



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ  
ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри електротехніки,  
електромеханіки та електротехнологій  
Окушко О.В**

\_\_\_\_\_ (ПІБ)  
(підпис)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

## ЗАВДАННЯ

### ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

**Пархомчуку Андрію Івановичу**

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: **«Розробка програмно-апаратного комплексу моніторингу та регулювання витрат енергоносіїв в навчальних корпусах НУБіП України»**

керівник магістерської роботи: Наливайко Віталій Адамович, к.т.н., доцент.

Затверджена наказом ректора НУБіП України від \_\_\_\_\_ .2022 р. № \_\_\_\_\_ „С”.

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_ 5.11.2025 \_\_\_\_\_.

Вихідні дані до магістерської роботи:

Завдання кафедри на дипломне проектування. Матеріали обстеження об'єкту дослідження.

Нормативні документи по проектуванню енергетичних об'єктів. Наукова література з тематики магістерських робіт

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Організація енергетичного аудиту.
2. Розрахунок електричних навантажень.
3. Розробка автоматизованої системи обліку електроенергії.
4. Розробка програмного забезпечення автоматизованої системи обліку електроенергії..
5. Організація енергетичного аудиту.
6. Організаційні та технічні заходи з енергозбереження.

Дата видачі завдання 26.02.2023 р.

**Керівник магістерської роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Наливайко В.А.**  
(ПІБ)

**Завдання прийняв до виконання**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Пархомчук А.І.**  
(ПІБ)

## **Анотація:**

**Актуальність роботи.** У сучасних ринкових умовах господарювання серед багатьох різноманітних проблем, пов'язаних із забезпеченням нормального та ефективного розвитку підприємств і організацій, найважливішою і вирішальною є проблема ефективного використання енергетичних ресурсів.

В військовий час та значного подорожчання енергоносіїв, витрати на енергію – надто велика розкіш, сьогодні в НУБіП України управління енергоефективністю є одним із найважливіших напрямів економічної діяльності. Університет розробив «Комплексну науково-технічну програму управління енергоефективністю на 2022-2026 роки», яка власне передбачає підвищення рівня енергоефективності.

**Мета роботи.** обґрунтувати вибір програмно-технічного комплексу прогнозування та споживання електроенергії для моніторингу та регулювання споживання електроенергії в навчальних корпусах НУБіП України.

### **Завдання:**

- надати загальну стратегію організації енергоаудиту;
- розвивати систему гарантованого електропостачання;
- розробити автоматизовану систему управління електроспоживанням;
- обґрунтувати вибір програмного забезпечення автоматизованої системи технічного обліку електроенергії;
- організувати енергоменеджмент та енергоаудит;
- здійснювати заходи з енергозбереження та захисту навколишнього середовища.

**Предметом дослідження** є процеси моніторингу та регулювання споживання електроенергії в навчальних корпусах та гуртожитках НУБіПУ.

**Предметом дослідження** є закономірності, моделі та методи побудови системи моніторингу та регулювання споживання електроенергії для прогнозування споживання електроенергії в навчальних корпусах НУБіТ України.

**Методи дослідження** Щоб досягти мети, що була поставлена крім абстрактних - логічні та обчислювальні. Методи в розробці теорія досліджень – методи математично моделювання; розробка системи моніторингу - розрахунок і планування та ін.

**Теоретична цінність** Отримані результати полягають в обґрунтуванні структури системи контролю та регулювання споживання електроенергії та її реалізації.

**Ключові слова:** енергоносії, моніторинг електроенергії, регулювання електроенергії, прогноз споживання електроенергії, енергетичне обстеження, енергоменеджмент, засоби обліку, ЛУСОД.

## ЗМІСТ:

ВСТУП .....	7
ПЕРЕЛІК ЧАСІВ, ПОКАЗНИКІВ, ОДИНИЦЬ, ЗВ'ЯЗКУ ТА ТЕРМІНІВ .....	8.
РОЗДІЛ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГОАУДИТУ .....	9
Законодавче та нормативне забезпечення енергоаудиту в Україні .....	9
1.2 Порядок організації енергетичних досліджень .....	10
1.3 Принципи енергоаудиторської діяльності.....	13
1.4. Зміст заходів з енергонагляду.....	14
1.5 Призначення та призначення енергетичного обстеження .....	15
1.6 Акт енергетичного обстеження .....	
1.7. Існуюча система обліку електроенергії .....	17
РОЗДІЛ 2. РОЗВИТОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ .....	18.
2.1 Розрахунок електричних навантажень .....	19
2.2 Розрахунок і вибір потужності споживача ТП. ....	19
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ ТА КОНТРОЛЮ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ .....	25.
3.1. Загальні вимоги до влаштування та експлуатації приладів обліку споживання електроенергії та контролю. ....	26
3.2. Вимоги постачальника до встановлення та експлуатації трифазних комплексних (багатотарифних) лічильників, що використовуються в ЛУСОД .....	27
3.3. Розробка схеми лічильника електроенергії .....	35
3.4. Вибір відповідального за збір даних .....	37
ГЛАВА 4. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРОГРАМ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОМЕРЦІЙНОГО ЕЛЕКТРООБЛІКУ .....	39 .
Мета і завдання реалізації 38 .....	
4. 2. Програмний продукт «Енергетичний центр» .....	39
4. 3. Автоматизоване енергорегулювання на робочому місці .....	43

