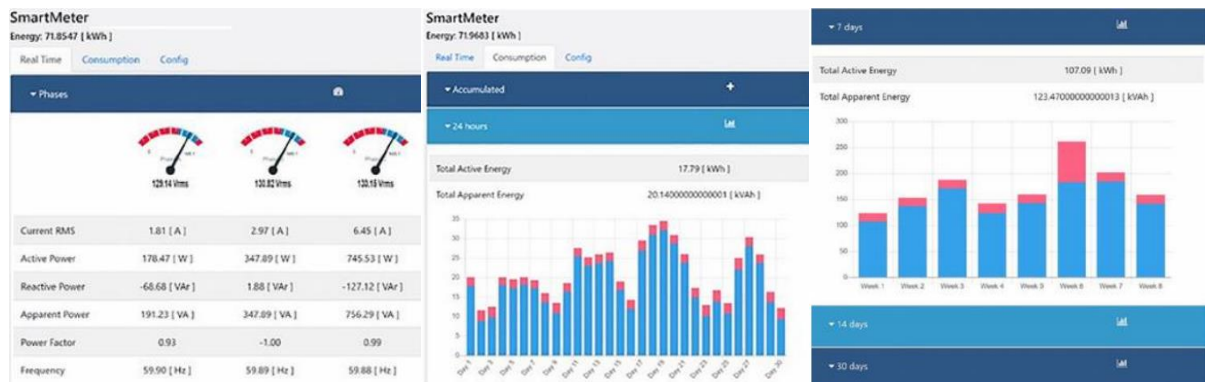
При чому проводилось по три заміри в різні періоди часу для отримання автентичності даних. Отримані дані по напрузі і по струму є доволі гарними в плані виконання якісного обліку електричної енергії.

Необхідно зазначити, що даний лічильник дає можливість проводити збір інформації на комп'ютер з подальшим аналізом.

3.2 Аналіз даних по споживанню електричної енергії в режимі реального часу

На персональний комп'ютер встановлюється супроводжуюче програмне забезпечення для виконання зв'язку з лічильником та можливості реалізації даних. Дані з лічильника аналізувались за декілька періодів використання інтелектуального лічильника. Проводився аналіз в режимі реального часу, за 30 та 60 денний період.

Необхідно зазначити, що даний лічильник має декілька вхідних каналів, що дозволяє отримувати аналіз та порівняння даних споживання електричної енергії з різних ліній електропередачі, що відходять до різних районів міста Суми. Подібний лічильник також надав можливість аналізу загального споживання електричної енергії протягом певного періоду часу для всіх районів м. Суми. Всі основні дані наведені на рисунках нижче.



а

б

в

а – замір параметрів в режимі реального часу;

б – історія споживання електроенергії за 30 днів;

в – історія споживання електроенергії за 60 днів

Рисунок 3.3 – Параметри вимірювання, отримані за різні періоди часу

з інтелектуального лічильника

Як видно з рисунку 3.3 запропонований нами лічильник дає можливість отримання інформації по історії споживання електричної енергії. При цьому є можливість поглянути на конкретні параметри споживання електричної енергії по кожному періоду та конкретному графіку.

Також нами проведено аналіз різноманітних графіків споживання для різних ліній живлення районів міста Суми (рисунок 3.4).

