

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Тарасенко М. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« 13 » листопада 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Рудянину Віталію Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизованого обліку електроенергії для побутових споживачів РЕМ

Керівник роботи Бабюк Сергій Миколайович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 10 » листопада 2023 року № 4/7-1040

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Діюча система збору показів приладів обліку та системи обліку електроенергії побутових споживачів, перелік компонентів системи та модулів для створення системи АСКОЕ, політика мережевої організації при впровадженні системи АСКОЕ.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітичний розділ

2. Розрахунково-дослідницький розділ

3. Проектно-конструкторський розділ

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Гурик О. Я., к.т.н., доцент		
	Клепчик В.М., старший викладач		

7. Дата видачі завдання 13 листопада 2023 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.11.2023	
2	Аналітичний розділ	25.11.2023	
3	Розрахунково-дослідницький розділ	20.11.2023	
4	Проектно-конструкторський розділ	15.12.2023	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.12.2023	
6	Висновки	15.12.2023	
7	Оформлення пояснювальної записки	20.12.2023	
8	Оформлення графічної частини	20.12.2023	

Студент

_____ (підпис)

Рудянин В. О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Бабюк С. М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Рудянин Віталій Олегович – Розробка системи автоматизованого обліку електроенергії для побутових споживачів РЕМ.

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Стор.– 67; рис. - 13; табл. - 1; слайдів - 17; джерел - 22; додатків - 2.

В даній кваліфікаційній роботі проведено аналіз існуючої системи збору даних показів індивідуальних приладів обліку споживачів електричної енергії. Здійснено розробку автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії для побутових споживачів РЕМ

У КРМ представлено опис системи автоматизованого контролю та обліку електроенергії, види технічних засобів та пристроїв, що входять до системи.

Розглянуто технічні вимоги енергопостачальних організацій до системи та компонентів АСКОЕ, наведено рекомендації щодо монтажу основних компонентів та їх налаштування.

Встановлення АСКОЕ допоможе вирішити низку вищевикладених проблем, значно спростити роботу зі споживачами та підвищити точність розрахунків за електроенергію.

Розглянуто організаційно-технічні складові електроспоживання та описано переваги від запровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії.

Ключові слова: АСКОЕ, ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, ЛІЧИЛЬНИК, ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Аналіз діючої системи обліку електричної енергії побутових споживачів	9
1.2 АСКОЕ та їх застосування у розподільчих мережах	11
1.3 Вплив АСКОЕ на зниження втрат електроенергії	13
1.4 Вимоги енергопостачальних організацій до автоматизованої системи обліку електроенергії	14
1.5 Вимоги до системи обліку електроенергії з віддаленим збором даних	16
1.6 Висновки до розділу 1	17
2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	19
2.1 Інформаційно-вимірювальні системи контролю та обліку споживання електроенергії	19
2.2 Структура інформаційно-вимірювальної системи	22
2.3 Основні технічні засоби, що використовуються для створення системи АСКОЕ на базі системи НІК	24
2.3.1 Однофазні лічильники електроенергії	26
2.3.2 Трифазні лічильники електроенергії	29
2.3.3 Маршрутизатори каналів зв'язку	31
2.3.4 Концентратори зв'язку	32
2.3.5 Програмне забезпечення сервера NovaSyS	33
2.4 Висновки до розділу 2	34
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	35
3.1 Побудова інформаційно-вимірювальних систем	35
3.1.1 Побудова вимірювальної схеми із застосуванням PLC-каналів та радіоканалів	35
3.1.2 Конфігурування комплексу АСКОЕ НІК	37
3.2 Рекомендації щодо монтажу	40

	5
3.2.1 Рекомендації щодо монтажу електролічильників на опорі	40
3.2.2 Рекомендації щодо монтажу маршрутизатора каналів зв'язку	44
3.2.3 Рекомендації щодо монтажу та запуску системи NIK АСКОЕ	47
3.3 Технічне обґрунтування та розгляд політики мережевої організації при впровадженні системи АСКОЕ	51
3.3.1 Організаційно-технічна складова споживання електроенергії	52
3.3.2 Порядок контролю над здійсненням комерційного обліку електроенергії	53
3.3.3 Метрологічне забезпечення обліку	54
3.3.4 Реалізація технічної політики обліку в електропостачальній організації	56
3.4 Висновки до розділу 3	56
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	58
4.1 Організаційно-технічні заходи захисту	58
4.2 Виробнича санітарія	60
4.3 Основні способи захисту в надзвичайних ситуаціях	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	64

ВСТУП

Актуальність проблеми. Останнім часом внаслідок зростання тарифів на енергоресурси кардинальні зміни зазнала організація обліку електроенергії в енергомережевому комплексі. Гостро постало питання підвищення точності щодо розрахунку за споживані ресурси. Одним із основних напрямків удосконалення системи розрахунку за споживану потужність є застосування високоточних приладів обліку, а також своєчасне зняття показань [1].

Ринок електричної енергії влаштований на використанні автоматизації приладів, вузлів обліку, з метою максимального зменшення людського чинника на момент реєстрації, збору даних. Необхідне забезпечення швидкого і точного розрахунку за споживані ресурси, адаптованого до всіляких тарифних систем обліку електроенергії [1].

Важливе значення в умовах конкурентного енергопостачання ресурсами мають системи збору даних та вимірювальні системи. Виробництво, передача, розподіл електричної енергії більше не здійснюється в рамках однієї структури ринку. У зв'язку з цим утворилася необхідність стандартизації, виникла потреба в стандартизованих правилах транспорту та збору інформаційних даних [1].

Знову поставлені завдання (наприклад, необхідність балансування навантаження) та зростання обсягів інформаційного потоку призвели до виникнення в компаніях електромережевого комплексу своїх власних інформаційних підрозділів: серверів для зберігання даних, а також систем автоматизованого збору показів даних із приладів обліку електроенергії. Прогноз профілів споживання, балансові навантаження, політика тарифів – усі ці складові залежать від правильного функціонування систем управління даними, визначають рівень задоволеності споживача, і навіть ефективність роботи організацій електромережевого комплексу [1].

Загальна тенденція розвитку та зростання ефективності обміну інформацією призводить до виникнення на ринку більшої кількості електромережових організацій. Конкуренція на ринку призводить до лідерства

компаній, які мають більший вибір послуг, забезпечити який без застосування автоматизованих систем обліку та контролю не завжди є можливим.

У великій кількості країн із розвинутою ринковою економікою все вище розглянуті проблеми та недоліки електромережевого комплексу та мережевих компаній вирішуються за допомогою впровадження системи АСКОЕ. Останнім часом ці системи набирають популярності, стають більш затребуваними та економічно доцільними у разі впровадження [2].

Актуальним завданням сучасного обліку електроенергії є планування та виконання робіт із створення (модернізації) систем обліку електроенергії, у тому числі виконання програм перспективного розвитку систем обліку електроенергії у розподільчому електромережевому комплексі на роздрібному ринку електроенергії [3].

Основними споживачами електромережевих підприємств є як індивідуальні, приватні підприємці (юридичні особи), виробництво, промисловість і побутове населення (фізичні особи). На даний момент часу гостро постала проблема організації точного та своєчасного обліку електроенергії, через частіші випадки надання невірних показів з приладів обліку, зовсім не надання показів приладів обліку, а також фактів крадіжки електроенергії [4].

Вирішенням цієї проблеми може стати впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії (АСКОЕ) для споживачів електроенергії.

АСКОЕ призначена для автоматизованого обліку (вимірювання, обробка, збирання, зберігання, фіксація та документування) даних про споживання електричної енергії споживачами [5].

Мета і завдання дослідження.

Метою роботи є розробка автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) для побутових споживачів РЕМ.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- аналіз та огляд діючої системи збору показів приладів обліку та

системи обліку електроенергії побутових споживачів;

- вибір компонентів системи та модулів для створення системи АСКОЕ побутових споживачів;

- технічне обґрунтування та розгляд політики мережевої організації при впровадженні системи АСКОЕ.

Об'єктом дослідження є система електропостачання побутових споживачів.

Предмет дослідження – розробка АСКОЕ для побутових споживачів району електричних мереж.

Наукова новизна отриманих результатів.

- Дістало подальший розвиток розробка та впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії для побутових споживачів.

Практичне значення отриманих результатів. Внаслідок впровадження автоматизованих систем комерційного обліку електричної енергії з'явиться можливість звести до мінімуму, а в деяких випадках повністю виключити низку економічних втрат в електричних мережах.

Апробація.

Основні положення та результати досліджень доповідались та обговорювались на XII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 6-7 грудня 2023 р., на базі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (22 найменування).

Загальний обсяг текстової частини – 67 сторінок.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз діючої системи обліку електричної енергії побутових споживачів

Ефективна система обліку електроенергії є важливою складовою сучасного електроенергетичного сектору. Побутові споживачі грають ключову роль у споживанні електроенергії, тому аналіз системи збору показів приладів обліку та системи обліку електроенергії є актуальним завданням.

Облік електроенергії є необхідним для ефективного використання ресурсів, планування енергозабезпечення та раціонального використання енергетичних ресурсів. Для побутових споживачів це також є засобом контролю над власним енергоспоживанням та можливістю економії коштів [1].

На сьогоднішній день збір і передача даних показів приладів обліку у побутових споживачів, а також розрахунок за цими показами має велику кількість суттєвих недоліків і якщо в подальшому використовувати таку процедуру обліку, це ще більше загострить існуючі проблеми, серед яких:

- щомісячні обходи контролерами енергопостачальних організацій та збір показів з приладів обліку електричної енергії. Постає проблема доступу контролерів до місць встановлення приладів обліку, також виникає інша проблема – велика кількість працівників енергопостачальної компанії для цього потрібно;
- при великій кількості обходів за один день, виникає ймовірність неправильного зняття чи запису показів вимірювальних пристроїв;
- через нестачу коштів в енергопостачальних компаній виникає проблема у оплаті праці працівникам, які знімають покази приладів обліку електричної енергії.

На сьогоднішній день в побуті використовуються різні типи лічильників. Найбільш поширеними є електромеханічні, електронні та цифрові лічильники. Електромеханічні лічильники мають низьку точність та можуть відставати від

реального показу споживаної електроенергії, особливо за умов високих навантажень. Електронні та цифрові лічильники є більш точними та надійними, а також мають можливість передачі даних про споживання електроенергії на центральний комп'ютер для подальшого аналізу [6].

Однак, на жаль, не всі системи збору показів приладів обліку та системи обліку електроенергії побутових споживачів є достатньо точними та надійними. Це може бути пов'язано з різноманітними причинами, такими як неякісний монтаж, недбале ставлення до експлуатації та технічне становище лічильників, відсутність моніторингу за станом лічильників та систем обліку електроенергії тощо.

Електронні лічильники є однією з передових технологій в системі обліку. Вони забезпечують високу точність та автоматизовану передачу показів. Проте, їхнє впровадження може вимагати значних витрат.

Аналіз діючої системи збору показів приладів обліку та системи обліку електроенергії для побутових споживачів вказує на необхідність подальшого вдосконалення та удосконалення існуючих практик. З урахуванням перспективних технологій та збільшення свідомості споживачів можна досягти більш ефективного та сталого використання електроенергії в побуті.

Основними труднощами у процесі формування обсягів реалізації електроенергії на адресу споживачів на даний момент є:

- несвоєчасна передача споживачами відомостей про витрату електроенергії, як наслідок – застосування розрахункових методів, несплата за спожиту електроенергію, пені, суперечки та судові позови зі споживачами;
- некоректна передача відомостей споживачем (приклад – неправильно вказано значущість приладу обліку – знову застосування розрахункових методів);
- спотворення споживачем відомостей про фактичну витрату. Даний факт виявляється лише в результаті фактичних перевірок мережевою організацією, які найчастіше проводяться один раз на три роки;
- помилкова передача відомостей щодо нерозрахункових приладів

обліку, та знову застосування розрахункових методів та спори зі споживачами. Всі вищезгадані дії призводять до збільшення трудомісткості обробки даних про фактичну витрату електроенергії від споживачів, до додаткових витрат енергопостачальних компаній.

Облік електричної енергії, яка поступає від генеруючих підприємств до енергопостачальних організацій, для подальшого продажу споживачам є досить складною задачею. Основною причиною цього, є те, що існуючі норми проектування не вимагають встановлення приладів обліку на *ТП 10/0,4 кВ* з на стороні низької напруги, та на ввідних пристроях *0,4 кВ* в багатоквартирні будинки лічильники електричної енергії не встановлювалися.

На сьогодні, для того щоб порахувати кількість відпущеної електричної енергії на постачання побутовим споживачам, потрібно додати покази усіх приладів обліку, які встановлено будинках приватного сектору , або в багатоквартирному будинку, а також технічні втрати електричної енергії в мережі *0,4 кВ* .

Оскільки за існуючої на сьогоднішній день системи збору інформації з приладів обліку, списування показів контролерами, або самостійна подача показів споживачами, призводить до неправильної, або несвоєчасної подачі показів, відповідно споживачам виставляються неправильні рахунки за спожиту електричну енергію.

За такої системи обліку визначити реальні втрати в розподільчих електричних мережах практично неможливо. Вирішити дану проблему можливо запровадивши АСКОЕ (автоматизовану система кмерційного обліку електроенергії).

1.2 АСКОЕ та їх застосування у розподільчих мережах

Принцип роботи АСКОЕ полягає в тому, щоб своєчасно збирати дані щодо всіх споживачів за напругою та потужністю.

Перший етап застосування полягає у визначенні виду зв'язку та моделі

лічильника. До систем АСКОЕ вибрати лічильник не складно:

- Лічильник повинен мати вбудований модем або цифровий інтерфейс для підключення зовнішнього модему;
- Лічильник повинен забезпечувати погодинний облік електроенергії;
- Лічильник має фіксувати параметри споживання;
- Лічильник повинен зберігати у пам'яті події щодо порушення якості електроенергії.

Автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) є ключовим елементом сучасних розподільчих мереж, спрямованим на точний облік та управління споживаною електроенергією. Розглядаємо застосування АСКОЕ у розподільчих мережах, його переваги та виклики.

АСКОЕ використовує сучасні технології для забезпечення високої точності вимірювань, що є важливим для комерційного обліку та уникнення втрат.

Система автоматично збирає, обробляє та передає дані, що робить процес обліку ефективнішим та менш витратним у порівнянні із стандартними системами.

АСКОЕ забезпечує надійний комерційний облік, дозволяючи точно визначати споживану електроенергію та застосовувати різноманітні тарифи для різних категорій споживачів.

Система виявляє втрати енергії у розподільчих мережах, що дозволяє оперативно вживати заходів для їхнього зменшення та оптимізації мережі.

АСКОЕ дозволяє прогнозувати та управляти навантаженням у розподільчих мережах, підвищуючи їхню ефективність та надійність.

За допомогою системи АСКОЕ можна ідентифікувати точки втрат енергії та вживати заходів для їхнього усунення, забезпечуючи енергоефективність.

За використання сучасних технологій важливо забезпечити високий рівень кібербезпеки для захисту важливих даних.

Впровадження та обслуговування АСКОЕ може вимагати значних витрат, особливо для невеликих дистриб'юторів електроенергії.

Автоматизована система комерційного обліку електроенергії в розподільчих мережах є ефективним інструментом для точного вимірювання та управління електроенергією. Незважаючи на виклики, вона вносить значний внесок у підвищення ефективності та надійності електроенергетичних систем.

1.3 Вплив АСКОЕ на зниження втрат електроенергії

Важливим показником технічного стану електричних мереж та рівня їх експлуатації є величина втрат електроенергії та тенденції її зміни [7].

Загальні втрати електроенергії вважатимуться задовільними, за її передачі і розподілу у електричних мережах, якщо вони не перевищують 4-5 %. В Україні їх показник дорівнює 11-13% [7].

Фактори високого рівня втрат електроенергії у розподільчих мережах енергосистем:

1. технічні параметри елементів мережі;
2. неоптимальні режими роботи;
3. нестача регулюючих засобів;
4. відсутність чи незадовільна компенсація реактивної потужності;
5. висока нерівномірність графіків електричних навантажень;
6. неефективність систем обліку електроенергії;
7. збільшення встановленої потужності нелінійних та несиметричних навантажень.