4. 4. Система сповіщень користувачів .....	47
4. 5. Налаштування автоматизованого лічильника .....	49
4.6. Проектування х планів автоматизованих зйомок .....	50
4. 7. Аналіз асиметрій .....	54
4.8. Аналіз цілісності даних .....	57
4.9. Аналіз цілісності запиту .....	59
4.10. Аналіз макетів надсилання/отримання .....	61
4.11. Аналіз частоти опитування за б1 пунктом .....	62
4.12. Метричний аналіз .....	63
4.13. Аналіз часу лічильників .....	64
4.14. Межа .....	65
4.15. Визначення збитку .....	66
ГЛАВА 5. ОРГАНІЗАЦІЯ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ .....	67
5.1. Комплексна науково-технічна програма енергозбереження .....	68
5.2. Організація моніторингу, збору та обробки даних із засобів вимірювання електроенергії .....	68
5.3 Прогноз споживання електроенергії .....	69
5.4 Аналіз та обробка інформації на ЕОМ .....	75
РОЗДІЛ 6: ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНІ ЗАХОДИ .....	85
РОЗДІЛ 7. ОХОРОРОНА ПРАЦІ .....	87
ВИСНОВКИ .....	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	95

# ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

## Умовний значення

T - час

W - рік Витрати електрика

I - електричний струм

U - напруга

P - ефект

n - частота обертання

S - площа

S<sub>n</sub> - номінальний потужність трансформатор

S<sub>n</sub> - попередній Завантаження трансформатор

R - активний вгору:

R<sub>0</sub> бетон \_ вгору:

k - коефіцієнт доставити

## Знак .

~ - змінний струм

= - постійний струм

## бали :

кВт\*год ; кВ·А ; кВт/ год ; ОДИН; Близько \_ мм; км м Ом / км; ° S :

## Абревіатура :

Це технічно обслуговування

PR - поточний ремонт

АД - асинхронний двигун

## ВСТУП:

Під час воєнного стану та значного подорожчання енергоносіїв, витрати на енергію – надто велика розкіш, сьогодні в НУБіП України управління енергоефективністю є одним із найважливіших напрямів економічної діяльності. Університет розробив «Комплексну науково-технічну програму управління енергоефективністю на 2022-2026 роки», яка передбачає цілий комплекс потенційних заходів з енергозбереження.

Стає очевидним те, що для подолання кризи в енергетиці, досягнення енергетичної незалежності країни необхідно розвивати сучасну культуру енергозбереження в усіх сферах життя. Енергетичну обізнаність серед молоді можна розвинути лише на реальних прикладах підвищення енергоефективності.

Університет як суб'єкт господарювання має бути найважливішим інноваційним майданчиком для поширення досвіду та кращих практик енергозбереження для виховання та навчання молодих спеціалістів сучасного покоління, для яких існує ощадливе ставлення до споживання енергії, стане основою професійної та громадської діяльності.

Ефективне використання енергетичних ресурсів неможливе без дотримання певних стратегічних принципів енергоменеджменту університету. Основні положення такої стратегії відображені в програмі розвитку НУБіПУ в Україні «ГОЛОСІВСЬКА ІНІЦІАТИВА – 2026», а практичні інструменти її реалізації сформульовані в «Комплексній науково-технічній програмі управління енергоефективністю в НУБіПУ.

Значне підвищення тарифів створило значні проблеми з бюджетуванням витрат на енергопостачання в нашому університеті. Одразу університет був залучений до розробки проектно-кошторисної документації та здійснив за грантові інвестиції термомодернізацію навчальних корпусів та 3 гуртожитку. На даний момент вже виконано термомодернізацію 11 навчальних корпусів та частково 6 студентських гуртожитків.