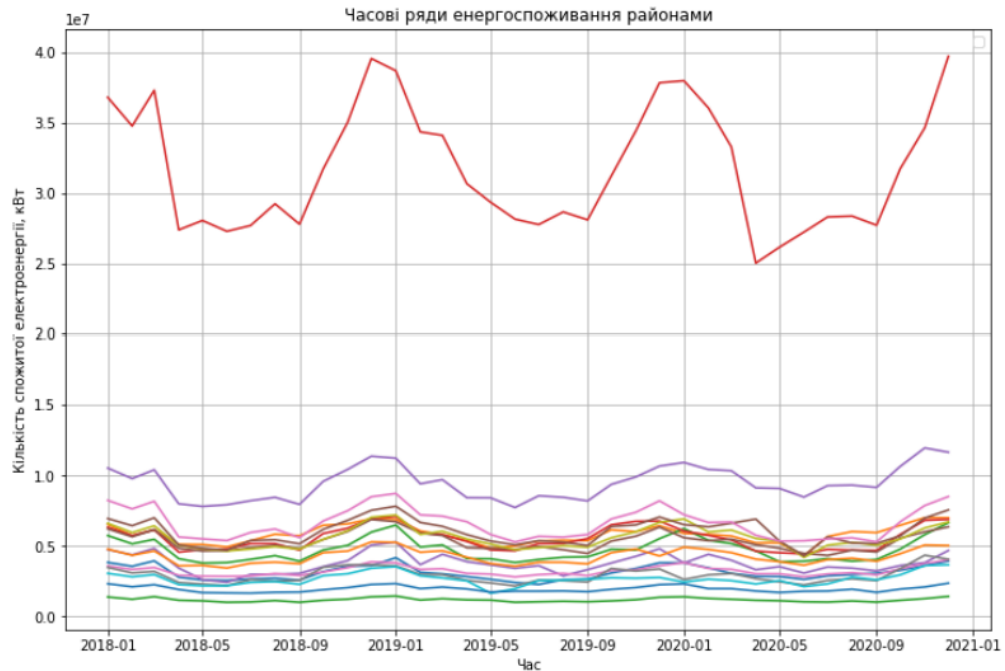


Рисунок 3.4 – Графіки споживання на рівні районів міста відповідно до відхідних ліній електропостачання

Необхідно зазначити, що програмне забезпечення лічильника дає можливість отримати графік загального споживання електричної енергії міста Суми по всім лініям живлення районів в загальному вигляді.

Періоди для проведення аналізу можливо обирати виходячи з необхідного аналізу. При цьому в пам'яті лічильника більш старі показання замінюються новими, але зберігається період доволі значний. Більшість отриманих даних споживання передаються на комп'ютер і зберігаються в доволі великій базі. Данні зібраної бази споживання електричної енергії можливо проглядати в табличному режимі. Доступ до даних можна отримати з використанням програми Excel.

Загальний графік споживання містом наведено на рисунку 3.5.

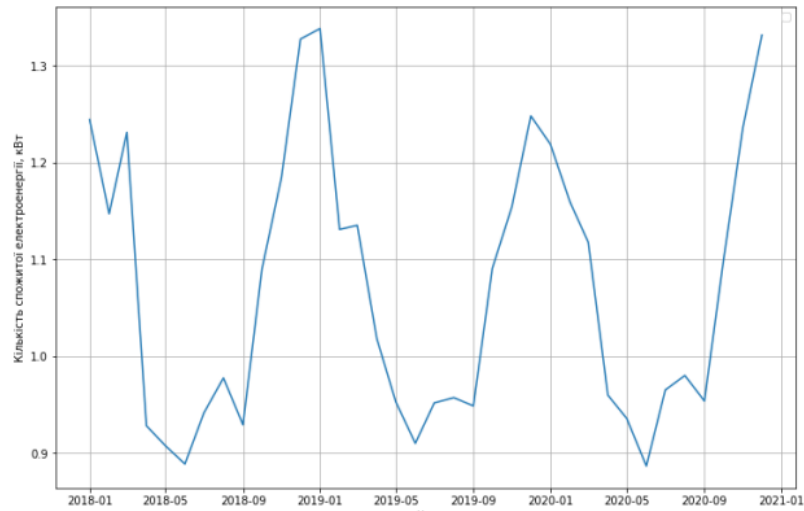


Рисунок 3.5 – Графік споживання електричної енергії на рівні міста

Наведені графіки дають можливість виконання повного аналізу на всіх рівнях споживання електричної енергії. А отже використання запропонованої технології обліку дає можливість позитивного результату в загальній системі електропостачання.

Висновки до розділу

Відповідно до проведеного аналізу застосування інтелектуального лічильника для м. Суми є можливість провести доволі значні результати по споживанню електричної енергії. при чому є можливість застосовувати подібні лічильники на різноманітних енергетичних підприємствах для виконання контролю за споживання електричної енергії.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Необхідною умовою застосування заходів з охорони праці є необхідність чіткого дотримання законодавчих актів, інструкцій та різного роду нормативних документів. Виконання всіх вимог дає можливість значного зменшення травмонебезпечних ситуацій. В енергетиці більшість травмонебезпечних ситуацій можуть призвести до летальних наслідків, а отже чітке дотримання всіх норм та інструкцій є обов'язковою умовою.