Фактичні небаланси електроенергії у розподільчих мережах енергосистем часто перевищують допустимі значення, іноді значно. Їхня динаміка по підстанціях, і по мережах характеризує випадковість і прагнення до збільшення. У зв'язку з цим апаратура реалізації обліку електроенергії веде до невизначеності вихідної інформації, що використовується при розрахунку, аналізі втрат електроенергії. [5]

Фактичні втрати мають чотири складові:

- технічні втрати електроенергії, обумовлені фізичними процесами, що відбуваються при передачі її електричними мережами і виражаються в перетворенні її частини в тепло в елементах мереж;
- витрати електроенергії на власні потреби підстанції, необхідні для забезпечення роботи технологічного обладнання підстанцій та життєдіяльності обслуговуючого персоналу;
- втрати електроенергії, зумовлені інструментальними похибками її вимірювання;
- комерційні втрати, зумовлені розкраданнями електроенергії, невідповідністю її оплати побутовими споживачами свідченням лічильників, затримкою платежів, неоплатою рахунків та іншими причинами у сфері контролю споживання енергії. Їхнє значення визначають як різницю між фактичними та технологічними втратами.

Комерційні втрати поділяються на чотири групи:

1. втрати через похибки системи обліку електроенергії;
2. втрати при виставленні рахунків;
3. втрати через розкрадання електроенергії;
4. втрати по затримці оплати.

1.4 Вимоги енергопостачальних організацій до автоматизованої системи обліку електроенергії

Всі прилади обліку електричної енергії, засоби вимірювання повинні відповідати вимогам, які встановлюються затвердження кодексом комерційного обліку електричної енергії [8]. Мати дійсні. свідоцтва про проходження перевірки, встановлені пломби особами, з наявністю акредитації на право перевірки засобів вимірювань. Крім того, конструкція елементів повинна передбачати встановлення пломб енергопостачальною організацією.

У разі встановлення суміжним суб'єктом роздрібного ринку (за його ініціативою та за його рахунок) засобів обліку в електроустановках мережевої

організації, дані засоби обліку передаються суб'єктом мережевої організації з відшкодуванням економічно обґрунтованих витрат, понесених цією особою на проектування, придбання, встановлення та здачу в експлуатацію коштів вимірів. Подальше обслуговування та експлуатація здійснюється мережевою організацією або уповноваженою ним особою.

У разі заміни або демонтажу приладів обліку громадян-споживачів необхідно організувати віддалений збір та передачу показань з приладів обліку мережевою організацією, з використанням наступних рішень та варіантів:

Нове будівництво – організація та створення обліку на межі розділу балансової приналежності із встановленням кабелів вводу та ВРП, з можливістю створення захисту від неконтрольованого доступу до приладів обліку, та неізолюваних струмопроводів, шин електроустановки, розташованих до приладів обліку.

При оновленні діючих систем обліку – винесення приладів обліку за межі житлових об'єктів, будинків на зону балансової належності. Використовуючи виносні вузли обліку електроенергії, а також вузли обліку електроенергії, оснащені виносним екраном для відображення показань споживання.

У разі заміни вузлів обліку електроенергії всередині житлових об'єктів – використання компонента системи обліку електроенергії з можливістю доступу до лічильників з боку мережевої організації або уповноваженою особою, а також можливість віддаленого зняття показань приладів обліку електричної енергії та організації керування навантаженням споживачів.

Встановлення приладів обліку електроенергії та електропроводки до них має бути проведене відповідно до вимог ПУЕ [9].

Забороняється використання проміжних трансформаторів струму для підключення засобу вимірювання комерційного обліку.

Вторинні кола струму та напруги, призначені для обліку електричної енергії, повинні мати зустрічне маркування.

У разі перевищення вимог до приладів обліку для громадян-споживачів, встановлених нормативними правовими актами, організація не має права

вимагати від громадян-споживачів оплату встановлюваних приладів обліку у розмірі, що перевищує вартість приладів обліку, що мінімально задовольняють таким встановленим нормативними правовими актами вимоги до приладів обліку в точках приєднання енергоприймальних пристроїв громадян-споживачів до електричної мережі. Стягнення плати за встановлювані прилади обліку понад зазначений розмір допускається лише за умови згоди громадянина-споживача.

Конструкція вторинних кіл повинна мати можливість виконати нанесення пломб на клеми вторинних кіл трансформаторів струму та напруги, пломбування апаратів комутації в ланцюгах первинної та вторинної напруги ТН в режимі включення з неможливістю відключення (включаючи автоматичне) без руйнування пломб та знаків візуального контролю. Підключення приладів обліку трансформаторного включення повинне здійснюватися через особливі затискачі клем із забезпеченням безпечного закорочення кіл струму та напруги з безпечним вимкненням кіл напруги та струму у разі заміни та обслуговування приладів обліку. Випробувальні колодки повинні забезпечувати можливість їхнього опломбування для виключення доступу до вторинних вимірювальних кіл.

У схемі інформаційно-вимірювального комплексу засобів вимірювань електричної енергії має передбачатися можливість заміни приладу обліку та підключення еталонного лічильника, приладу без зупинення процесу транспортування електроенергії мережами, для яких встановлено даний інформаційно-вимірювальний комплекс.

1.5 Вимоги до системи обліку електроенергії з віддаленим збором даних

Система обліку електричної енергії з віддаленим збором та передачею показань приладів обліку повинна забезпечувати:

- виконання в точках приєднання та постачання електроенергії вимірювань погодинних, щохвилинних збільшень повної, активної та реактивної

електроенергії, що характеризують обсяги передачі та відпуску електричної енергії;

- віддалений збір із заданим періодом даних вимірювань та їх зберігання у базі даних чотири роки з періодичним резервним копіюванням на зовнішні носії інформації;

- віддалений збір показань вимірювань з усіх підконтрольних ІВК електричної енергії на єдиний або заданий момент часу, у тому числі за командою диспетчера чи оператора;

- можливість контролю повноти та розмірів обсягу зібраної інформації, вимірювань з усіх вузлів, що контролюються ІВК;

- діагностику та відстеження працездатності та функціонування технічних та програмних засобів вимірювань;

- налаштування та конфігурація параметрів, режимів виконання вимірювань та інших дій, навіть у разі роботи у віддаленому режимі;

- забезпечення ведення єдиного системного часу; відстеження правильності поточного часу з межею похибки не більше ± 5 секунд за 24 години;

- можливість автоматичного відправлення результатів вимірювань сусіднім суб'єктам роздрібного ринку електроенергії, а також суб'єктам оперативного-диспетчерського технологічного управління (при підписанні необхідних умов у співвідношеннях та договорах між товариствами);

- забезпечення вимірів показників якості електричної енергії;

- розрахунок всіх показників для даних енергоспоживання, можливість конфігурування протягом часу роботи складу та кількості параметрів, що враховуються, а також методик їх обчислень.

1.6 Висновки до розділу 1

Проведено аналіз існуючої системи збору даних показів індивідуальних приладів обліку споживачів електричної енергії. У діючій системі організації обліку електроенергії споживачі енергоресурсів самотійно надавали покази

приладів обліку, у цьому випадку були виділені недоліки діючої системи:

- неповнота даних, що надаються;
- невчасність передачі показань приладів обліку;
- недостовірність показань, що надаються;
- велика кількість споживачів ведуть розрахунок за приладами обліку

з низьким точності, невідповідним вимогам, і навіть з терміном державної перевірки приладів обліку;

- необхідність систематичних обходів точок обліку електроенергії контролерами, обслуговуючим персоналом енергопостачальної організації;
- несанкціоноване споживання електроенергії;
- самовільні підключення до електромереж, що складно виявляються.

Більшу кількість перерахованих вище проблем дозволяє вирішити впровадження автоматизованої системи контролю та обліку електроенергії. У магістерській роботі представлено опис системи автоматизованого контролю та обліку електроенергії, види технічних засобів та пристроїв, що входять до системи.

2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Інформаційно-вимірювальні системи контролю та обліку споживання електроенергії

Інформаційно-вимірювальні системи (ІВС) для контролю та обліку споживання електроенергії використовуються для вимірювання та комерційного обліку, у тому числі багатотарифного, електроенергії та потужності, автоматизованого процесу збору, зберігання, передачі, обробки та відображення даних щодо споживання електроенергії.

Область застосування ІВС – електромережні об'єкти та комплекси роздрібного та оптового ринків електричної енергії, підприємства промисловості та комунально-побутові споживачі.

ІВС контролю та обліку енергоспоживання здатні забезпечувати виконання наступних функцій для переслідування цілей комерційного обліку електроенергії:

- вимірювання та облік активної та реактивної електроенергії та потужності, у тому числі багатотарифний облік;
- збереження та збирання даних вимірювань (також збирання параметрів якості електроенергії згідно ДСТУ [10]) та інформації про діагностику з приладів обліку електроенергії з цифровим інтерфейсом зв'язку;
- обчислення, обробка та зберігання на сервері баз даних інформаційно-вимірювальної системи (БД) інформаційних даних з приладів комерційного обліку;
- можливість управління споживаним навантаженням (за допомогою передачі команд в ПЗПД);
- можливість візуального подання даних та генерації звітів за заданими формами;
- автоматичний контроль та зміна системного часу за допомогою отримання точного часу через канали зв'язку;

- можливість встановлення чинного часу в пристроях збору та передачі даних та засобів цифрової індикації;

- забезпечення захисту даних, що зберігаються у базі даних від неконтрольованого доступу сторонніх осіб;

ІВС забезпечують виконання ряду наступних функціональних можливостей для технічного обліку та контролю електроенергії:

- зняття у певні моменти часу зі та засобів цифрової індикації та збереження в базі даних миттєво знятих значень параметрів та відключень електромережі (реактивна та активна потужність, гармонійні складові частота, напруга, струм);

- зняття у певні моменти часу зі та засобів цифрової індикації та збереження в базі даних показників якості електричної енергії;

- зняття з приладів обліку з цифровим інтерфейсом та збереження у базі даних значень обсягу спожитих ресурсів (покази на кінець кварталу, на кінець доби, на кінець місяця, поточні показання, доба);

- зняття з приладів обліку з цифровим інтерфейсом та збереження у базі даних знятих значень обсягу спожитих ресурсів (покази на кінець доби, на кінець місяця, поточні показання, доба);

- зняття у певні моменти часу зі спеціальних приладів обліку з цифровим інтерфейсом, а також збереження у базі даних миттєвих значень поточної витрати енергоресурсів;

- управління реле навантаження, вбудованим у та засобів цифрової індикації, а також іншими комутаційними апаратами внаслідок подачі команд;

- контроль за положенням комутаційної апаратури, а також прийом сигналів із датчиків та пристроїв;

- передачу аварійних повідомлень про події у приладах обліку електричної енергії.

Інформаційно-вимірювальна система забезпечує можливість віддаленого доступу та управління із застосуванням автоматизованих робочих місць до бази даних сервера.

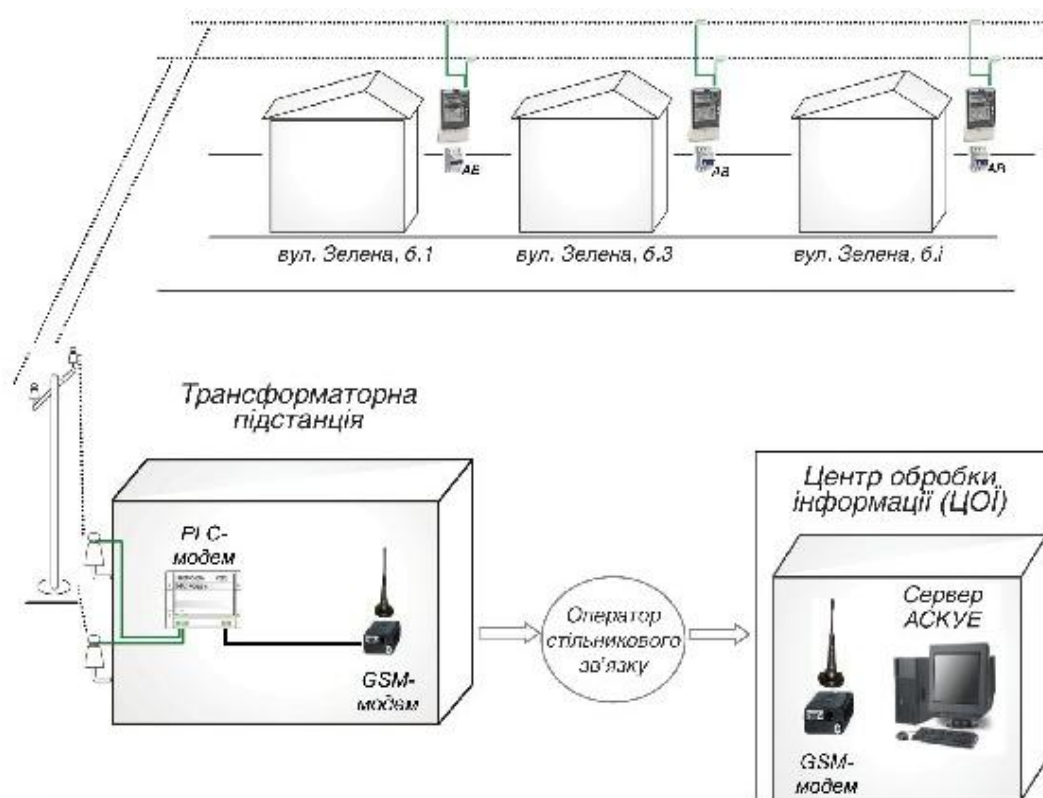


Рисунок 2.1 – АСКОЕ з передачею даних через силову мережу 0,4 кВ.

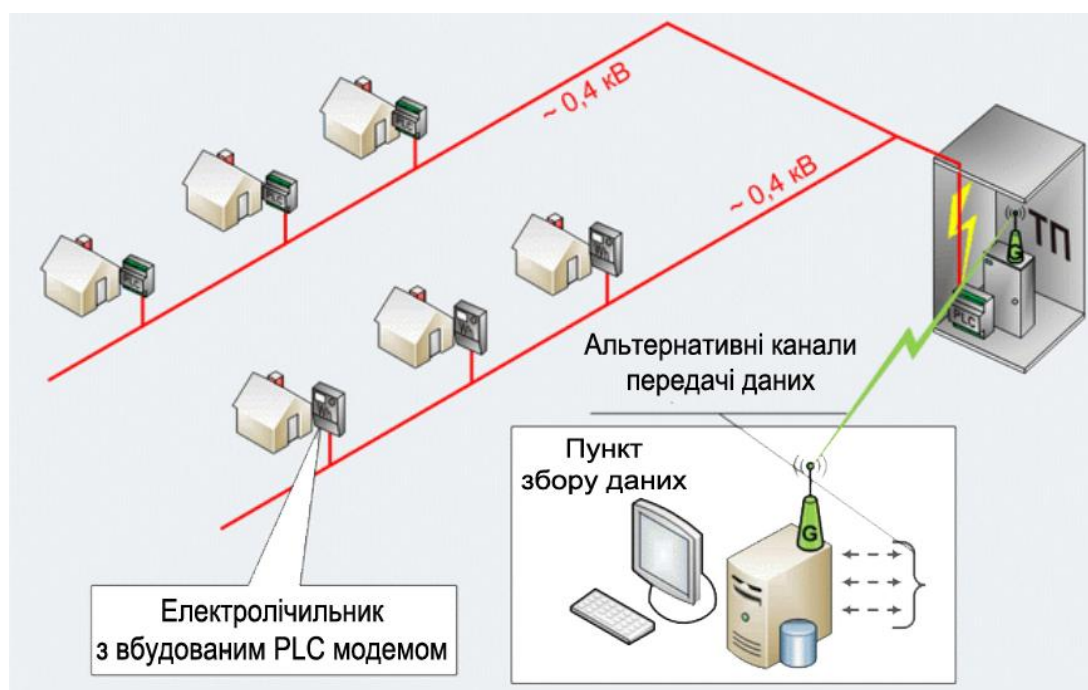


Рисунок 2.2 – АСКОЕ з передачею даних через GSM канал.

2.2 Структура інформаційно-вимірювальної системи

Інформаційно-вимірювальна система заснована на трирівневій структурі систем обліку, яка зображена на рис. 2.3.