Національний університет біоресурсів і природокористування України кілька років поспіль розробляє та впроваджує організаційні та техніко-технологічні заходи щодо зниження рівня енергоспоживання та прийняття ефективних управлінських рішень щодо створення нового середовища за рахунок стимулювання енергозбереження.

## **РОЗДІЛ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГОАУДИТУ**

### **Законодавче та нормативне забезпечення енергоаудиту в Україні**

Енергонагляд та енергоменеджмент також певною мірою регулюються Законом України «Про енергозбереження» та «Про електроенергетику».

- ДСТУ 4067-2001. Енергозбереження. Енергоінспекція. Загальні технічні вимоги (Додаток Б).

- ДСТУ 4473 - 2005. Енергозбереження. Системи енергоменеджменту. Загальні вимоги:

- ДСТУ 4714:2007. Енергозбереження. Енергоаудит промислових підприємств. Порядок організації роботи та вимоги.

- ДСТУ 4711:2007 Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Склад і зміст робіт на етапах розробки та реалізації.

- ДСТУ 5073:2008. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Перевірка та контроль працездатності.

- ДСТУ 2332-94 Енергозбереження. Основні положення

- ДСТУ 3052-95 (ГОСТ 30166-95) Ресурсозбереження. Основні положення

- ДСТУ 3564-97 (ГОСТ 30514-97) Енергозбереження. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. Основні положення

- ДСТУ 2153-93 Енергозбереження. Методика визначення економічної ефективності заходів

- Р 50-083-2000 Енергозбереження. Методика оцінки енергетичного стану систем електропостачання промислових підприємств для їх паспортизації

- ДСТУ 3222-95. Енергозбереження. Методика визначення норм споживання електроенергії для гірничих підприємств

- ДСТУ 3882-99 Енергозбереження. Системи електроприводу. Метод аналізу та відбору

- ДСТУ 2801-94 Енергетичний баланс промислового підприємства.

Терміни: Терміни та визначення.

- ДСТУ 2420-91 Енергозбереження. Поняття та визначення.

## **1.2 Порядок організації енергетичних досліджень**

Енергетичний аудит проводиться згідно з положенням про організацію енергоаудиту. (далі – регламент). Положення містить положення про порядок подання, впровадження, видачі та розповсюдження документів про сертифікацію спеціалізованих органів на право проведення енергетичного аудиту (енергетичного аудиту), вид сертифікації прав на їх проведення, а також вимоги до їх отримання. типове юридичне свідоцтво. Також визначено вимоги до проведення енергоаудиту установи, природи та об'єднань, асоціацій та установ.

Регламент: це зобов'язання для спеціальних компаній та установ (далі – спеціальні організації), які сертифіковані або сертифіковані на право проведення енергоаудиту. Діяльність у сфері енергоаудиту та її організаційно-методичне забезпечення Організація діяльності у сфері енергоаудиту та методичне забезпечення, практичне вирішення питань ефективності економічного використання паливно-енергетичних ресурсів, у тому числі облік запасів палива та енергії (далі: ПЕР1 та розробка) заходів з енергозбереження («енергозахист») та обґрунтування бізнес-планів енергетичних проектів у сфері енергетики.

Практична організація та методичне забезпечення енергоаудиту покладається на національний енергетичний департамент, який створено Норвезьким агентством з енергозбереження як державне підприємство, керівником якого є член ЄЕК.

Енергетичне обстеження доручається кваліфікованим фахівцям (далі – енергоаудитори). Енергоаудитором може бути фізична особа з вищою технічною освітою за ОКР спеціальності «бакалавр», «інженер-енергетик» та «електротехніка та електротехніка» - енергетик, теплотехнік, інженер-електрик, інженер-електрик та інженер. інженер з автоматизації ( в соцекономіці ).

### **1.3: Принципи енергетичного аудиту**

Діяльність з енергонагляду базується на таких принципах:

- скорочення та раціональне використання (ПЕР);
- достовірність і повнота інформації про енергоаудит .
- наукова достовірність, об'єктивність і законність результатів енергоаудиту .
- конфіденційність отриманої інформації;

### **1.4. Стратегія енергетичного аудиту**

Енергонаглядова діяльність включає організаційно-методичне забезпечення енергонагляду, енергонагляду та окремих послуг з енергонагляду .

Послуги з енергоаудиту можуть надаватися у формі випробувань або консультацій і включають:

комплексне обстеження об'єктів енергонагляду .

- перевірити відповідність центрів енергооцінки вимогам та нормам чинного законодавства у сфері енергозбереження;

- аналіз ефективності використання варіантів енергозбереження;

- науково-технічні, соціально-економічні та екологічні результати впровадження енергозберігаючих заходів у суб'єкті енергоаудиту .