Необхідно зазначити, що в галузі енергетики на сьогодні створено інструкції для виконання всіх основних операцій. Всі ці інструкції в основному «написані кров'ю», і відпрацьовані з використанням уникнення всіх можливих нестандартних ситуацій. За умови чіткого виконання послідовності виникнення небезпечних ситуацій зводиться до нуля.

Використання лічильників на початковому етапі потребують встановлення їх на межі між споживачем та постачальною компанією. Всі монтажні роботи по встановленню лічильників проводяться лише енергопостачальною компанією. Необхідно зазначити, що встановлення лічильників проводиться електромонтажною бригадою з 3 чоловік. Обов'язковою умовою проведення монтажних робіт по встановленню лічильників є застосування завчасно наведених схем для виконання монтажу.

Всі операції по підключенню проводяться також у відповідності до інструкцій залежно від конкретного типу лічильника чи навіть споживача.

Для встановлення лічильників в побутових споживачів з напругою мережі 220 В можливо виконувати монтаж під напругою, але за умови чіткого дотримання всіх норм.

Необхідною умовою при встановленні приладів обліку на різноманітних підстанціях необхідною умовою є відключення електропостачання. В більшості підстанцій передбачені місця для встановлення приладів обліку, а встановлення в інших місцях заборонено.

За умови використання вимірювальних трансформаторів струму необхідно проводити всі роботи без використання електричної енергії.

Основною особливістю подальшої роботи з приладами обліку електричної енергії є проведення оглядів їх технічного стану та знаття контрольних показників споживання електричної енергії.

Пропозиції по заміні існуючих лічильників на нові інтелектуальні лічильники дає можливість реалізувати дані операції без участі працівника, який контактуватиме з струмом.

Оскільки інтелектуальні лічильники здатні виконувати операції по визначенню споживання електричної енергії передають на диспетчерський пункт то відпадає автоматично операція по контролю показників. Наступним параметром, який інтелектуальний лічильник виконує самостійно це визначення його технічного стану з подальшою передачею на пульт диспетчера.

Використання даних по поламкам та напрацюванню дає можливість не використовувати електромонтера для забезпечення безпосередньої перевірки стану лічильника, а отже зменшується контакт людини з небезпечним струмом.

Автоматизація обліку на підстанціях та станціях забезпечує менший контакт працівників з електрообладнанням. Оскільки на електростанціях встановлюється доволі велика кількість лічильників, з яких необхідно знімати показники розміщуються в безпосередній близькості з електричним та генеруючим обладнанням, то можливі виникнення травмонебезпечних ситуацій. Автоматизовані лічильники передають показники на пульт диспетчера, а отже усувається необхідність знаходження в виробничих приміщеннях людини.

Висновки до розділу

Основною проблемою охорони праці є дотримання чітко наведених інструкцій. За умови зменшення контакту працівників з електричним струмом виникає можливість зменшення кількості травмонебезпечних ситуацій. Запропоновані в роботі інтелектуальні лічильники дають можливість це виконати, а отже зменшити кількість травмонебезпечних ситуацій.

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Необхідною умовою реалізації програми по застосуванню інтелектуальних лічильників є заміна застарілих лічильників на нові. Для виконання даної операції необхідно забезпечити бригаду необхідними засобами та матеріалами. Перелік таких матеріалів наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Специфікація матеріалів та обладнання

№ з/п	Назва обладнання	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
1	Крюки	1 шт.	128,4	128,4
2	Анкерний затискач	2 шт.	153,0	306
3	Бандажна стрічка	2 шт.	160,0	320
4	Герметичний зажим	4 шт.	159,0	636
5	Бугель	4 шт.	1152,5	4610
6	Метал для виконання заземлення	1 кг	1100,0	1100
7	Інтелектуальний лічильник	1 шт.	3380,0	3380
8	Щит металевий герметичний	1 шт.	606,0	606
9	Автомат	2 шт.	306,0	612
10	Провід	5 м	40 грн/м	200
ВСЬОГО				9898,4

На заробітну плату робітникам виділяється 40 % від загальної суми матеріальних цінностей:

$$C_p = C_m \cdot 0,4 \quad (5.1)$$

де C_m – вартість матеріалів, грн.

$$C_p = 9898,4 \cdot 0,4 = 3959,4 \text{ грн}$$

Виходячи з цього загальна вартість виконання роботи по установці інтелектуального лічильника становить:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{м}} + C_{\text{р}} \quad (5.2)$$

$$C_{\text{заг}} = 9898,4 + 3959,4 = 13857,8 \text{ грн}$$

Знаючи необхідну кількість коштів для монтажу одного лічильника виникає можливість провести розрахунок термінів окупності затрат коштів.