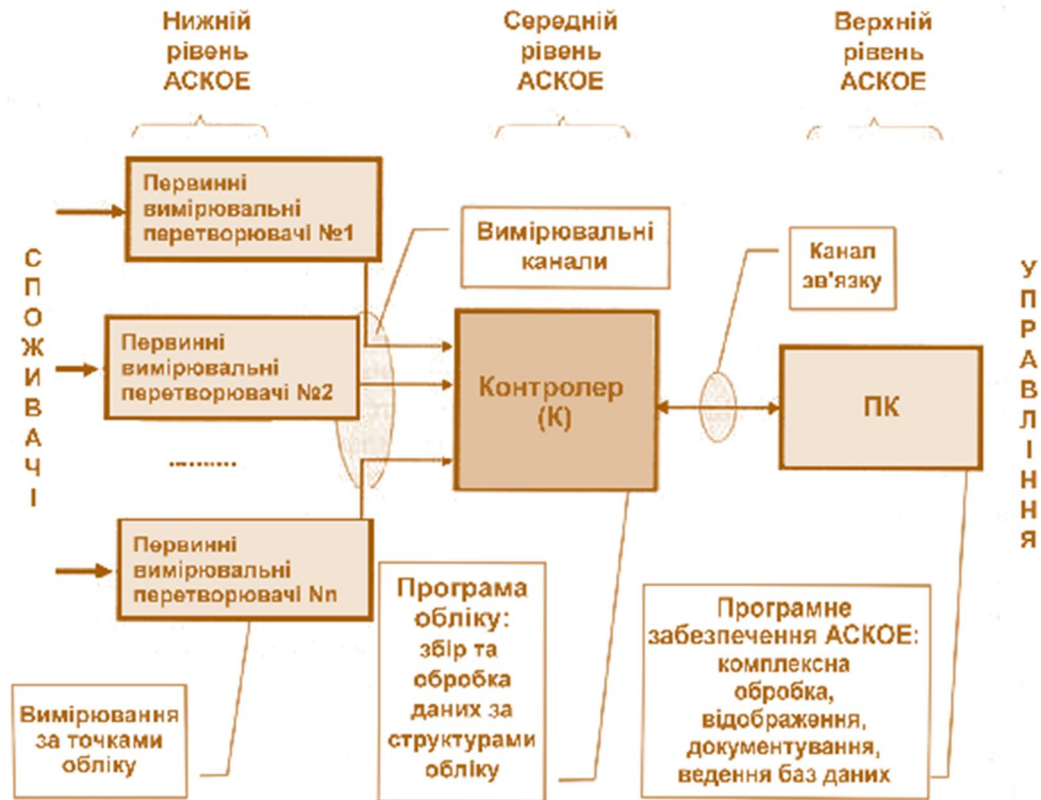


Рисунок 2.3 – Структура АСКОЕ

Початковий перший рівень – це вимірювально-інформаційний комплекс, який складається з:

- вимірювальних трансформаторів струму (ТС) (клас точності 0.1, 0.2, 0.2S, 0.5, 0.5S);
- вимірювальних трансформаторів напруги (ТН) (клас точності 0.1, 0.2, 0.5);
- вторинні вимірювальні кола трансформаторів струму та напруги;
- прилади обліку електричної енергії, з можливістю підключення за допомогою цифрових інтерфейсів *RS – 485*, *RS – 232*, *CAN* ;
- прилади обліку електричної енергії, з можливістю підключення за допомогою PLC-каналів та радіоканалів.

Другий рівень інформаційно-вимірювальної системи – модуль інформаційно-обчислювальний комплект електроустановки (ІОКЕ). Другий рівень організує збір даних з об'єктів обліку та передачі на третій рівень за допомогою інформаційно-обчислювального комплекту електроустановки (ІОКЕ). Другий рівень включає наступні компоненти модулі:

- ПЗПД - пристрої збору та передачі даних;
- перетворювач цифрового інтерфейсу;
- канали зв'язку для пристроїв;
- PLC-модем;
- Радіомодеми різні (діапазон, 2,4 ГГц, 433 МГц);
- модеми *GSM / GPRS* ;
- джерела живлення вторинні.

Передача даних від приладів обліку у бік ПЗПД здійснюється за такими цифровими каналами зв'язку:

- провідний канал через інтерфейси RS-485, RS-232, CAN;
- PLC технологія мережі 0,4 кВ;
- радіоканал;

Третій рівень інформаційно-вимірювальної системи - інформаційно-обчислювальний комплекс.

Інформаційно-обчислювальний комплекс включає:

- встановлене програмне забезпечення верхнього рівня, сервер з базою даних;
- модеми;
- допоміжна обчислювальна техніка.

Передача від ІОКЕ до системи ІВК можна проводити з використанням нижчеперелічених каналів зв'язку:

- радіозв'язок;
- мережевий протокол Ethernet;
- цифровий локальний інтерфейс;
- GSM/GPRS канали зв'язку;

- супутниковий канал зв'язку;
- провідний виділений канал.

2.3 Основні технічні засоби, що використовуються для створення системи АСКОЕ на базі системи NIK

На початку побудови системи АСКОЕ закладено основи, за допомогою яких можна організувати наступне:

- Автоматичне чи дистанційне зняття, опитування показань приладів обліку та контролю їх стану;
- Можливість ступінчастого зростання точок обліку електроенергії без обмеження кількості;
- Облік абсолютно всієї спожитої електроенергії, зокрема незалежно від розкрадання;
- Збереження параметрів обліку у БД;
- Спостереження за збереженням лімітів споживання енергоресурсів;
- Забезпечення єдиного часу за умови можливості його автоустановки за GPRS;
- Контролює параметри якості електричної енергії;
- Виявлення різноманітних методів крадіжки електроенергії;
- Підтримка багатотарифного обліку;
- Виведення прогнозованих ванілін, друк та створення звітів.

У комплекс АСКОЕ NIK для споживачів входять наступні елементи:

- Однофазні лічильники NIK 2100 з інтерфейсами для передачі даних по радіоканалу;
- Трифазні лічильники NIK 2300 з передачею даних по радіоканалу - RF та PLC-інтерфейсом, GSM;
- Маршрутизатор каналів зв'язку NIK AMBUS;
- GSM-модем NIK AGSM-01;
- Сервер із програмним комплексом для АСКОЕ – NovaSyS.

Система АСКОЕ у вигляді структурної схеми на базі комплексу НІК представлена на рис. 2.4

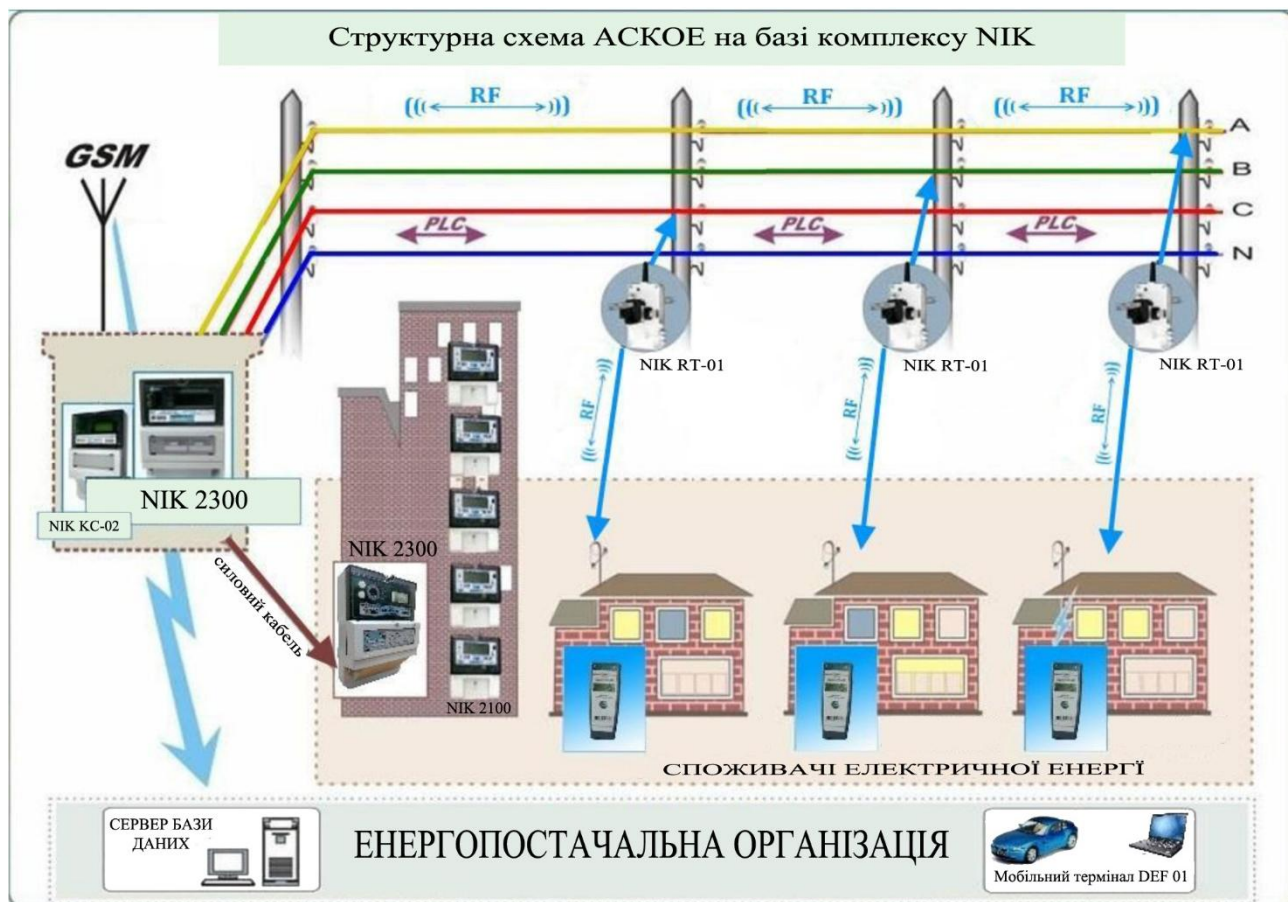


Рисунок 2.4 – Структурна схема АСКОЕ на базі комплексу НІК.

Істотні функціональні можливості системи:

- Моніторинг даних показів лічильників НІК;
- Робота зі знятими показами та побудова звітів;
- Побудова будь-яких звітів на основі отриманих даних за будь-який період часу за тарифами;
- Створення графічних звітів про відпуск електроенергії;
- Створення звітів та статистики загалом про роботу системи;
- Автоматизоване актування показань за розкладом та побудова будь-якого можливого звіту за розкладом;
- Фіксування подій підключення лічильників, збою режиму роботи лічильника та автоматичне повідомлення диспетчера.

Завдання, що виконуються вищим рівнем системи НІК (програмнотехнічним комплексом):

- Вимірювання часу;
- Автоматична синхронізація часу лічильників з часом еталонного годинника;
- Синхронізація лічильників;
- Автоматичний та за запитом збір результатів вимірювань електричної енергії із заданим значенням;
- Автоматичний та за запитом збір журналів подій та їх подальша діагностика;
- Спостереження за достовірністю результатів вимірів;
- Збереження результатів спостережень, даних про роботу модулів, конфігураційних даних у спеціальній базі даних, з високим ступенем захисту;
- Виведення на екрані та можливість виведення на принтер звітів, що містять результати вимірювань, даних про стан модулів та їх налаштуваннями за вибраний період звітності;
- Можливість відключення, обмеження граничної потужності навантаження споживачів;
- Повідомлення результатів вимірів суб'єктам роздрібного, оптового ринку електроенергії у форматі звітних електронних документів, створення звітів;
- Діагностика роботи пристроїв та конфігурування системи та каналів зв'язку.

2.3.1 Однофазні лічильники електроенергії

Лічильники електричної енергії однофазні статичні НІК 2100, НІК 2102, НІК 2104, НІК 2106, НІК 2108 багатофункціональні прилади, повної, активної, реактивної електричної енергії в однофазних двопровідних електричних ланцюгах змінного струму промислової частоти Лічильники мають вбудований тарифікатор із вбудованим годинником реального часу, пристрій контролю

напруги (ПКН) (залежно від виконання) та реалізують багатотарифний облік активної електричної енергії.

Технічні особливості однофазних лічильників:

Розміщення безпосередньо на відпайці ЛЕП до абонента (захист від розкрадання);

Робота як автономно, так і у складі АСКОЕ;

Відключення споживача дистанційно або автоматично (опціонально) при:

- перевищення встановленого порога потужності;
- перевищення максимального струму лічильника більш як на 5% ;
- перевищення 1,15 номінальної (узгодженої) напруги;
- обрив нульового дроту;
- спрацьовування датчика магнітного поля;

Робота як ретранслятор за допомогою вбудованих інтерфейсів *RF*, *PLC* ;

Висока стійкість до механічних, кліматичних, а також електромагнітних впливів;

Міжпіврічний інтервал 16 років.

Функціональні можливості приладу обліку забезпечують:

Облік активної, реактивної та повної електроенергії за запрограмованими шістьма тарифами;

Облік реактивної індуктивної та реактивної ємнісної енергії;

Окремий облік спожитої активної електричної енергії у разі перевищення встановленого порога потужності (якщо передбачено);

Вимірювання:

- діючої напруги; частоти мережі;
- середнє значення діючої активної потужності;
- середньоквадратичного значення фазної напруги;
- середньоквадратичного значення струму навантаження;
- середньоквадратичного значення струму в нульовому дроті;
- реактивної енергії (імпорт/експорт);
- максимальне значення активної потужності на місячному інтервалі ;

- температура усередині корпусу;
- коефіцієнт потужності $\cos\varphi$.

Веде місячний журнал.

Склад та зміст журналу:

- активна електрична енергія у кожному з тарифів;
- сумарно за тарифами активна електроенергія;
- активна енергія без тарифікації;
- реактивна енергія;
- Максимальне значення середньої активної потужності на програмованому інтервалі;
- дата та час фіксації;
- тривалість часу включеного стану лічильника за секунди.

Ведення журналу на добу.

Склад та зміст журналу:

- активна електрична енергія у кожному тарифів;
- сумарно за тарифами – активна електроенергія;
- сума активної енергії без тарифікації;
- сума реактивної енергії;
- точки виходу за межі $\pm 12\%$ напруги мережі живлення а також частоти за межі $\pm 0,4$ Гц;
- кількість десятисекундних інтервалів виходу частоти за межі та $\pm 0,2$ Гц;
- тривалість часу включеного стану лічильника за секунди.

Ведення та поповнення журналу включень та вимкнень;

Ведення та поповнення журналу коригувань;

Ведення та поповнення журналу параметрів якості електричної енергії;

Ведення та поповнення журналу профілю навантаження.

Склад записів журналу профілю навантаження:

- активна енергія;
- реактивна зворотна та пряма енергія.

Можливість передачі результатів вимірювань з використанням силової мережі чи радіоканалу

Лічильники ведуть журнали, в яких накопичується вимірювальна та службова інформація (результати автоматичної самодіагностики лічильника з формуванням узагальненого сигналу статусу, результати тестування пам'яті, дата і час включення та вимкнення мережі, коригування (перепрограмування) службових параметрів, час фіксації максимальної середньої активної потужності, величин на розрахунковий день та годину. У журналі подій виділено окремі розділи для фіксації груп подій. Усі події прив'язані до часу. Журнали недоступні для коригування за допомогою зовнішніх програм.

2.3.2 Трифазні лічильники електроенергії

Лічильник електричної енергії трифазний статичний NIK 2300, NIK 2301, NIK 2307 є багатофункціональним приладом. Лічильник призначений для вимірювання активної та реактивної електричної енергії та потужності у трифазних чотирипровідних електричних ланцюгах змінного струму промислової частоти.

Технічні особливості трифазних лічильників:

Розміщення безпосередньо на відводі ЛЕП до абонента (захист від розкрадання);

Робота як автономно, так і у складі АСКОЕ;

Відключення споживача дистанційно та за перевищенням ліміту встановленої потужності, одночасно по всіх трьох фазах;

Робота як ретранслятор за допомогою вбудованих інтерфейсів *RF*, *PLC* ;

Лічильник має можливість вести моніторинг якості електричної енергії відповідно до відхилення в момент часу напруги і частоти за методикою ДСТУ EN 50160:2014 [10].

Міжповірочний інтервал 16 років.

Функціональні можливості приладу обліку забезпечують:

Врахування активної електричної енергії за 8 тарифами;

Облік реактивної (індуктивної та ємнісної) електроенергії, пофазно, сумарно;

Можливість наступних вимірів:

- пофазно фазної та лінійної напруги в мережі;
- частота живильної лічильник мережі;
- коефіцієнт нелінійних змін графіка фазної напруги;
- коефіцієнт нелінійних змін графіка лінійних напруг;
- коефіцієнт нелінійних змін графіка фазних струмів;
- напруга прямої послідовності;
- струм при нульовій послідовності;
- втрата енергії в ланцюгу струму, пофазно чи сумарно;
- коефіцієнт несиметрії напруги у разі зворотної чи нульової послідовності;
- реактивна потужність кола, $\cos \varphi$), пофазно чи сумарно;
- коефіцієнт несиметричності напруги у разі зворотної та нульової послідовності;
- показання повної, активної та реактивної потужності, пофазно чи сумарно;
- реактивна індуктивна та реактивна ємнісна потужність, пофазно або сумарно;
- коефіцієнт потужності $\cos \varphi$, пофазно чи сумарно.