- розробка бізнес-планів енергозбереження;

- заповнення енергетичних паспортів об'єктів;

- підготовка результатів енергоаудиту;

- регулювання електрообладнання.

Витрати на енергоаудит включені в ціну товару (товарів, послуг).

Орієнтовна структурна схема енергетичного дослідження наведена на рис. 1.1.



Рис. 1.1 – Схема структури енергетичного бачення компанії

## РОЗДІЛ 2. РОЗВИТОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.

### 2.1 Розрахунок електричних навантажень

Використовуйте метод ефективної кількості електричних приймачів для розрахунку навантажень .

Орієнтовна потужність  $R_{об}$  , кВт визначаємо за наступними формулами:

$$P_p = k_{\max} \sum_{i=1}^n (k_{в.і} \cdot P_{вст.і}) , \quad (2.1)$$

де  $P_{рот}$  - встановлена потужність  $i$  -й 3 електроприймач, кВт;

$K_{\max}$  - максимальний коефіцієнт ;

$K_{в}$ - 3 встановлений коефіцієнт використання потужності.

$$k_{в} = \frac{P_{ср.ан.}}{\sum_{i=1}^n P_{вст.і}} , \quad (2.2)$$

де  $R_{ср.ан}$  \_ - середнє навантаження за максимально навантажену зміну, кВт.

$R_{пр}$  - Номінальна потужність електроприймача, кВт .

Активні електроприймачі розділимо на 3 групи з однаковими коефіцієнтами споживання активної енергії. Значення коефіцієнта використання прийнято на основі аналізу продуктивності за даними посилання [13].

Визначимо максимальний коефіцієнт залежно від значення коефіцієнта використання та ефективної кількості споживачів [13].

Ефективна кількість електроприймачів визначається за формулою:

$$N_e = \frac{\left( \sum_{i=1}^n P_{вст.і} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{вст.і}^2} , \quad (2.3)$$

де  $P_{вст.і}$  \_ - встановлена потужність , кВт.

ТП 1855 входи визначаються як сума розрахункової .

Розрахункова реактивна потужність  $N_e < 10$  визначається за формулою:

$$Q_p = 1,1 \sum_{i=1}^n k_{в.і} \cdot P_{вст.і} \cdot \operatorname{tg}\varphi, \quad (2.4)$$

де  $\operatorname{tg}\varphi$  ,

а у випадку, коли  $N > 10$  , за формулою:

$$Q_p = \sum_{i=1}^n k_{в.і} \cdot P_{вст.і} \cdot \operatorname{tg}\varphi, \quad (2,5)$$

Номінальна реактивна потужність по 3 вводах визначається як сума всіх реактивних потужностей 7 груп електроприймачів .

Повна потужність  $S_p$  , кВ·А , визначається за формулою 2.6 .

$$S_p = \sqrt{1,06P_p^2 + Q_h^2} \quad (2,6)$$

$$S_p = \sqrt{1,06 \cdot 87,16^2 + 59,35^2} = 107 \text{ кВ} \cdot \text{А}:$$

Коефіцієнт вхідної потужності.

$$\cos\varphi = \frac{P_p}{S_p} = \frac{87,6}{107} = 0,82 ;$$

## 2.2 Розрахунок і вибір потужності споживача трансформаторної підстанції.

За класифікацією [3] за надійністю електропостачання до II класу відносяться 2 електроприймачі. Розрахунковий ефект точки 5 становить  $P_r = 87,16$  кВт ,  $\cos\varphi = 0,82$ . Підстанція 1855 розташована в НУБіП на території України потужністю  $2 \cdot 380$  кВ·А

Усі споживачі підстанції – це виробничі споживачі, тому ми розраховуємо навантаження після добових максимумів. Сумарне навантаження лінії 0,38 кВ визначається підсумовуванням 4-х розрахункових навантажень на вводах окремих

споживачів, які ми приймаємо за результатами 2-х досліджень та 2-х методичних матеріалів з проектування електропостачання [14.]. Значення розрахункових навантажень, коефіцієнтів потужності на вході споживача наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Розрахункова кількість споживачів, що працюють з ТП-1855

Номер розрахункової схеми та назва об'єкта	$P_p$ , кВт	$\cos\varphi$
1. Навчальний корпус №5	1500	0,81
2. Навчальний корпус №7	2500	0,83
3. Житловий будинок, просп . Сільськогосподарська, 1:	65	0,85
4. Навчальний корпус №8	3500	0,92
5. Навчальний корпус №9	2000	0,80
6. Навчальний корпус №15	2500	0,91
7. Військова кафедра	3000	0,91
8. Швейна майстерня	2000	0,81
9. Школа 116	3500	0,71
10. Навчальний корпус №17	2500	0,81
ВСЕ	29500	

розрахункове - навантаження лінійної ділянки 0,38 кВ (рис. 2.1) визначається за формулою:

$$P_p = P_b + \Delta P(P_m), \quad (2.7)$$

де  $P_b$  – найбільше зі складових навантажень , кВт;

$\Delta P(P_m)$  - надбавка від меншого навантаження, кВт.