Сума втрат електричної енергії становить:

$$\Delta C = \Delta W_{\text{нсо}} \cdot C \quad (5.3)$$

де C – вартість електричної енергії для побутового споживача, грн.

$\Delta W_{\text{нсо}}$ – кількість втрат електричної енергії в середньому за рік одним споживачем, кВт·год.

Отже визначимо для двох варіантів вартості, оскільки в місті Суми існують споживачі даних груп:

$$\Delta C = 426 \text{ грн}$$

Отже бачимо, що на замірі одного лічильника є можливість зекономити від 426 грн. Що є доволі суттєвим показником для електропостачальної компанії.

Висновок до розділу

Заміна лічильників має доволі суттєве значення в економії електричної енергії. Хоча економія є не суттєвою, але при цьому для великої кількості споживачів міста, то сума значно збільшується та є суттєвою.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Проведений аналіз показує доволі велику кількість різноманітних приладів обліку електроенергії. Всі вони призначені для кожної конкретного місця встановлення та особливостей обліку. Оскільки місто Суми має певного роду різноманітність промисловості, житлово-комунальних умов та енергетики то необхідно враховувати використання максимально всіх можливих варіантів обліку. Але все ж таки найбільша кількість приладів обліку використовується фактично для здійснення комерційного обліку побутових споживачів.

Виходячи з встановленої проблематики потрібно враховувати особливості контролю за даними пристроями та їх показниками. Додатково потрібно враховувати особливості безпекової ситуації в регіоні. При цьому найбільш ефективним та дієвим рішенням може бути використання автоматичних систем обліку електроенергії. Це дозволить вирішити велику кількість поставлених проблем.

Застосування різноманітних систем обліку електричної енергії має значний вплив на розвиток галузі в цілому. Основною проблемою галузі є реалізація передачі даних для забезпечення вчасного та якісного обліку електроенергії. При цьому використовуються різноманітні засоби та способи реалізації даного процесу, а отже в них виникають певні негативні процеси та значні спотворення інформації.

Для їх усунення та забезпечення якісного виконання обліку електроенергії використовуються системи АСКОЕ, що дозволяють проводити автоматизацію процесу без використання праці людини, а отже зберегти життя в умовах війни.

Відповідно до проведеного аналізу застосування інтелектуального лічильника для м. Суми є можливість провести доволі значні результати по споживанню електричної енергії. при чому є можливість застосовувати подібні лічильники на різноманітних енергетичних підприємствах для виконання контролю за споживання електричної енергії.

Заміна лічильників має доволі суттєве значення в економії електричної енергії. Хоча економія є не суттєвою, але при цьому для великої кількості споживачів міста, то сума значно збільшується та є суттєвою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Differential method for measuring the maximum achievable transmission coefficient of active microwave quadripole / [A. A. Semenov, O. M. Voznyak, A. A. Vydmysh та ін.]. // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – С. 1–9.
2. Возняк О. М. Дослідження графоаналітичного методу визначення стандартних W- параметрів чотириполюсника / О. М. Возняк, А. А. Видмиш, А. А. Штуць. // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2019. – С. 67–78
3. Стаднік М. І. Дослідження пуску стрічкових конвеєрів / М. І. Стаднік, А. А. Видмиш. // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2018. – С. 98–104.
4. Рубаненко О. О. Аналіз роботи ВДЕ в розподільних мережах та шляхи компенсації їх нестабільності / О. О. Рубаненко, В. П. Янович, А. А. Видмиш. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2019. – С. 263–268.
5. Шевченко А. В. Геометричне моделювання в задачі трасування лінійних інженерних споруд / А. В. Шевченко, А. А. Видмиш, А. А. Штуць. // Вісник ХНУ. – 2020. – С. 20–28
6. Денисюк С. П. Технологічні орієнтири реалізації концепції Smart Grid в електроенергетичних системах/С.П/ Денисюк//Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2014. – № 1. – С. 7–20. www.oe.energy.gov/SmartGrid.htm
7. Видмиш А. А. Наближений метод визначення освітленості під час виконання енергетичного аудиту зовнішнього освітлення / А. А. Видмиш, О. В. Бабенко, А. А. Штуць. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2018. – С. 241–246.
8. Денисюк С. П. Аналіз проблем впровадження віртуальних електростанцій/С. П. Денисюк, Д. С. Горенко.//Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2016. – №2. – С. 25–33.