- температура повітря усередині приладу;

Веде місячний, тижневий добовий журнал. Склад та зміст журналу:

- облік активної електроенергії за вісьмома тарифами;
- облік пікової потужності та фіксацією часу піку;
- облік прямої, і навіть зворотної реактивної енергії.

Ведення та поповнення журналу вимкнень та включень;

Ведення та поповнення журналу корекції;

Ведення та поповнення журналу параметрів на якість електроенергії;

Ведення та поповнення журналу профілю навантажень. Склад записів у журналі: реактивна та активна енергія;

Ведення та поповнення журналу провалу та стрибків напруг;

Ведення та поповнення журналу події з $\text{tg } \varphi$;

Можливість передачі результатів вимірювань з використанням силової мережі чи радіоканалу.

2.3.3 Маршрутизатори каналів зв'язку

Маршрутизатор для каналів зв'язку NIK AMBUS призначений та використовується для конфігурування та синхронізації каналів зв'язку між пристроями, узгодження протоколів обміну даними для організації обміну даними з лічильниками електроенергії, проміжних концентраторів, ретрансляторів, а також різних інших компонентів АСКОЕ. Використовується та призначений для роботи в комплексному складі як один із компонентів системи на базі NIK.

Технічні особливості маршрутизатора каналів зв'язку:

Організація з'єднання зв'язку з модулями по радіоканалу, протокол *PLC* , *RS – 485* та стільникової передачі даних *GSM / GPRS* ;

Організація опитування модулів автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем;

Наявність енергонезалежної пам'яті для накопичення та зберігання інформації у разі зникнення електроживлення;

Збереження та накопичення даних пов'язаних з маршрутами передачі даних, типів каналів та інтерфейсів;

Створення, накопичення, зберігання журналу про статус роботи пристрою;

Передача даних на найвищий рівень автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем на запит.

NIK AMBUS забезпечують опитування пристроїв, накопичення та збереження в незалежній пам'яті вимірювальної інформації, журналів роботи модулів, а також передачу даних за запитом на верхній рівень.

Синхронізація здійснюється дистанційно за інтерфейсами *GSM*, *RF1*.

Можлива синхронізація ЧРВ із використанням інтерфейсу *RS – 485* у службовому режимі (режим *slave*).

NIK AMBUS підтримує можливість автоматичного переведення на літній/зимовий час.

Всі інтерфейси (крім *GSM / GPRS*) мають спеціальні протоколи обміну, що забезпечують обмін даними з пристроями розробки компанії NIK.

Корпус NIK AMBUS пломбується пломбою. Пломбування здійснюється навісною пломбою на верхньому гвинті, що скріплює основу та кришку корпусу, чим обмежується доступ до компонентів, що забезпечує метрологічні характеристики та основні функціональні можливості, у тому числі обмін за інтерфейсами *RF1*, *RF2*, *RS – 485* та каналом *GSM / GPRS*.

2.3.4 Концентратори зв'язку

Концентратор призначений для роботи у складі автоматизованої системи контролю споживання електроенергії для збору та накопичення показів лічильників електричної енергії розробки компанії NIK, що мають передавач радіоканалу, та подальшої передачі зібраної інформації по силовій мережі в ПЗПД або маршрутизатор каналів зв'язку (на запит останніх). Також концентратор може ретранслювати команди та дані, що передаються по силовій мережі. Концентратор розміщується безпосередньо на повітряній лінії електропередач. Розміщується на опорі повітряної лінії електропередач.

Технічні особливості:

Прийом інформації від лічильників, що працюють у режимі "Радіомаяку", по радіо. Накопичення даних у внутрішній енергонезалежній пам'яті. Передача даних по силовій мережі (*PLC*) до ПЗПД;

Наявність радіо інтерфейсу, що працює лише в режимі прослуховування;

Наявність інтерфейсу *PLC* , що працює в режимі прийом/передача.

2.3.5 Програмне забезпечення сервера NovaSyS

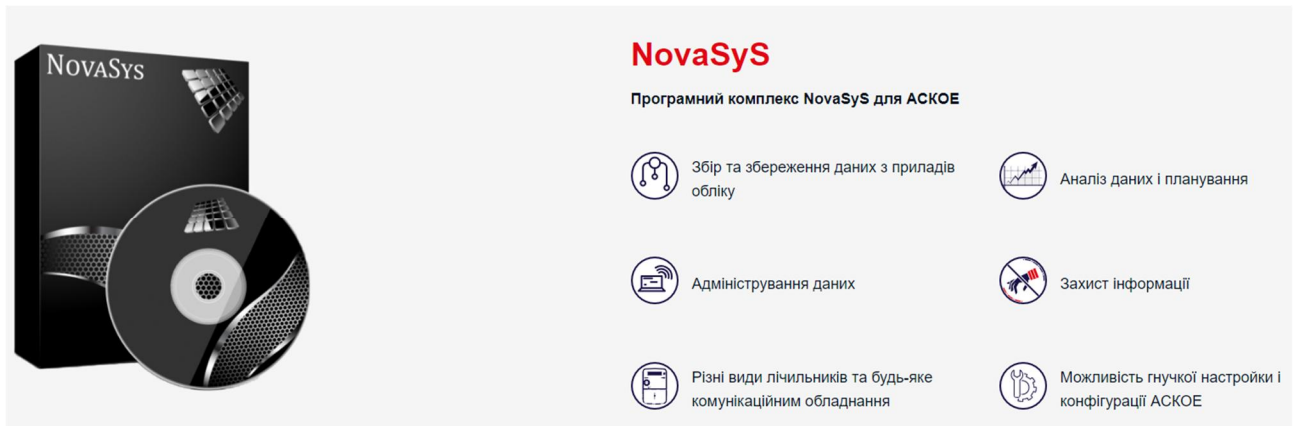


Рисунок 2.5 – Програмний комплекс NovaSyS для АСКОЕ

Спеціальний програмний комплекс системи АСКОЕ НІК складається з наступного набору модулів:

Конфігурування структури системи збору даних;

Конфігурування компонентів комплексу;

Збір даних;

Формування та створення звітів;

Управління та контроль базою даних.

Програмні компоненти системи НІК:

"Nova-Конфігуратор" – модуль для створення місць обліку електроенергії та занесення параметрів з електролічильників, контролерів, маршрутизаторів каналів зв'язку;

" Nova. Звіти база" –модуль призначений для виведення показів та створення різних звітів;

"Nova. Баланси" – модуль для показу детального добового, тижневого балансу з кожної КТП;

"Nova. Точки обліку" – модуль для показу докладної інформації щодо кожного приєднання;

"Nova. Дані" – модуль для компонування показань;

"Nova. Моніторинг плюс статистика" – модуль для аналізування даних для знаходження невірної підключення електролічильників лічильників, порушення в режимі роботи, виявлення та фіксації факту крадіжки енергоресурсів;

"Nova. Конфігурація" - модуль для внесення конфігурації;

"Nova. Оновлення – програма для настроювання лічильників РІМ 485-1, 489-1, 889-1, 384-1;

"Nova. Конфігурування модулів через канал *RF PLC* – модуль для отримання інформації та управління модулями, що забезпечують з'єднання по кабельній мережі або радіоканалу;

"Nova. Стандарт" - модуль налаштування опитування електролічильників;

"Nova. Управління вмістом" – модуль для керування та занесення в пам'ять даних;

"Nova. Конфігурування з Oracle" - модуль для перевірки сумісності сервера та налаштування OracleX.

2.4 Висновки до розділу 2

В даному розділі розглянуто технічні вимоги мережевої організації до системи та компонентів АСКОЕ.

Здійснено аналіз та вибір інформаційно-вимірювальної системи контролю та обліку споживання електроенергії НІК. Представлено структуру інформаційно-вимірювальної системи.

Здійснено опис основні технічні засоби, що використовуються для створення системи АСКОЕ на базі системи НІК, а саме:

- однофазні лічильники електроенергії
- трифазні лічильники електроенергії
- маршрутизатори каналів зв'язку
- концентратори зв'язку
- модулі програмного забезпечення сервера – NovaSyS.

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Побудова інформаційно-вимірювальних систем

3.1.1 Побудова вимірювальної схеми із застосуванням PLC-каналів та радіоканалів

При проектуванні ІВС, як правило, необхідно провести комплекс робіт:

- передпроектне обстеження та розгляд вихідних даних;
- розробка планування розташування обладнання;
- створення специфікації на використовуване обладнання;
- виготовлення та компонування шаф з ПЗПД та модемами;
- постачання обладнання на об'єкт;
- монтаж систем та обладнання;
- пуско-налагоджувальні роботи;
- дослідна експлуатація.

При компонуванні вихідних даних та завдання необхідно:

- складання схеми електропостачання;
- складання плану розташування вузлів обліку, КТП;
- розробити перелік споживачів з нанесенням фактичного розташування та адрес їх пунктів обліку.

На рис 3.1 наведено структурну схему інформаційно-вимірювальної системи.

Передпроектне дослідження – необхідний етап при використанні PLC-каналів та радіоканалів для зв'язку з електролічильниками.

При передпроектному дослідженні мають бути поставлені та вирішені такі завдання:

- визначено можливості застосування типів каналів, що розраховуються;
- виконано оцінку якості прийому та зв'язку на віддалених вузлах обліку;

- визначено місця та необхідність монтажу додаткових ретранслюючих пристроїв та підсилювачів сигналу;

- сформовано перелік додаткового обладнання.

Рекомендації щодо організації та проведення передпроектного дослідження з виконання монтажних та пусконаладжувальних робіт представлені у документації до компонентів системи.

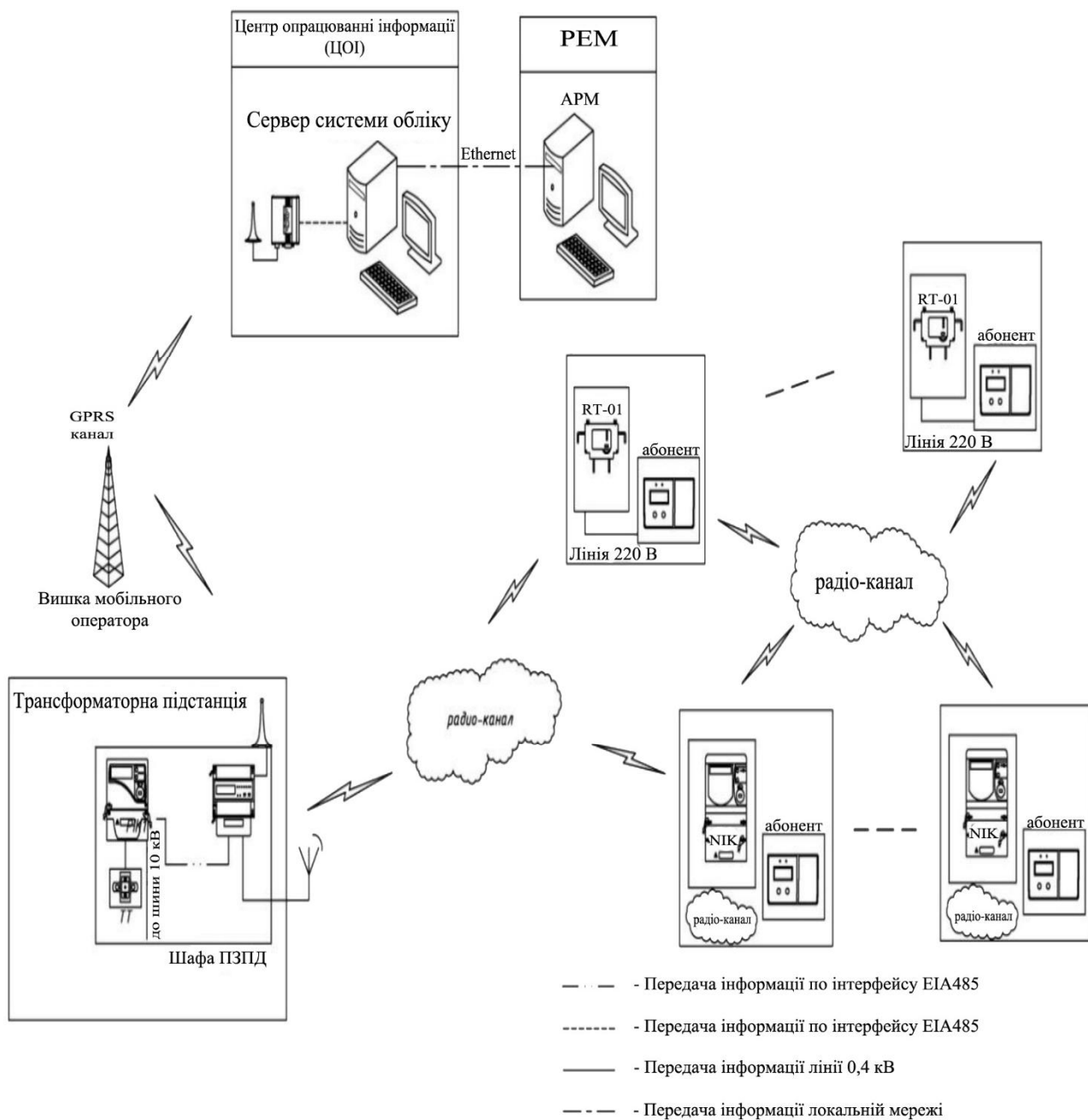


Рисунок 3.1 – Структурна схема інформаційно-вимірювальної системи.

3.1.2 Конфігурування комплексу АСКОЕ НІК

Для налаштування ПС використовується програма «НІК. Конфігуратор» (далі Програма), яка дозволяє вирішувати такі завдання:

- візуальне представлення структури файлів конфігурування, знаходження яких можливе на мережевих чи локальних дисках для зберігання, або безпосередньо в ПЗПД, підключених до послідовного інтерфейсу або мережі *Ethernet*;
- контроль формальної логіки та її зміни, і навіть наявність конфліктів з автоматичним виправленням у разі однозначних відмов;
- можливість внесення змін до окремих параметрів чи груп параметрів, з контролем прав доступу;
- конструювання формул та методик перетворення для всіх типів каналів на основі інтегрованого переліку типових алгоритмів з напівавтоматичним або автоматичним приведенням одиниць вимірів;
- конструювання та налагодження вбудованих в ПЗПД алгоритмів управління обладнанням;
- експорт конфігурації ПЗПД в БД для подальшого використання у програмно-технічному комплексі;
- документування конфігурації ПЗПД.

Для виконання перерахованих завдань програмний комплекс оснащений інтерфейсом користувача, розширеним головним меню, майстрами налаштування каналів.

Для початку програмування конфігурації необхідно запустити Програму і, вибравши в головному меню Файл, вибрати одну з команд: Новий, Відкрити з диска, Відкрити з ПЗПД.

Вибір команди Новий дозволяє розпочати програмування нової конфігурації, у тому числі з використанням шаблону конфігурації. Вибір команд Відкрити з диска та Відкрити з ПЗД відкриває конфігурацію, розміщену

на диску у певному файлі або ПЗПД відповідно. Процедура програмування конфігурації включає кілька етапів:

- програмування віддалених модулів;
- програмування каналів;
- програмування архівів;
- програмування інтерфейсу;
- перевірка конфігурації, її збереження та запис в ПЗПД.

Перевірка конфігурації ПЗПД може виконуватись Програмою в різні моменти часу в залежності від установок, заданих користувачем (команда Перевірка конфігурації пункту основного меню Параметри). Можливі варіанти перевірок:

- Перевірити зараз – негайно запускає процедуру перевірки;
- Вимкнути автоперевірку - у цьому режимі перевірка конфігурації виконується лише при ручному виборі попереднього пункту меню Перевірити зараз;
- Автоперевірка на запису/читанні - перевірка конфігурації виконується після читання безпосередньо перед записом. Режим може бути рекомендований для комп'ютерів з невисокою продуктивністю, якщо фонові перевірки відбирає неприпустимо великий відсоток ресурсів системи
- Постійна автоперевірка – перевірка виконується після кожної зміни конфігурації. Це рекомендований режим роботи, оскільки дозволяє користувачеві переконатися у коректності кожної дії

Рекомендується встановити режим Постійна автоперевірка для комп'ютерів із достатньою швидкодією.