Підбір проводів для ЛЕ 0,42 кВ здійснюється за РУМ-10 [18].

Відповідне повне навантаження відповідної ділянки лінії 0,38 кВ.

$$S_{eq} = S_p \cdot k_d,$$

де  $S_p$  – максимальне розрахункове навантаження лінії, кВ·А ;

$k_d$  - коефіцієнт, що враховує динаміку зростання навантаження.

Прийmemo  $k_d = 0,7$  [15].

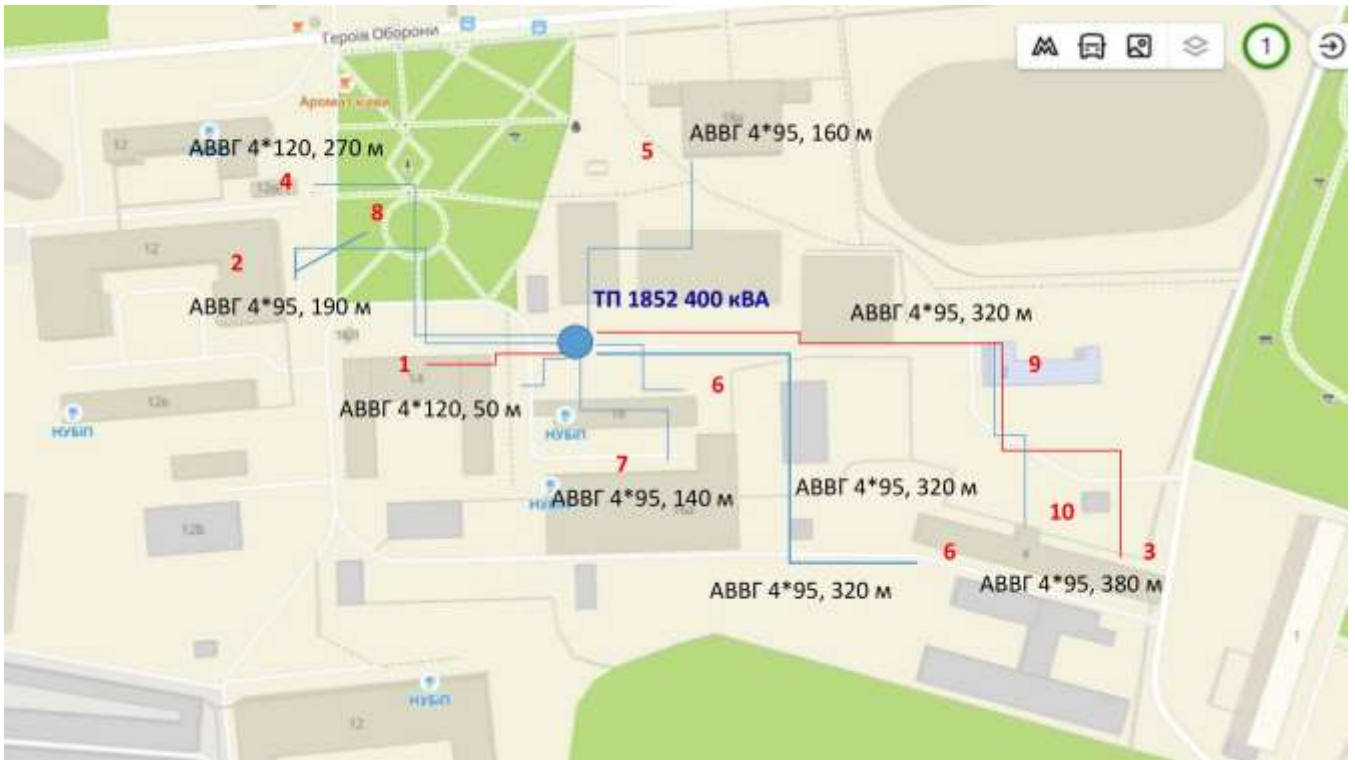


Рисунок 2.1 - розрахункова схема для мережі 0,38 кВ

- |                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1. Навчальний корпус № 3, вул. | 6. Навчальний корпус №13  |
| 2. Навчальний корпус №2, вул.  | 7. Військова кафедра 2.   |
| 3. Житловий будинок,           | 8. Швейна майстерня 3.    |
| 4. Навчальний корпус №9        | 9. Школа 114              |
| 5. Навчальний корпус №10       | 10. Навчальний корпус №12 |

Розрахункова сумарна потужність ділянок лінії.