9. Building the firmware - NodeMCU Documentation. URL: <https://nodemcu.readthedocs.io/en/dev/en/build/> (дата звернення 10.10.2021 р.).
10. Диспетчерська інформація УкрЕнерго. URL: <https://ua.energy/diyalnist/dyspetcherska-informatsiya/dobovyj-grafik-vyrobnytstva-spozhyvannya-e-e/> (дата звернення 14.06.2021 р.)
11. Луцків А.М., Волощук А.В., Мельник Ю.Р. Принципи організації розумних електричних мереж. Матеріали Х міжнародної науково - технічної конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (24-25 листопада 2021 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 104.
12. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. 384 с.
13. Bazyuk T., Blinov I., Butkevich O., Denysiuk S. et al. Intelligent Power Networks: Elements and Modes / By ed. acad. NAS of Ukraine O. Kyrylenko. – K.: IED of NAS of Ukraine, 2016. – 400 p.
14. Denysiuk S. Energy transition – requirements for quality changes in energy sector development // Power engineering: economics, technique, ecology. – 2019. – № 1. – p. 7–28.
15. Denysiuk S., Sokolovskyi P. Analysis of the variable generation function on the step of transition to intellectual networks Smart Grid // Electrification of transport. – 2018. – № 15. – p. 31–42.
16. Denysiuk S., Tarhonskyi V., Artemiev M. Local electrical energy systems with active consumer: methods of construction and algorithm of their functioning // Power engineering: economics, technique, ecology. – 2018. – № 3. – p. 7–22.
17. Oliynyk D. International experience in financing sustainable community development (for example, network infrastructure development): an analyst. report / Oliynyk D. – K.: NISD, 2017. – 48 p.
18. SE ADMS is a Schneider Electric solution for managing distribution networks. System Technical Description (Obzor-reshenia-ADMS-ot-shneider-electric-final DMS).

19. Siemens Energy Sector. Energy Reference // Edition 7.0 Electricity Management 7.2 Products and Solutions in the Field of Electricity Management (<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:ab5c1a35b3afe58903c604058a2aacb9cce464e6/version:1519821054/peg-part07-ru.pdf>)

20. Flexibility and integration of renewable energy sources [Electronic resource] .- Mode of access to the resource: <https://biz.censor.net.ua/columns/3131737/gnuchksta-integratsiya-vidnovlyuvanih-dzherel-energ>

21. [Electronic resource] .- Mode of access to the resource: https://docs.oracle.com/cd/E76909_03/PDF/NMS_V2_3_0_2_Configuration_Guide.pdf

22. Transmission & Distribution World – New Article by Chuck Newton. Grid Modernization from an Energy Policy Perspective in 2019 [Electronic resource] .- Mode of access to the resource: <https://newton-evans.com>

23. Flexibility and integration of renewable energy sources [Electronic resource] .- Mode of access to the resource: <https://lawmsb.com.ua/hnuchkist-ta-intehratsiia-vidnovliuvanykh-dzherel-enerhii/>

24. Denysiuk S.P. Energy transition – requirements for qualitative changes in energy development. Energy: economy, technologies, ecology. 2019. No. 1. P.7–28.

25. Key Facts about the Energy Transition in Germany. Berlin Energy Transition Dialogue 2019. Berlin, Germany. Energiewende. New Horizons. 12 p

26. Blinov I.V. Problems of functioning and development of the electric energy market of Ukraine. (based on the materials of the scientific report at the meeting of the Presidium of the National Academy of Sciences of Ukraine on February 3, 2021). Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine. 2021. No. 3. P. 20-28. DOI: <https://doi.org/10.15407/publishing2019.54.005>.