Процедура перевірки включає:

- пошук неприпустимих значень параметрів у кожній секції конфігурації, зокрема перевірку формул каналів на відповідність формальним вимогам;
- пошук внутрішньосекційних конфліктів (призначення одного ресурсу різним блокам пристрою тощо);

- пошук міжсекційних конфліктів (призначення одного ресурсу різним секціям та т.п.);
- порівняння встановлених та розрахункових інтервалів часу, в однозначних випадках автоматичне виправлення.

Процедура перевірки не шукає логічних помилок конфігурації.

Суворість перевірки залежить від вибраної в пункті основного меню Параметри\Перевірка конфігурації версії програмного забезпечення ПЗПД.

Різні версії підтримують різні набори конфігураційних установок і містять різні обмеження на їх значення. Якщо вибрана в меню версія не співпадає з версією, визначеною під час сеансу зв'язку з ПЗПД, програма попередить про цю невідповідність.

Є можливість встановити автоматичний вибір шаблону перевірки, який буде проводитися не тільки при зв'язку з ПЗПД, але і при читанні ECP-файлу (меню Параметри >> Перевірка конфігурації >> Суворість перевірки >> Автоматичний вибір).

Результати останньої (будьте уважні, якщо відключили постійну автоперевірку!) Перевірки конфігурації відображаються у вигляді піктограм у навігаторі та у вигляді списку текстових повідомлень про виявлені помилки - протоколу перевірки.

Результати перевірки конфігурації Програмою відображаються як у вигляді піктограм у навігаторі, так і у вигляді списку текстових повідомлень про виявлені помилки - протоколу перевірки, що відображається в нижній частині основного вікна над рядком стану.

Щоб перейти до виправлення помилки, достатньо клацнути лівою клав'яшею миші повідомлення про помилку - вибране повідомлення буде виділено кольором, а відповідна секція параметрів стане поточною. І, навпаки, при зміні поточної секції параметрів Програма знайде та покаже у протоколі повідомлення про помилку у поточній групі, якщо така помилка була знайдена.

Якщо жодної помилки не було виявлено, протокол перевірки міститиме повідомлення "Конфлікти не виявлено".

Якщо автоперевірку конфігурації вимкнено, протокол міститиме повідомлення "Перевірка не проводилася"

Запис конфігурації в ПЗПД виконується за допомогою команди Записати в ПЗПД пункту основного меню Файл.

Необхідно враховувати, що зміни, внесені в конфігурацію, набувають чинності не відразу, а лише після їх запису в ПЗПД та його перезавантаження.

Наприклад, якщо Ви в Програмі Конфігуратор ПЗПД прочитали конфігурацію з ПЗПД на швидкості 9600 *бод* по №1 з якимось паролем і змінили ці параметри в секції Інтерфейс, то, щоб записати змінену конфігурацію, слід використовувати старі (діючі з моменту останнього завантаження ПЗПД) значення вікні параметрів передачі.

Якщо запис пройде успішно, то Програма запропонує Вам дати команду перезавантаження приладу, і тільки після виконання якої нові параметри набудуть чинності. Тому, зокрема, ніхто не зможе ввести в дія нового пароля доступу, не знаючи старого (якщо він, звичайно, взагалі був встановлений) - запис нової конфігурації не буде виконано.

Необхідно враховувати, що парольний захист від несанкціонованого доступу ефективний тільки в тому випадку, якщо доступ до пароля має певне коло осіб. Тому не зберігайте свої паролі у загальнодоступних місцях. Те саме стосується і файлів конфігурації. Якщо Ви використовуєте парольний захист і в той же час хочете зберігати архівні копії конфігураційних файлів, то використовуйте тільки захищені носії (дискети, що зберігаються в сейфі, шифровані диски і т.п.)

3.2 Рекомендації щодо монтажу

3.2.1 Рекомендації щодо монтажу електролічильників на опорі

Установка лічильника здійснюється згідно зі схемами підключення, наведеними посібника з експлуатації, у наступному порядку:

- а) зняти напругу з ПЛ;

- б) відключити провід фази введення до будинку від опори;
- в) відключений фазний провід при необхідності розпрямити для просування через отвір у лічильнику;
- г) відгалужувальний фазний провід просмикнути через прилад обліку;
- д) на опорі ПЛ закріпити анкерний затискач, використовуючи ізолятор ПЛ або за допомогою установки вуха на монтажну стрічку;
- е) провід відгалуження до абонента закріпити за допомогою анкерного затиску на опорі ПЛ;
- ж) закрутити проколюючий затискач на лічильнику з проведеним через нього провід відгалуження;
- з) виведення фази на лічильнику з'єднати використовуючи затискач і відрізок проводу необхідної довжини та перерізу з одним із фазних проводів на повітряній лінії;
- і) відключити нульовий провід введення до абонента з опори та просмикнути через отвір лічильника;
- к) нульовий провід на лічильнику за допомогою затискача підключити до проводу відгалуження до абонента
- л) занести номер лічильника та адресу місця встановлення у відповідну документацію та журнали;
- м) включити повітряну лінію під напругу, цим подавши харчування на лічильник;
- н) перевірити після монтажу функціонал приладу обліку.

Ознаки правильної роботи приладу обліку:

- світлодіоди на приладі обліку повинні моргати пропорційно проходить навантаженню через лічильник, за наявності напруги та протікання струму. Індикатор світлодіодний *TMA* повинен моргати з періодичністю приблизно 0,8 при активному навантаженні $1,5 \text{ кВт}$;

- о) перевірити працездатність передачі даних від пристрою обліку за інтерфейсами *PLC та RF* ;
- д) встановити розклад тарифів, а також чинне значення часу та дати;

Для цього необхідно використовувати мобільний термінал із програмним комплексом.

Під час проведення перевірки передачі даних за інтерфейсом *PLC* не дозволяється монтаж фільтрів у розрив місця підключення мобільного терміналу та місцем увімкнення приладу обліку.

р) у паспорті приладу внести дані до розділу «Свідоцтво про введення в експлуатацію»;

с) записати дані номера, мережевої адреси, встановлені режими обліку та роботи ПКН у паспорт приладу обліку, а також документацію, передбачену вимогами обслуговуючої організації, яка проводить монтаж приладу обліку.

На рис. 3.2 зображено монтаж однофазного лічильника на опорі 0,4 кВ.

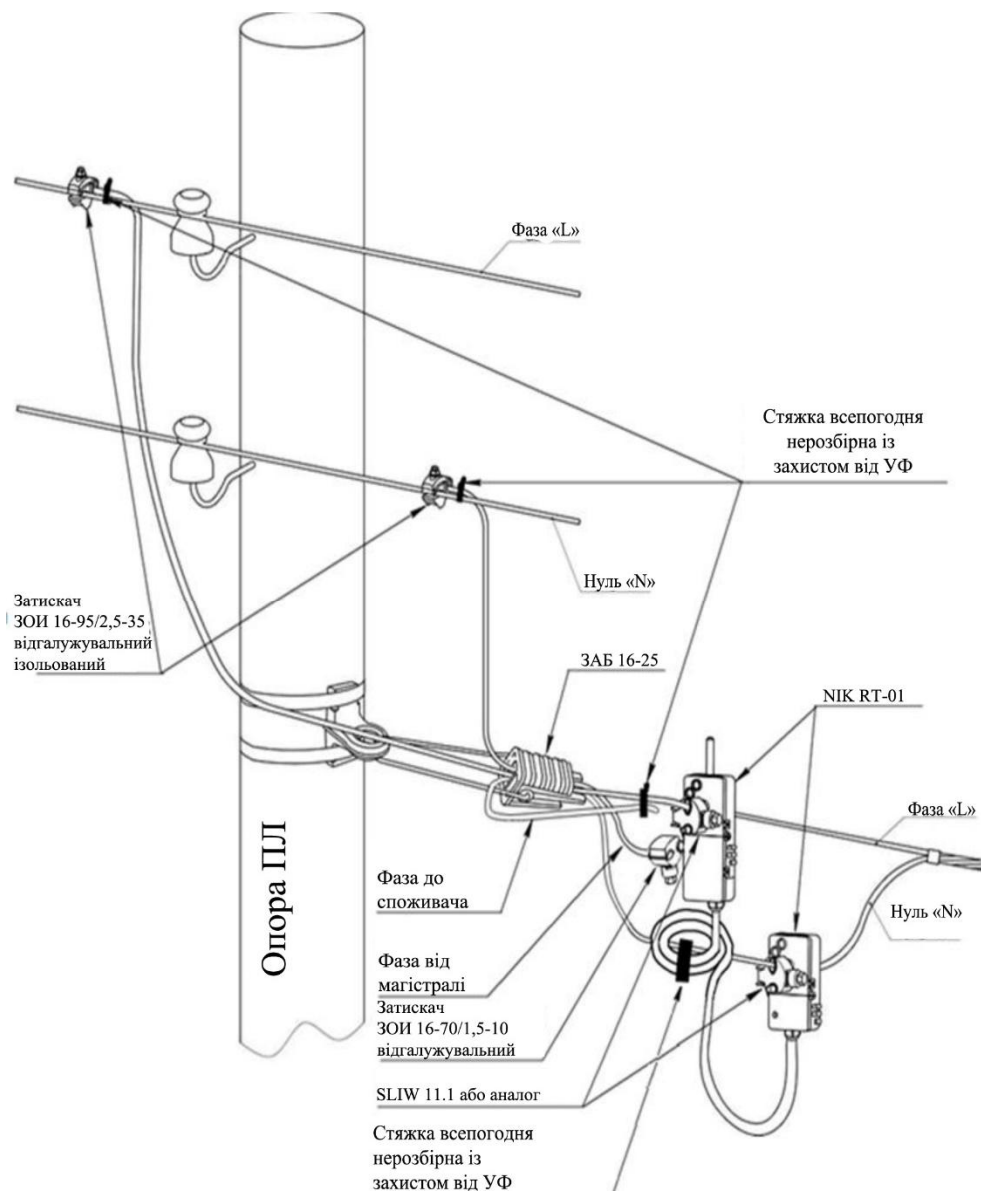


Рисунок 3.2 – Монтаж лічильника NIK RT-01

За наявності робочої документації, проектів щодо кожного об'єкта налагодження, обладнання та монтаж приладів обліку доцільно виконувати одночасно на кількох об'єктах, вузлах обліку.

На рис. 3.3 зображено монтаж трифазного лічильника на опорі 0,4 кВ.

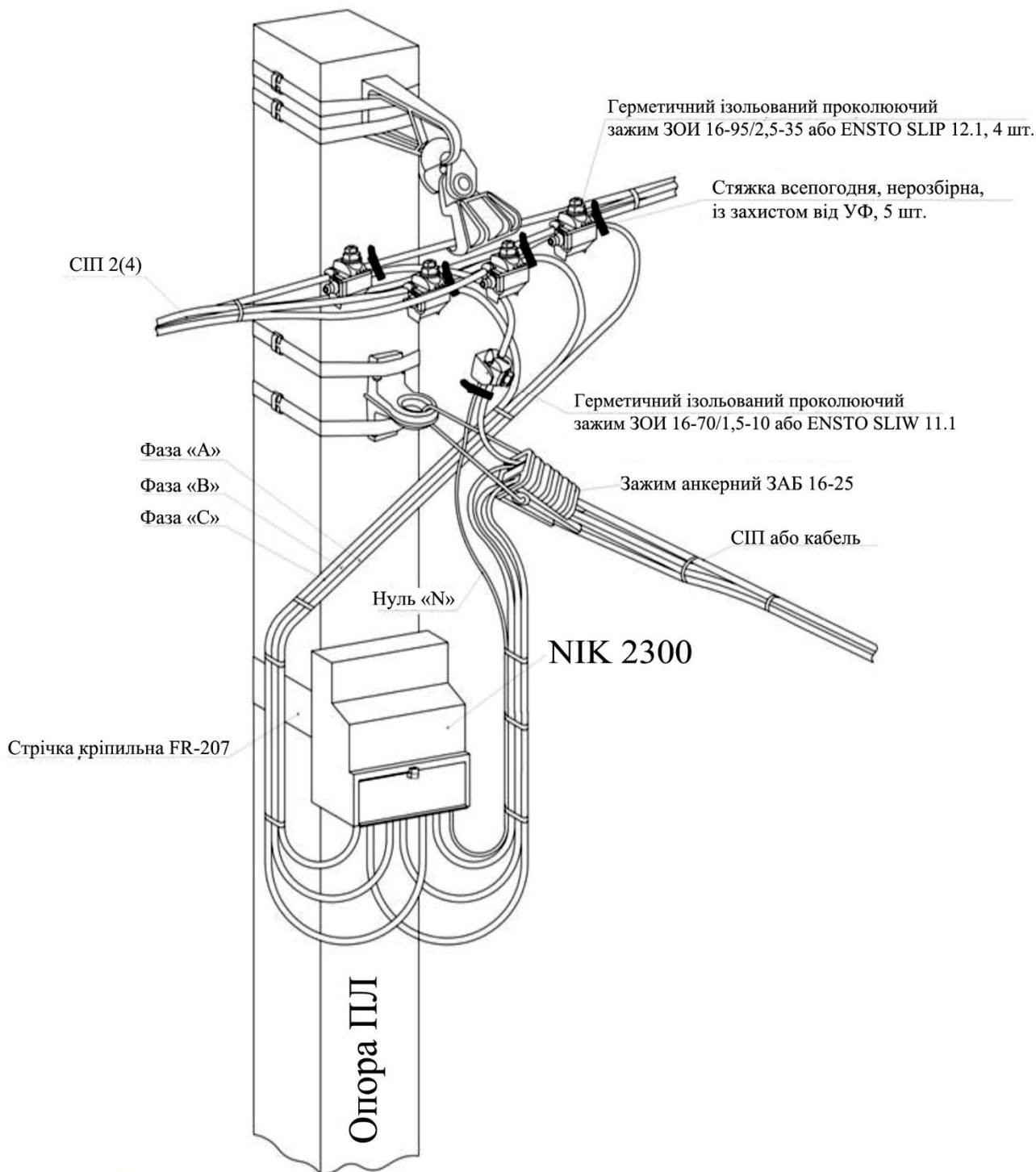


Рисунок 3.3 – Монтаж лічильника NIK 2300

Після встановлення та монтажу вузла обліку працездатність можна перевірити за такими ознаками:

- мигаючий режим світлодіодів приладу обліку з частотою, пропорційною активної потужності, що протікає, через прилад обліку;
- передача даних із лічильника за інтерфейсом *RF*.

У разі виникнення сумнівів відповідно до номера опитуваного лічильника із зазначеним на корпусі, слід виконати перевірку. Для цього необхідно:

- підключити конвертор *USB – RF NIK 3100* до USB порту ПК;
- за допомогою програми *Crowd_Pk.exe* у вкладці "Пульт 3100" ввести в полі "Номер" заводський номер лічильника, до якого буде звернення;
- зробити запит у режимі імітації пульта, натиснувши кнопку «Прочитати», при цьому індикатор лічильника, що у звичайному режимі роботи миготить з частотою 1 с, повинен перестати блимати на час зчитування параметрів лічильника (від кількох секунд до 1 хв), що є показником відповідності номера лічильника, завданого на корпусі;
- передача даних із лічильника каналом *PLC* ;
- стабільна робота ПКН.

3.2.2 Рекомендації щодо монтажу маршрутизатора каналів зв'язку

Підключення МКЗ має проводити кваліфікований електрик згідно зі схемою, наведеною на рис. 3.4. Розташування контактів МКЗ наведено на схемі, що є на клемній кришці.

Установка МКЗ проводиться у послідовності, наведеній у посібнику з експлуатації. МКЗ встановлюють у металевих та інших приміщеннях без теплоізоляції, на капітальних стінах, на спеціальній підставці, щиті чи панелі.

Установку МКЗ слід виконувати при відключеному мережному напрузі. Забороняється вмикати МКЗ без підключеної GSM антени.

Увімкнення МКЗ без приєднаної GSM антени може призвести до виходу з ладу мобільного модему. Забороняється включати МКЗ із непід'єднаною клемою «безшумного заземлення».

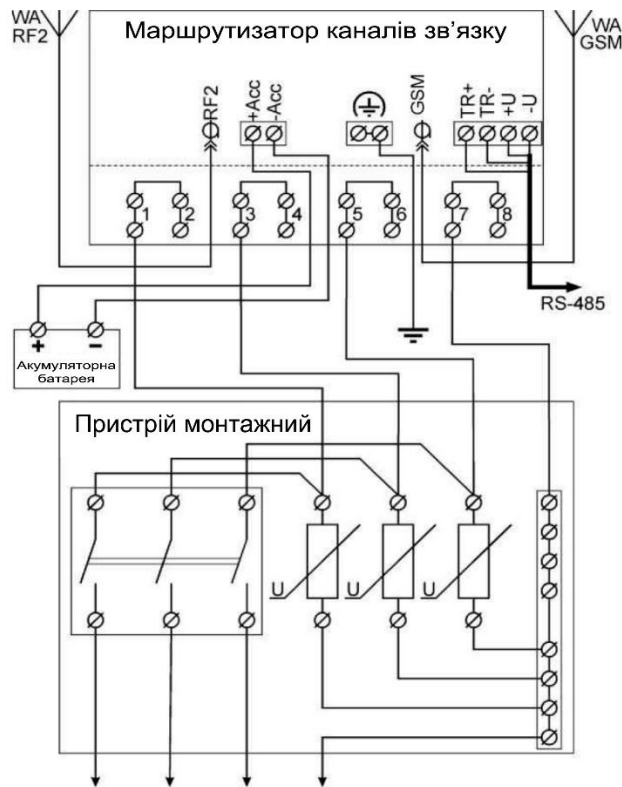


Рисунок 3.4 – Схема підключення маршрутизатора зв'язку.

Забороняється використовувати МКЗ без монтажного пристрою з характеристиками: тип виконання *D* (клас III) на 0,4 кВ, та автоматичного вимикача типу *BA47-29*, що забезпечують захист МКЗ від комутаційних та грозових перенапруг. Схему підключення МКЗ спільно з монтажним пристроєм показано на рис 3.4.

Для використання *GSM / GPRS* каналу зв'язку необхідно встановити *SIM – картку* місцевого оператора зв'язку із замовленою послугою передачі даних. Для встановлення *SIM – картки* необхідно зняти кришку блоку *PLC*, зсунути кришку утримувача *SIM – картки*.

МКЗ встановлюються, зазвичай, на трансформаторній підстанції *ТП – 0,4 кВ*. МКЗ є центральним пристроєм локальної мережі, до якої підключені пристрої.

Для підключення антен інтерфейсу *RF2* і *GSM* слід відключити напругу мережі з клем МКЗ зовнішнім комутаційним пристроєм, зняти клемну кришку, підключити роз'єми антен відповідно до рис 3.4, розмістити антени поблизу

радіопрозорих отворів приміщення. Робочий стан антен – вертикальний. Антени мають магнітну основу для фіксації на сталевих конструкціях.

Після встановлення *SIM – карти*, підключення антен та кабелю до інтерфейсу *RS – 485* слід встановити на місце кришку відсіку *PLC* та клемну кришку, подати напругу на МКЗ та перевірити її функціонування відповідно до посібника з експлуатації.

Порядок випробування МКЗ після монтажу:

Подати напругу мережі вимикачем монтажного пристрою на МКЗ. Повинні спалахнути світлодіоди «Живлення», і «Живлення *RS485*», світлодіод «Режим МКЗ» повинен блимати з частотою 1 або 3 *Гц*, світлодіод «Статус» повинен загорітися жовтим при самотестуванні і потім згаснути, якщо немає обміну по радіо або силовій мережі. На дисплеї повинен висвітлитися номер пристрою, версію ПЗ та інші дані, світлодіод «Передача по *GSM / GPRS*» має блимати кілька разів, що свідчить про реєстрацію модему в мережі.

Занести за допомогою мобільного терміналу номери та адреси декількох пристроїв, які обслуговуватимуться даними МКЗ за різними інтерфейсами. Для занесення пристроїв слід використовувати програму *FirstStep*, що є у складі програмного забезпечення терміналу. Занесення можливе по мережі з використанням стільникового модему терміналу або по радіоканалу *RF1* з використанням конвертора *USB – RF* терміналу. Процедура введення даних описана у вигляді підказок у програмі *FirstStep*.

Переконайтеся, що світлодіод «Статус» блимає в наявності запитів і прийомів по радіо та силовій мережі.

Для встановлення паузи в МКЗ необхідно зробити такі дії:

- у ПЗ "Налаштування" вибрати вкладку "Налаштування NIK";
- вибрати канал GSM;
- у полі "Телефон" ввести номер МКЗ;
- встановити зв'язок;
- перейти на вкладку "Установки";

- у вікні RFPLC записати 255, після чого натиснути на кнопку Встановити паузи.

Після виконання робіт із лічильниками необхідно повернути паузу «0».

3.2.3 Рекомендації щодо монтажу та запуску системи NIK АСКОЕ

Система АСКОЕ загалом має нескладний процес монтажу та пусконаладження, її експлуатація протікає набагато простіше і без втрат, якщо вивчати необхідні інструкції перед початком будь-яких робіт.

Коли лічильники встановлені згідно з відповідними інструкціями, зібрані всі необхідні документи, наведені в списку нижче, для конфігурування мережі можна приступити безпосередньо до первинного настроювання самої системи, яка дозволить зняти актуальні показання лічильників.

Перед початком конфігурування мережі необхідно мати:

1. Поопорні схеми ЛЕП обов'язково відповідні для масивів індивідуальної забудови або однолінійні схеми будівель для багатоквартирних будинків;
2. Журнали встановлення приладів обліку з прив'язкою типу та номера приладу обліку до адреси абонента (для економії часу бажано список в електронному вигляді);
3. Встановлені на ТП МКЗ із *SIM – картами* місцевого оператора стільникового зв'язку;
4. Встановлену на єдиному сервері АСКОЕ ОС Windows, "ORACLE v.10" або пізнішу, програмний пакет "NovaSyS";

Підключений до сервера *GSM / GPRS* модем із оплаченою *SIM – картою* місцевого оператора стільникового зв'язку із встановленою послугою «передача даних голосовим каналом».

Процес передачі в системі NIK має певні особливості, пов'язані з обмеженою зоною поширення сигналу від МКЗ до приладів обліку. Пристрої, що входять до системи можуть мати інтефейс обміну по силовій мережі (*PLC*),

інтерфейс обміну по радіоканалу (*RF*) або комбінацію цих інтерфейсів (*RFPLC*).

Збільшення зони поширення сигналу використовується ретрансляція даних.

Ретранслятором може бути призначений будь-який пристрій в *RFPLC* мережі, що має двонаправлений інтерфейс по силовій мережі або радіоканал. Він призначений передачі запитів від МКЗ (*ПЗПД*) до пристрою, якого зв'язок безпосередньо поганий чи відсутній. Усі ретранслятори одного рівня об'єднуються у вузол ретрансляції, який можна застосовувати інших маршрутах. Вузол ретрансляції може вміщати від 1 до 4 ретрансляторів.

Маршрутом у системі NIK називається ланцюжок зі списків *RFPLC* – пристроїв, якими передається запит, до потрібного пристрою, від МКЗ. Кожна ланка цього ланцюжка - це один рівень ретрансляції (рівні нумеруються з нуля, починаючи з першого пристрою МКЗ). Сполучаються ланки через вузли ретрансляції.

Всі *RFPLC* –пристрої, що виходять від виробника, мають попередньо запрограмовану мережеву адресу: адреса – це перша та друга (останні) цифри заводського номера, група – третя та четверта цифри. Наприклад, пристрій із заводським номером 12345 буде мати групу 23 та адресу 45. Мережева адреса *RFPLC* –пристрою лежить у діапазоні: група - 0..255, адреса - 1..255. Нульова адреса в системі зарезервована для МКЗ. Для того щоб при обміні даними в *RFPLC* –мережі не виникав конфлікт (два пристрої, що мають однакову мережеву адресу, намагаються одночасно відповісти), комбінації «група + адреса» повинні бути унікальними для кожної локальної *RFPLC* –мережі. Встановити потрібні значення адреси та групи можна під час створення та редагування маршрутів у програмі "Конфігуратор" системи NIK. Також можна змінити адресу та групу за допомогою програми "Конфігурування точок обліку" Мобільного терміналу.

Можливі варіанти монтажу компонентів АСКОЕ на трансформаторних підстанціях зображені на рис. 3.5-3.8:

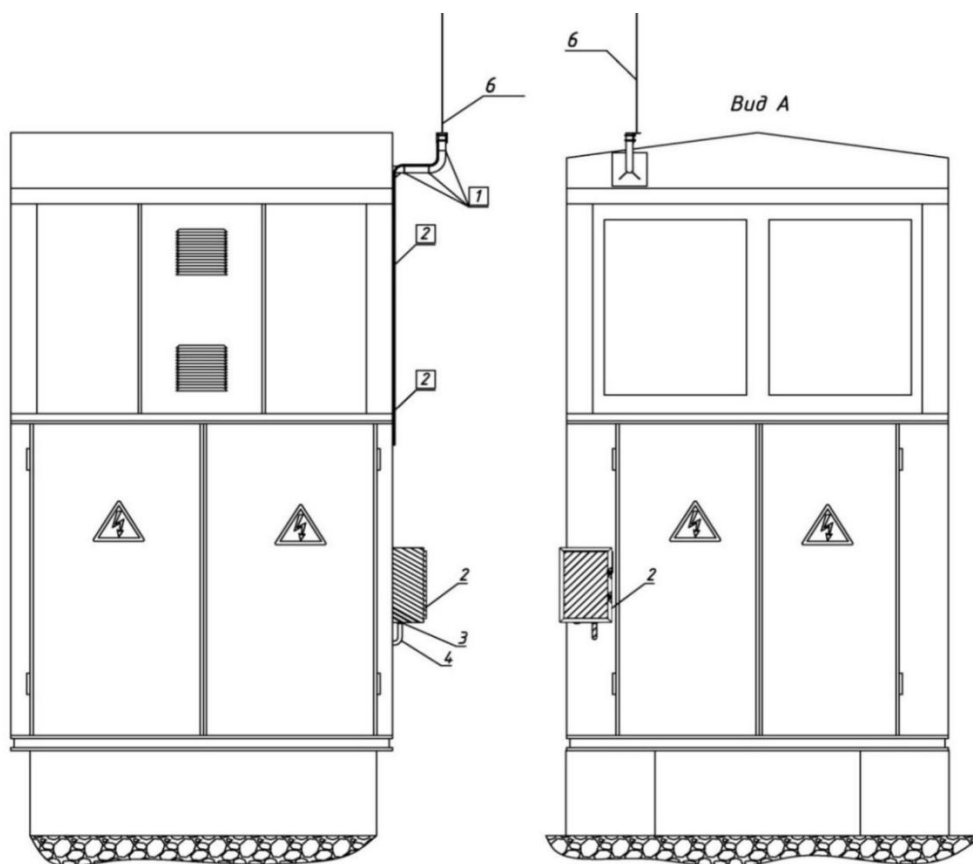


Рисунок 3.5 – Можливий варіант розміщення обладнання на КТП, тип А1

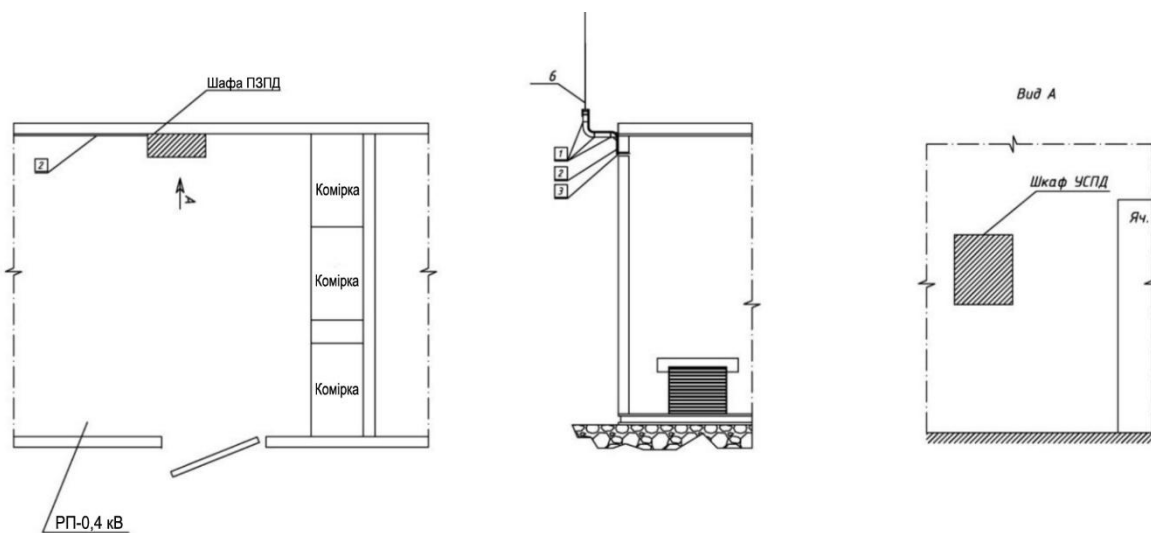


Рисунок 3.6 – Можливий варіант розміщення обладнання на КТП, тип Б1

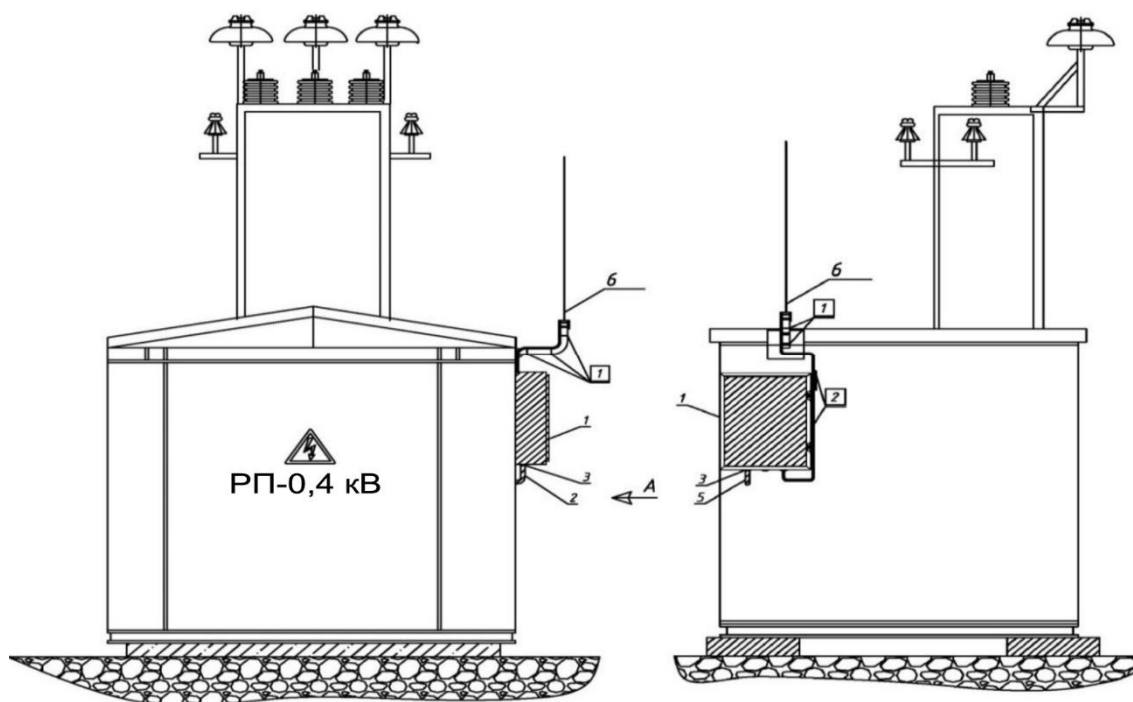


Рисунок 3.7 – Можливий варіант розміщення обладнання на КТП, тип В1

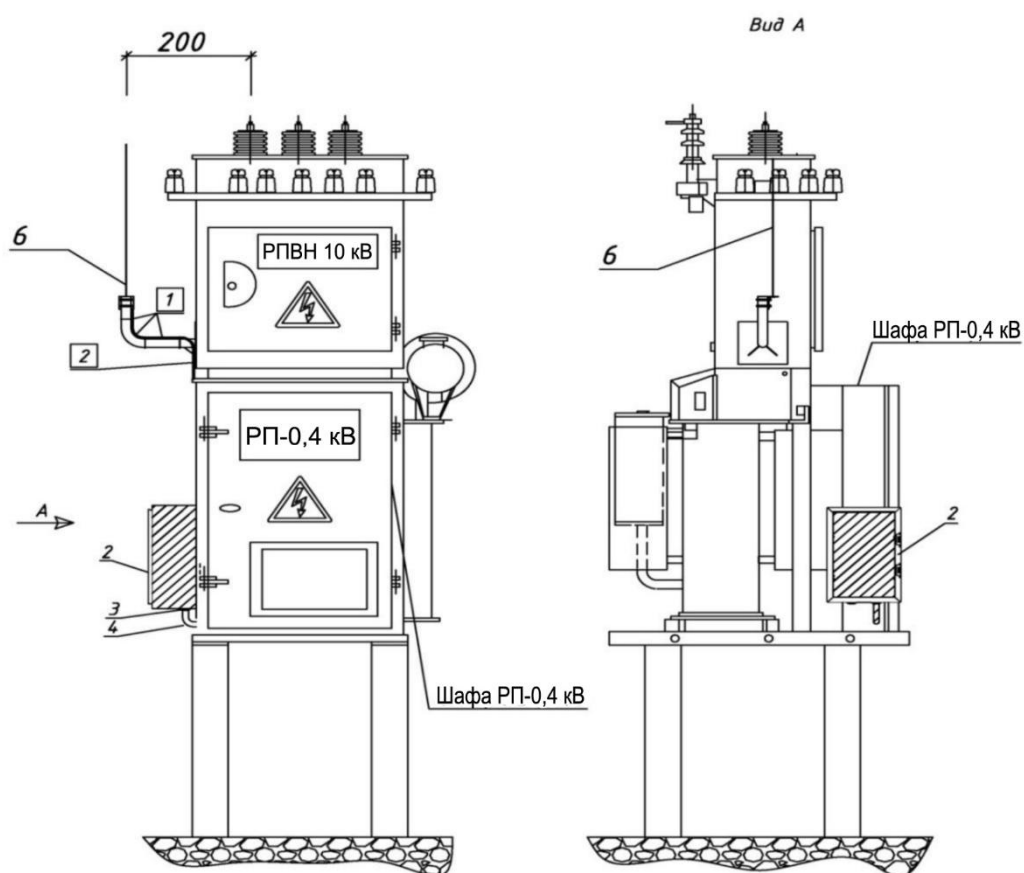


Рисунок 3.8 – Можливий варіант розміщення обладнання на КТП, тип Г1

Перелік обладнання для монтажу наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Перелік обладнання для монтажу

№	Найменування обладнання	Кількість	Примітка
1	Монтажна шафа АСКУЕ	1 шт.	
2	Ущільнення PG40	2 шт.	На шафу АСКУЕ
3	КВВГнг 10x1,5	6 м.	На кожен шафу обліку
4	ВВГнг 2x2,5	5м.	На шафу АСКУЕ
5	Антенa 433 МГц	1 шт.	На шафу АСКУЕ

3.3 Технічне обґрунтування та розгляд політики мережевої організації при впровадженні системи АСКОЕ

Економічна ефективність після впровадження системи АСКОЕ досягається за рахунок збільшення позитивних факторів, а також ліквідацією негативних факторів. Ефективність впровадження впливає на розрахунки спожитої електричної енергії. Внаслідок великої кількості підрахунків та результатів вже діючих систем [16-18] розмір економічного ефекту після впровадження системи АСКОЕ стає рівним приблизно 20% від річного споживання електричної енергії. Застосування системи АСКОЕ для енергопостачальної організації, є основним інструментом підвищення точності та своєчасності розрахунків за електроенергію, зниження технічних витрат і збільшення економії.

При нарощуванні останніми роками автоматизації технологічних процесів обліку знижується участь людського чинника у знятті показань та розрахунках спожитої електроенергії. В даний час часу в процесі використання систем АСКОЕ людський фактор переважає в прийнятті рішень, АСКОЕ знаходиться в статусі системи, яка дозволяє виявляти несприятливі прояви обліку, такі як втрати в електромережах, крадіжка електроенергії і точність показань приладів обліку, що передаються.

Склад споживання електричної енергії побутовими споживачами складається з двох складових – організаційно-технічної та базової.

Енергоємністю електричних приймачів можна охарактеризувати базову частину споживання.

У свою чергу, організаційно-технічна складова споживання електроенергії складається з особистих потреб, а також режимів експлуатації електричних приймачів.

3.3.1 Організаційно-технічна складова споживання електроенергії

Однією з головних цілей при впровадженні системи АСКОЕ є зниження до мінімуму участі людського фактору у процесі обліку електроенергії. У разі автоматизованого управління обліком унеможливаються неправильні, випадкові дії персоналу обслуговуючої організації, споживачів.

Втрати електроенергії, рівні різниці відпущеної електроенергії та оплаченої електроенергії, можна умовно розділити на три наступні складові:

- похибка вимірювання електроенергії;
- технічні втрати електроенергії, що виражаються фізичними явищами, наприклад, такими як втрати на нагрівання провідників, втрати в електроустановках та лініях;
- комерційні втрати електроенергії, вони своєю чергою складаються з несплати спожитої електричної енергії, заниження реальних показань з вузла обліку, несанкціонованого споживання.

Великий ефект від застосування АСКОЕ можна виділити на прикладі енергозбутових, електромережевих компаній. Значну частину втрат повністю уникнути неможливо, таких як похибка вимірювань, втрати в лініях електропередач (ЛЕП), втрати в електроустановках. Проте втрати, спричинені розкраданнями електроенергії та випадки затримок оплати, є суттєвою частиною, саме вони значно зменшуються у разі застосування системи АСКОЕ.

3.3.2 Порядок контролю над здійсненням комерційного обліку електроенергії

Первинне прийняття засобів вимірювань та схем їх включення до розрахунків, періодичне чи позапланове, у тому числі за заявкою споживачів, технічне обслуговування має супроводжуватись інструментальною перевіркою з боку розподільчої мережної компанії. Будь-яке інструментальне втручання у роботу розрахункового засобу вимірювань тягне у себе зняття та заміну раніше встановлених індикаторних пломб, яке обов'язково актується персоналом мережевої компанії.

За наявності невиконаних вказівок споживачеві про необхідність приведення обліку електроенергії до вимог нормативно-технічних актів, або при виявленні ознак такої необхідності під час приймання, а також при виявленні загрози виникнення або ознак безоблікового електроспоживання, засоби вимірювань до розрахунків не допускаються. Про це робиться відповідна позначка в акті інструментальної перевірки.

Персонал філій енергопостачальної організації здійснює контроль за станом розрахункових приладів обліку, що знаходяться як на балансі мережевої організації, так і на балансі споживачів. При цьому здійснюється контроль наявності пломб державної перевірки засобів вимірювань, а також пломбування індикаторними пломбами ланцюгів обліку та засобів вимірювання. Відповідальність за своєчасну метрологічну перевірку приладів обліку електричної енергії доручається власників приладів обліку електричної енергії. Представники енергопостачальних компаній мають бути запрошені для участі у спільних перевірках технічного стану та метрологічних характеристик розрахункових засобів вимірювань електричної енергії.

На кожному приладі обліку електроенергії повинен бути виконаний напис, що вказує на назву приєднання, на якому проводиться облік електроенергії. Дозволяється виконувати напис на панелі поруч із приладом обліку, якщо при цьому можна однозначно визначити належність написів до кожного приладу обліку електроенергії.

3.3.3 Метрологічне забезпечення обліку

Метрологічний нагляд за станом та застосуванням засобів вимірювань, дотриманням обов'язкових вимог у сфері державного регулювання здійснюють федеральні органи виконавчої влади та метрологічні служби юридичних осіб.

Метрологічне забезпечення обліку електроенергії має здійснюватися:

- на стадії проектування - виділенням у проектах метрологічних розділів з розрахунками та оцінками граничних похибок елементів та вимірювальних комплексів загалом;
- на стадії виготовлення приладів обліку електроенергії - проведенням державних приймальних та державних контрольних випробувань;
- в процесі експлуатації - періодичною перевіркою засобів вимірювань розрахункового обліку електроенергії та калібрування засобів вимірювань технічного обліку електроенергії.

Обов'язковому метрологічному контролю підлягають елементи ІВК.

Елементи ІВК (ТС, ТН, прилади обліку електроенергії) мають бути затверджені як типи засобів вимірювань, а також занесені до інформаційного фонду забезпечення єдності вимірювань. Елементи ІВК комерційного обліку повинні мати пломби повірки та/або діючі свідоцтва про повірку.

Кожен встановлений ІВК розрахункового обліку повинен мати паспорт-протокол, підписаний з боку мережевої компанії та споживача. У разі заміни засобів вимірювань, що входять до складу вимірювальних комплексів, відповідна інформація вноситься до паспорт-протоколу ІВК.

Розрахунок втрат при розбіжності точки вимірювань та точки постачання здійснюється відповідно до чинних законодавчих актів України.

3.3.4 Реалізація технічної політики обліку в електропостачальній організації

Перелік заходів щодо реалізації технічної політики:

Проведення порівняльних випробувань та аналізу експлуатації засобів обліку електроенергії (трифазних та однофазних електронних приладів обліку з

цифровими інтерфейсами, відповідних елементів автоматизації систем обліку та програмного забезпечення). При аналізі зазначених засобів насамперед необхідно досліджувати питання точності у всьому навантажувальному діапазоні, надійності, електромагнітної сумісності, інформаційних та телекомунікаційних (стандартні, відкриті та швидкодіючі інтерфейси та протоколи) характеристик.

На основі стандарту про технічну політику розробити технічні рішення щодо організації систем обліку та виконувати відповідно до цих проектів модернізацію діючих систем обліку (їх фрагментів) або створення нових систем обліку.

На основі комплексу типових технічних рішень для корпоративних обчислювальних мереж (каналів зв'язку) та виконати відповідно до цих проектів модернізацію діючих мереж (їх фрагментів, включаючи канали зв'язку) або створення нових для цілей збору-передачі даних на всіх рівнях системи обліку з віддаленим збором даних у автоматичному режимі.

Не допускається використання обладнання, технологій, матеріалів та систем, що не пройшли в установленому порядку, атестацію на відповідність вимогам технічної політики організації, які не мають досвіду реалізації в компаніях електромережевого комплексу або мають негативні відгуки.

Виконувати дослідне впровадження систем обліку, що відповідають Стандарту про технічну політику, а також нових та покращених зразків лише за результатами пробного тестування обладнання строком не менше ніж 6 місяців на пілотному майданчику в наступному обсязі:

- для мереж $0,4\text{кВ}$ – від 1 тис. точок обліку до 5 тис. точок обліку;
- для мереж 10кВ – від 20 до 70 точок обліку;
- для мереж 35кВ та вище - від 5 до 15 точок обліку.

Впровадження практики постійного вдосконалення управління реалізацією технічною політикою у сфері систем обліку електроенергії з віддаленим збиранням даних; об'єктивну оцінку результатів реалізації технічної політики.

Впровадження практики технічного та економічного обґрунтування застосування нових систем та пристроїв автоматизації для обліку електричної енергії.

На основі стандарту про технічну політику актуалізувати порядок планування та виконання робіт із створення (модернізації) систем обліку електроенергії, в т.ч. виконання програм перспективного розвитку систем обліку електроенергії у розподільчому електромережевому комплексі на роздрібному ринку електроенергії

3.4 Висновки до розділу 3

В даному розділі виконано розгляд принципу побудови автоматизованої системи контролю та обліку електроенергії. Система АСКУЕ можна умовно поділити на три основні рівні:

- вимірювально-інформаційний комплекс – перший рівень системи автоматизованого обліку та контролю електроенергії. До складу першого рівня включаються індивідуальні вузли, прилади обліку споживаної електроенергії, вимірювальні трансформатори напруги та струму, а також вторинні вимірювальні ланцюги тка та напруги;

- другим рівнем побудови системи автоматизованого контролю, обліку електроенергії є інформаційно-обчислювальний комплект електроустановки. До складу комплексу входять такі компоненти як: GSM/GPRS модем, перетворювач цифрових інтерфейсів, пристрої для збирання та передачі даних показань, різні типи PLC модемів, канали зв'язку між компонентами та пристроями. За допомогою інформаційно-обчислювального комплексу АСКУЕ здійснюється процес збору даних та показань з індивідуальних вузлів, приладів обліку для їхнього подальшого транспорту на третій рівень системи;

Інформаційно-обчислювальний комплекс (ІВК) – третій рівень ПС АСКУЕ. ІВК третього рівня включає сервер опитування, сервер бази даних, сервер обробки отриманої інформації системи з програмним забезпеченням.

Розглянуті основні технічні рішення та компонентні модулі із зазначенням характеристик, функцій та інструкцій з монтажу та конфігурування.

Так само у другому розділі було розглянуто організаційно-технічні складові електроспоживання та описано переваги від запровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії.

Внаслідок впровадження автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії з'являється можливість звести до мінімуму, а в деяких випадках повністю виключити низку економічних втрат в електричних мережах.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Організаційно-технічні заходи захисту

Ізолювання та огороження струмопровідних частин електрообладнання.

Дотик до струмоведучих частин завжди може бути небезпечним, навіть у мережі напругою до 1000 В із ізолюваною нейтраллю та малою ємністю. Нерідко небезпечне навіть наближення до струмоведучих частин. Щоб виключити можливість дотику або небезпечного наближення до неізолюваних струмоведучих частин, повинна бути забезпечена недоступність останніх за допомогою огорожі або розташування струмопровідних частин на недоступній висоті або в недоступному місці.

1. Застосування блокувань

Блокування використовуються для забезпечення недоступності неізолюваних струмопровідних елементів. Вони застосовуються в електроустановках, в яких часто виконуються роботи на огорожуваних струмопровідних частинах (випробувальні стенди, установки для випробування ізоляції підвищеною напругою тощо). Блокування встановлюються також в електричних апаратах - рубильниках, пускачах, автоматичних вимикачах та інших пристроях, що працюють в умовах підвищених вимог безпеки.

Блокування застосовуються також для попередження помилкових дій персоналу при перемиканнях в розподільчих пристроях і на підстанціях.

2. Переносні заземлення

Це тимчасові заземлення, які призначені для захисту від ураження струмом персоналу, що виконує роботи на відключених струмопровідних частинах електроустановки, при випадковій появі напруги на цих частинах (наприклад- заходів, що додатково заземлює провідник, металевий ланцюг, що стосується землі).

3. Контроль, профілактика ізоляції, виявлення її пошкоджень, захист від замикань на землю

Контроль ізоляції – це вимір її активного опору з метою виявлення дефектів та попередження замикань на землю та коротких замикань. Для профілактики ізоляції здійснюють періодичний та постійний її контроль.

4. Захисне заземлення

Це навмисне електричне з'єднання із землею або її еквівалентом металевих невідповідних частин, які можуть опинитися під напругою. Метою захисного заземлення є зниження до малого значення напруги щодо землі на провідних неструмопровідних частинах обладнання. Захисне заземлення застосовується у мережах із ізолюваною нейтраллю напругою до 1 кВ.

Принцип дії захисного заземлення ґрунтується на перерозподілі падінь напруги на ділянках ланцюга: фаза – земля та корпус – земля. За наявності заземлення зменшується напруга, під яку потрапляє людина.

5. Подвійна ізоляція

Подвійна ізоляція - це електрична ізоляція, що складається з робочої та додаткової ізоляції. Вона є надійним та перспективним засобом захисту людини від ураження електричним струмом. Електрообладнання, виготовлене з подвійною ізоляцією, маркується спеціальним знаком. Особливо ефективна захисна дія подвійної ізоляції в електроінструменті.

6. Захисний занулення

Захисне занулення як захисний захід застосовується в мережах із глухозаземленою нейтраллю напругою до 1 кВ. Це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих невід'ємних частин, які можуть опинитися під напругою.

Метою занулення є усунення небезпеки ураження людини під час пробією на корпус обладнання однієї фази мережі.

7. Захисне відключення.

Захисне відключення є ефективним і дуже перспективним заходом захисту. Захисним відключенням називається швидкодіючий захист, що забезпечує автоматичне відключення електроустановки у разі виникнення в ній небезпеки ураження струмом. Основними характеристиками пристроїв

захисного відключення (ПЗВ) є: значення струму витoku, на яке реагує пристрій, що називається уставкою, та швидкодія.

4.2 Виробнича санітарія

Під впливом різних виробничих шкідливостей безпосередньо у процесі праці формується одне з трьох якісно певних функціональних станів організму: нормальний, прикордонний (між нормою та патологією) та патологічний.

Характерні ознаки кожного із трьох функціональних станів організму служать фізіологічною шкалою щодо тяжкості робіт. Розроблена НДІ праці класифікація виділяє 6 категорій тяжкості робіт в залежності від ступеня впливу умов праці на людину.

До першої категорії тяжкості відносяться будь-які види робіт, які виконуються в оптимальних умовах довкілля. Тут трудове навантаження точно пропорційне фізіологічними можливостями людини і відповідає його здібностям.

До другої категорії тяжкості належать такі роботи, внаслідок виконання яких нормальний стан організму практично не змінюється. Можливі зміни функціонального стану організму відновлюються під час регламентованого відпочинку чи відпочинку після роботи. Ця категорія тяжкості свідчить у тому, що віднесена сюди робота виконується у сприятливій умови праці.

До третьої категорії тяжкості відносяться роботи, під час виконання яких в організмі людини через підвищене навантаження або не цілком сприятливі умови праці формується початкова стадія прикордонного функціонального стану. Основною ознакою третьої категорії тяжкості є уповільнення фізіологічних функцій. Уповільнюється виконання нормальних робочих операцій (завдань), знижується індивідуальна продуктивність праці.

До четвертої категорії тяжкості відносяться роботи, при виконанні яких в організмі виконавця формується глибокий функціональний прикордонний стан. Для цієї категорії характерне зниження працездатності, підвищується рівень

загальної захворюваності, з'являються виробничо обумовлені захворювання, зростає кількість та тяжкість виробничих травм.

До п'ятої категорії тяжкості відносяться роботи, при виконанні яких в організмі людини формується патологічний функціональний стан внаслідок надмірного навантаження та несприятливих санітарно-гігієнічних умов середовища. Роботи п'ятої категорії тяжкості викликають хронічні виробничо-обумовлені захворювання, професійні хвороби.

До шостої категорії тяжкості відносяться роботи, у виконанні яких чітко з'являються ознаки патологічного функціонального стану в організмі людини на ранніх стадіях. Для цієї категорії тяжкості характерна велика кількість професійних захворювань, які виявляються рано і набувають тяжкого перебігу.

При монтажі електрообладнання роботи можуть виконуватись у будь-яку пору року за винятком дощу, грози, температури нижче мінус 25 °С, при сильному вітрі. Для персоналу обслуговуючого обладнання, місцем постійного перебування є приміщення в будівлі районних електричних мереж, приміщенні знаходиться засіб зв'язку, засоби індивідуального захисту та інструменти. У приміщенні підтримується температура повітря близько 22-24 градусів, з оптимальною вологістю повітря в межах 40-60%, швидкість руху повітря 0,1-0,2 м/с. Є природна вентиляція.

Захист від електромагнітних полів

До основних методів захисту від електромагнітних полів слід віднести раціональне розміщення випромінюючих та опромінюючих об'єктів, що виключають або послаблюють вплив випромінювання на персонал; обмеження місця та часу знаходження працюючих в електромагнітному полі; захист відстанню, тобто. видалення робочого місця джерела електромагнітних випромінювань; використання поглинаючих або відбивних екранів; застосування засобів індивідуального захисту та деякі ін.

Захист від шуму та вібрації

Основними джерелами промислового шуму трансформатори. Найбільш раціональний спосіб зменшення шуму – зниження звукової потужності його джерела.

Цей спосіб боротьби з шумом зветься зменшення шуму в джерелі його виникнення. Зниження механічних шумів досягається: поліпшенням конструкції машин і механізмів, заміною деталей із металевих матеріалів на пластмасові, заміною ударних технологічних процесів на ненаголошені.

Основні методи захисту від вібрації поділяються на великі групи:

- зниження вібрації у джерелі її виникнення;
- зменшення параметрів вібрації шляхом її поширення джерела.

Важливо, щоб власні частоти вібрації агрегату чи установки не збігалися із частотами змінних сил, що викликають вібрацію. В іншому випадку може виникнути резонанс, внаслідок чого різко збільшиться амплітуда коливань (вібропереміщення) пристрою, що може призвести до його поломки або руйнування. Виключити резонансні режими роботи обладнання і тим самим знизити рівень вібрації можна шляхом зміни маси і жорсткості віброуючої системи, або, встановленням нового режиму роботи агрегату.

Наступний метод захисту від вібрації називається вібродемпфуванням (вібропоглинанням), під яким розуміють перетворенням енергії механічних коливань системи теплову. Хорошу вібродемпфуючу здатність мають і традиційні матеріали: пластмаси, дерево, гума. Значний ефект досягається при нанесенні на деталі, що коливаються, вібропоглинаючих покриттів.

4.3 Основні способи захисту в надзвичайних ситуаціях

Захист від вражаючих чинників надзвичайних ситуацій мирного і військового часу досягається максимальним здійсненням усіх захисних заходів відповідно до положення „Про єдину державну систему запобігання та реагування на НС техногенного та природного характеру”, найкращим

використанням усіх способів і засобів. Основними способами захисту населення в надзвичайних ситуаціях є:

- евакуація населення;
- інженерний захист населення і територій;
- радіаційний і хімічний захист;
- медичний захист.

Укриття населення в захисних спорудах.

Захисні споруди поділяються на сховища, протирадіаційні укриття (ПРУ) і споруди подвійного призначення.

Споруди подвійного призначення забезпечувати захист від розрахункової дії вражаючих чинників ядерної зброї і звичайних засобів ураження (без урахування прямого попадання), бактерійних (біологічних) засобів, отруйних речовин, а також, при необхідності, від катастрофічного затоплення, аварійно хімічно небезпечних речовин, радіоактивних продуктів при руйнуванні ядерних енергоустановок, високих температур і продуктів горіння при пожежах.

Протирадіаційні укриття призначені для забезпечення захисту від дії іонізуючих випромінювань при радіоактивному зараженні (забрудненні) місцевості і допускають безперервне перебування в них розрахункової кількості впродовж двох діб.

Сховища – це споруди, які забезпечують частковий захист від повітряної ударної хвилі, світлового випромінювання і уламків зруйнованих будівель, а також знижують дію проникаючої радіації і радіоактивних випромінювань, крім того захищають від негоди і інших несприятливих умов.

До сховищ відносяться:

- траншеї;
- підвали і підпілля (з лісоматеріалів і інших місцевих матеріалів);
- землянки, навіси;
- цокольні і перші поверхи знань і інші заглиблені приміщення.

Евакуація населення

Евакуація населення – комплекс заходів по організованому вивезенню (виводу) населення із зон надзвичайної ситуації або вірогідної надзвичайної ситуації (НС) природного і техногенного характеру і його короткочасному розміщенню в завчасно підготовлених за умовами першочергового життєзабезпечення безпечних (поза зонами дії вражаючих чинників джерела НС) районах. Евакуація вважається закінченою, коли увесь суб'єкт евакуації населення буде вивезено (виведено) за межі зони дії вражаючих чинників джерела НС у безпечні райони.

Евакуація планується і здійснюється автомобільним і залізничним транспортом, незалежно від форм власності і не зайнятого військовими і іншими особливо важливими перевезеннями по мобілізаційних планах.

Евакуйоване населення розміщується в громадських і адміністративних будівлях (санаторіях, пансіонатах, будинках відпочинку, дитячих оздоровчих таборах і т. д.), житлових будинках незалежно від форм власності і відомчій підлеглості, в опалюваних будинках дачних кооперативів і садівничих товариств на підставі ордерів (приписів), що видаються органами місцевого самоврядування.

Застосування засобів індивідуального захисту

По призначенню засобу індивідуального захисту підрозділяються на засоби індивідуального захисту органів дихання і засобу захисту шкіри.

До засобів індивідуального захисту органів дихання фільтруючого типу, відносяться протигази, респіратори і прості засоби захисту типу протипилових тканинних масок і ватно-марлевих пов'язок.

До засобів захисту шкіри відноситься спеціальний захисний одяг, що виготовляється з прогумованих і інших тканин ізолюючого типу, а також побутовий одяг з поліетиленових і інших волого- і пиленепроникних матеріалів.

Заходи медичного захисту плануються заздалегідь і включають:

- прогноз медико-санітарних наслідків можливих НС;
- створення сил і засобів медичної служби і підтримка їх в готовності до дій з призначення;

- створення гарантованих запасів медико-санітарного майна з урахуванням характеру і масштабу можливих НС, у тому числі і медичних засобів індивідуального захисту.

Конкретні заходи по захисту працівників організації і усього населення у разі виникнення ЧС передбачаються планами дій з попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру організацій і органів влади.

Дії працівників організації у разі загрози НС носять попереджувальний характер: зміцнення будівельних конструкцій, закриття, при необхідності вікон щитами, створення запасу продуктів і води на 2 ÷ 3 діб на випадок евакуації у безпечний район, підготовка автономних джерел освітлення і тому подібне

При виникненні надзвичайної ситуації – відключається електро- і газопостачання, гаситься вогонь в печах. Подальші дії залежать від виду природної НС, наприклад укриття в найбільш безпечних, внутрішніх приміщеннях будівель, що не мають віконних отворів.

Багато в чому конкретний порядок дій працівників організацій у випадках загрози і виникнення НС визначається Планом дій з попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру організації

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній проведено аналіз існуючої системи збору даних показів індивідуальних приладів обліку споживачів електричної енергії. Здійснено розробку автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії для побутових споживачів РЕМ

У діючій системі організації обліку електроенергії споживачі енергоресурсів самостійно надавали покази приладів обліку, у цьому випадку були виділені недоліки діючої системи:

- неповнота наданих даних;
- невчасність передачі показів приладів обліку;
- недостовірність наданих показів;
- велика кількість споживачів ведуть розрахунок за приладами обліку з низькою точністю, та невідповідним вимогам;
- необхідність систематичних обходів точок обліку електроенергії контролерами, обслуговуючим персоналом енергопостачальної організації;
- несанкціоноване споживання електроенергії;
- самовільні підключення до електромереж, що складно виявляються.

Більша кількість перерахованих вище проблем дозволяє вирішити впровадження АСКОЕ. У КРМ представлено опис системи автоматизованого контролю та обліку електроенергії, види технічних засобів та пристроїв, що входять до системи.

Розглянуто технічні вимоги енергопостачальних організацій до системи та компонентів АСКОЕ, наведено рекомендації щодо монтажу основних компонентів та їх налаштування.

Застосування системи АСКОЕ для збору показів з індивідуальних приладів обліку побутових споживачів має ряд переваг:

- автоматичне віддалене зчитування параметрів приладів обліку електричної енергії;
- зведення до мінімуму людського фактора під час записування

показів приладів обліку;

- віддалене сервісне обслуговування;
- відстеження аварійних ситуацій;
- зниження трудовитрат на обходи персоналом та перевірки;
- моніторинг параметрів якості електроенергії у всіх точках

постачання;

- можливість зняття параметрів приладу для побудови будь-якого виду звітів та прогнозування споживання;

- використання приладів обліку, які відповідають усім нормам електропостачання.

Таким чином, встановлення АСКОЕ допоможе вирішити низку вищевикладених проблем, значно спростити роботу зі споживачами та підвищити точність розрахунків за електроенергію.

Було розглянуто організаційно-технічні складові електроспоживання та описано переваги від запровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії.

Внаслідок впровадження автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії з'являється можливість звести до мінімуму, а в деяких випадках повністю виключити низку економічних втрат в електричних мережах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Блінов, І. В. Оптовий та роздрібний ринок електричної енергії [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / І. В. Блінов, Є. В. Парус ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,85 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 291 с. – Назва з екрана.
2. Крижанівська, М. О. Розробка алгоритму взаємодії при інтеграції енергетичних ринків України та країн ЄС : магістерська дис. : 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Крижанівська Марина Олексіївна. – Київ, 2022. – 146 с.
3. «Інтелектуальні системи в електроенергетиці. Теорія та практика: навчальний посібник. / Стаднік М.І., Видмиш А.А., Штуць А.А., Колісник М.А. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 332 с.
4. Буцьо З. Ю., Мартинюк В. І. Аналіз втрат електричної енергії в електромережах усіх рівнів напруги в енергосистемах провідних зарубіжних країн та України. Енергетика та електрофікація, № 2, 2020 р.
5. Шинкар, В. А. Автоматизований облік електроенергії в електричних мережах : магістерська дис. : 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітньо-професійна програма «Електричні системи і мережі» / Шинкар Владислав Андрійович. – Київ, 2022. – 66 с.
6. Свідницький М. М. Пристрій обліку електричної енергії в режимі реального часу / М. М. Свідницький, В. І. Буркало, Я. О. Філюк // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 27-28 листопада 2019 року. — Т : ТНТУ, 2019. — Том 3. — С. 58. — (Електротехніка та енергозбереження).
7. Бабюк С. М. Зменшення втрат електроенергії в комунальній мережі міста / С. М. Бабюк, В. В. Комарський // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі

сучасних технологій“, 16-17 листопада 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — Том 3. — С. 92. — (Електротехніка та енергозбереження).

8. 11. НКРЕКП постанова Про затвердження Кодексу комерційного обліку електричної енергії від 14 березня 2018 р. №311: [Електрон. ресурс]. - Режим доступу <https://www.nerc.gov.ua/?id=31799>

9. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво "Форт", 2017. - 760 с.

10. ДСТУ EN 50160:2014 Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2010, IDT)

11. Довгань П.І. Підвищення ефективності енергообліку Збараського РЕМ шляхом впровадження АСКОЕ для споживачів с. Старий Вишнівець: кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю „141 — електроенергетика, електротехніка та електромеханіка“ / П. І. Довгань. — Тернопіль: ТНТУ, 2022. — 70 с.

12. Vakulenko, O., Sysak, I., Babiuk, S., & Bunko, V. (2021, December). Features of the enameled wires insulation diagnosing by voltage. In Proceedings of the International Conference „Advanced applied energy and information technologies 2021”, 2021 (pp. 27-32). TNTU, Zhytomyr «Publishing house „Book-Druk “» LLC.

13. П.Євтух. Облік електроенергії при несинусоїдальних і несиметричних режимах у мережах електропостачання міст / П.Євтух, С.Бабюк, Т.Кислиця // Вісник ТНТУ. — 2013. — Том 70. — № 2. — С.183-189.

14. Design of an intelligent system to control educational laboratory equipment based on a hybrid mini-power plant. Orobchuk, B., Buniak, O., Babiuk, S., Sysak, I. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2023, 2(9-122), pp. 59–72. ISSN 1729-3774

15. Orobchuk B., Sysak I., Babiuk S., Rajba T., Karpinski M., Klos-Witkowska A., Szkarczyk R., Gancarczy J. Development of simulator automated dispatch control system for implementation in learning process. 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS). IEEE, Buharest, vol. 1, September 2017, pp. 210–214.

16. Аналіз та впровадження АСКОЕ на підприємствах/ Ю.С. Олійник/ Стаття/[Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту: http://www.hups.mil.gov.ua/periodicapp/article/16482/soi_2016_3_50.pdf.

17. Мартиненко В. І. Дослідження ефективності автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії побутових споживачів / В. І. Мартиненко, Д. О. Босий // Електрифікація трансп.. - 2018. - Вип. 15. - С. 99-108. - Бібліогр.: 10 назв. - укр.

18. Бабюк С. М. Підвищення енергоефективності підприємств за рахунок контролю характеристик режимів електропостачання / С. М. Бабюк, М. Д. Приймак, Р. В. Паськів // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 16-17 листопада 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — Том 3. — С. 90–91. — (Електротехніка та енергозбереження).

19. Vakulenko, O., Sysak, I., Babiuk, S., & Bunko, V. (2021, December). Features of the enameled wires insulation diagnosing by voltage. In Proceedings of the International Conference „Advanced applied energy and information technologies 2021”, 2021 (pp. 27-32). TNTU, Zhytomyr «Publishing house „Book-Druk “» LLC.

20. Design of an intelligent system to control educational laboratory equipment based on a hybrid mini-power plant. Orobchuk, B., Buniak, O., Babiuk, S., Sysak, I. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2023, 2(9-122), pp. 59–72. ISSN 1729-3774

21. Orobchuk B., Sysak I., Babiuk S., Rajba T., Karpinski M., Klos-Witkowska A., Szkarczyk R., Gancarczy J. Development of simulator automated dispatch control system for implementation in learning process. 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS). IEEE, Buharest, vol. 1, September 2017, pp. 210–214.

22. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» / В.С. Стручок –Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.