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi_p}, \quad (2.8)$$

де  $P_p$  - розрахункова активна потужність для 3 ділянок лінії, кВт;  
 $\cos \varphi_p$  - коефіцієнт потужності;

Таблиця 2.2 - Розрахунки для вибору мережевого кабелю 0,38 кВ

Відрізок	$P_p$ , кВт	$S_r$ , кВА	$S_{екв.}$ , кВА	Марка металу
Рядок 1:	4.52:	5.62:2	3.9:3	АВВГ 4*75
Рядок 2:	91,52:	114.3:2	80:3	АВВГ 4*75
Рядок 3:	5:02	6.1:2	4.3:3	АВВГ 4*75

Рядок 4:	22:02	26.8:2	18.8:3	АВВГ 4*75
Рядок 5:	17:02	24.2:2	16:92	АВВГ 4*75
Рядок 6:	39:2	48.7:2	34.1:3	АВВГ 4*75
Рядок 7:	53:2	70,6:2	49,42:3	АВВГ 4*75

площа різання виконується за фактичними втратами напруги;

$$\Delta U \text{ факт } \% < \Delta U \text{ d } \% , \quad (2,9)$$

де  $\Delta U \text{ d } \%$  - допустимі втрати напруги в лінії, % .

Таблиця 2.3 - Розрахунок допустимих втрат напруги в мережі 0,38 кВ

Елементи системи електропостачання		Втрата напруги, % ат	
		101	25:01
Шини 10 кВ РТП		+3,51	-1:1
ПЛ 10 кВ		-5:1	-1,251
Трансформатор 10/0,4 кВ	Постійні переваг Регульований припуск падіння напруги	+51	+51
		+2,51	+2,51
		-4:1	-1:1
становить 0,38 кВ		-7:01	0:1
Відхилення напруги у споживача		0:1	+4,25:1
Допустимі відхилення напруги для споживачів		-5:1	+51

За розрахунками допустиме падіння напруги 0,42 кВ становить 2 % , а фактичне падіння напруги визначається за формулою :

$$\Delta U_{\text{факт}\%} = \frac{\sqrt{3} \sum_{i=1}^n \left( S_{\text{max}_i} \cdot L_i \left( R_{0_i} \cdot \cos \varphi_i + X_{0_i} \cdot \sin \varphi_i \right) \right)}{U_n^2} \cdot 100 , \quad (2.10)$$

де  $S_{\text{max}_i}$  - максимальна потужність 3 ліній, кВ·А ;

$R_{0_i}, X_{0_i}$  - відповідно активний і реактивний опір ділянки 3 лінії, Ом /км;

$L_i$  - довжина  $i$ -ї ділянки 3-ї лінії, км ;

$\cos \varphi_i$  для 3-ї ділянки лінії.

$U_n$  - номінальна напруга мережі, В.

Для найбільш віддаленого споживача фактичні втрати напруги у ВЛ -0,39 кВ визначаються за формулою:

$$\Delta U_{\text{факт}\%} = \sum_{i=1}^n \Delta U_{\text{факт}\%_i}, \quad (2.11)$$

де – сума  $\sum_{i=1}^n \Delta U_{\text{факт}\%_i}$  на лінійних ділянках, %.

Результати розрахунків зведені в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Розрахунок фактичних 5 втрат напруги в мережі 0,38 кВ

Відрізок	l, км	S <sub>г</sub> , кВА	R, кВт	K, ліворуч	r = r <sub>о</sub> · l, Ом	x = x <sub>о</sub> · l, Ом	Зникнення напруги в зоні		Втрата в джерелі	
							В:	%	В:	%
Рядок 1:	0,043	5.62:1	4.5:1	160,6:	0,0294	0,02:	6:77	1.8:	6:77	1.8:
Рядок 2:	0,163	114.3:1	91,5:	84.2:	0,0046	0,06:	4.8:1	01:26	4.8:	01:26
Рядок 3:	0,05	6.1:1	5:00	49.2:	0,0294	0,02:	6.3:1	1.7:	13.03	2.5:
Рядок 4:	0,11:	26.8:1	22:00	61.2:	0,0294	0,02:	6:771	1.8:	6:77	1.8:
Рядок 5:	0,083	24.2:1	17:00	52.8:	0,0294	0,02:	6:771	1.8:	6:77	1.8:
Рядок 6:	0,083	48.7:1	39:	49.2:	0,0294	0,02:	6.3:1	1.7:	13.03	2.5:
Рядок 7:	0,313	70,6:1	53:	6.12:	0,09	0,02:	1.74:1	0,46	14:77	2.96:

– фактична втрата напруги у ВЛ 0,41 кВ для найбільш віддаленого споживача  $\Delta U_{\text{факт}\%} = 4,8\%$ , що менше ніж  $\Delta U_{\text{доп}\%} = 5\%$ . Умова (2.9) виконується.

Розрахункове навантаження на шини 0,41 кВ.

$$P_{\text{RTP}} = P_{\text{P1}} + \Delta P(\text{P P2}) + \dots + \Delta P(\text{P P12}), \quad (2,12)$$

де  $P_{\text{P1}}, P_{\text{P2}}, \dots, P_{\text{P12}}$  - розрахункові навантаження фідерних ліній, кВт

$$P_{\text{RTP}} = 295 \text{ кВт.}$$

Сумарне навантаження шин визначають за формулою:

$$S_{mTn} = \frac{m_{mTn}}{\cos \varphi} = \frac{295}{0,85} = 347 \text{ кВ} \cdot \text{А.}$$

## **РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТА УПРАВЛІННЯ СПОЖИВАННЯМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.**

### **3.1. Загальні вимоги до влаштування та експлуатації приладів обліку споживання електроенергії та контролю.**

На ТП встановлено технічні засоби обліку електричної енергії а також технічні засоби контролю та управління споживанням, 8 одиниць величини електричної енергії та потужності, 12 засобів вимірювальної техніки контролю якості електричної енергії відповідно до вимог ПУЕ-2015. та 7 дизайнерських рішень.

Відповідальність за технічний стан покладається на організацію, яка їх балансує, або організацію, яка їх експлуатує, на підставі відповідного договору.

Відповідальність за збереження та повноту засобів обліку відповідно до Закону про опечатування, а відповідальність за збереження засобів обліку та печаток на них покладається на їх власника або організацію.

Для вимірювання повинні використовуватися засоби вимірювальної техніки, включені до державного реєстру засобів вимірювальної техніки, допущених до використання в Україні.

Засоби для розрахунку за електроенергію визначені згідно ПУЕ-2015, технічних умов (у разі їх надходження) та проектних рішень.

Засоби обліку повинні бути встановлені таким чином, щоб була забезпечена технічна можливість безперешкодного доступу відповідальних співробітників енергетичного та регуляторного агентства, постачальника електроенергії та електропередавальної організації для перевірки рівня та обсягів споживання електроенергії.

### 3.2. Вимоги постачальника до встановлення та експлуатації трифазних комплексних (багатотарифних) лічильників, що використовуються в ЛУСОД

Споживач має право самостійно придбати 8 засіб вимірювальної техніки, що відповідає вимогам Кодексу господарського обліку, Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» та інших актів, що містять вимоги до такого засобу вимірювальної техніки, та надати постачальник послуг комерційного обліку для встановлення на своєму об'єкті відповідно до договору про надання послуг комерційного обліку.

### 3.3. Розробка схеми лічильника електроенергії

Для обліку електроенергії використовуємо електролічильник європейського виробника GAMMA-301 типу G3B.147 12 240.F67.B2.P4.C330.A3.L1.M2 . Дані для лічильників і трансформаторів струму наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. - Загальна характеристика лічильників електричної енергії.

Жодного	Адреса:	тип: пристрій фінансовий облік	Номер одиниці фінансовий облік	тип: фінансовий облік	Коефіцієнт перетворення
1	Київ , вул . Героїв оборони 12	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0105228	P, C:	120:
2	Київ , вул . Родімцева Генерала 16	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0105225	P, C:	120:
3	Київ , вул . Героїв оборони 17	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	04029686	P, C:	120:
4	Київ , вул . Родімцева Генерала 17:	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02379892	P, C:	200
5	Київ , вул . Родімцева Генерала 9	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02379951	P, C:	200
6	Київ , вул . Родімцева Генерала 5	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02632462	P, C:	80:
7	Київ , вул . Родімцева Генерала 5б	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0060671	P, C:	1:

8	Київ , вул . Родімцева Генерала 5б	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	490085	P, C:	60:
9	Київ , вул . Родімцева Генерала 5б	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	490271	P, C:	60:
10	Київ , вул . Родімцева Генерала 8б	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0060996	P, C:	1:
11	Київ , вул . Родімцева Генерала 7б	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0068831	P, C:	1:
12	Київ , вул . Героїв оборони 12	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0105143	P, C:	80:
13	Київ , вул . Родімцева Генерала 71а	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0105215	P, C:	80:
14	Київ , вул . Родімцева Генерала 71а	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0068827	P, C:	1:
15	Київ , вул . Родімцева Генерала 71а	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0068829	P, C:	1:
16	Київ , вул . Бурмістенка 3	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0104846	П:	30:00
17	Київ , вул . Родімцева Генерала 9	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0105144	P, C:	40:00
18	Київ , вул . Героїв оборони 12	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0105199	P, C:	80:
19	Київ , вул . Герої оборони 121ст	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0105211	P, C:	200
20	Київ , вул . Герої оборони 121 ст	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0105193	P, C:	200
21	Київ , вул . Родімцева Генерала 11а	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	490198	P, C:	60:
22	Київ , вул . Родімцева Генерала 11а	NIC 2303 ARC12 380V5-20A	0084750	P, C:	1:
23	Київ , вул . Розваги полковника 12	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02632166	P, C:	160:
24	Київ , вул . Розваги полковника 14	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02631270	P, C:	160:
25	Київ , вул . Васильківська 19	NIC 2303 ARC1 380V5-10A	0104900	P, C:	30:00
26	Київ , вул . Васильківська 15	NIC 2303 ARC1 380V5-10A	0104876	P, C:	30:00
27	Київ , вул . Героїв оборони 12:00	NIC 2303 ARC1 380V5-10A	0105240	P, C:	40:00
28	Київ , вул . Родимцева Генерала 3	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02379878	P, C:	40:00
29	Київ , вул . Родимцева Генерала 2	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02379891	P, C:	40:00
30	Київ , пров . Сільське господарство 2	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02470835	П:	30:00
31	Київ , вул . Родімцева Генерала 12	NIC 2301 AP1 380V5-100A шт	0060510:	П:	1:
32	Київ , вул . Родимцева Генерала 72	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02379942	P, C:	40:00

33	Київ , вул . Родимцева Генерала 74	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02379940	P, C:	40:00
34	Київ , вул . Родимцева Генерала 31а	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02379943	П:	40:00
35	Київ , вул . Родимцева Генерала 1:	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02379947	P, C:	40:00
36	Київ , вул . Родимцева Генерала 2	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02379938	P, C:	40:00
37	Київ , вул . Родимцева Генерала 21	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02379949	П:	40:00
38	Київ , вул . Синій 8:	NIC 2303 ARC1 380V5-10A	0105239	P, C:	60:
39	Київ , вул . Ломоносова 61	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02470977	П:	80:
40	Київ , вул . Ломоносова 52	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02470944	П:	80:
41	Київ , пров . Сільське господарство 11	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	04029829	П:	40:00
42	Київ , вул . Героїв оборони 14	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02470837	P, C:	40:00
<b>НЕДОВІДНІ СПОЖИВАЧІ</b>					
43	Київ , вул . Герої оборони 12а а	GAMA 300 G3B.144.230.F27 (6) 3	03911154	П:	1:
44	Київ, вул . Синій 12	ZMR110CRefRS 380V5-100A	34932181	П:	1:
45	Київ , вул . Герої оборони 14	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02632539	P, C:	30:00
46	Київ , пров . Сільське господарство 21:	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	04029672	П:	30:00
47	Київ , пров . Сільське господарство 4а	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	04029790	П:	20:00
47	Київ , вул . Герої оборони 181а	NIC 2102-02 220V5-60A	7013630	P, C:	1:
49	Київ , вул . Родимцева Генерала 15	NIC 2301 AP1 380V5-100A шт	132953	P, C:	4:
50	Київ , вул . Родимцева Генерала 12а	NIK 2301 AP2 (6) PC/K	0927034	P, C:	1:
51	Київ , вул . Ломоносова 61	NIK 2301 AP2 (6) PC/K	0927431	П:	1:
52	Київ , вул . Генерала Родимцева 4б	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02632878	P, C:	1:
53	Київ , вул . Генерала Родимцева 41	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	02632878	P, C:	1:
54	Київ , пров . Сільське господарство 42	GAMA 302 G3B2 147.240.F47 (6) 3	04029750	П:	20:00

### 3.3 Система обліку електроенергії та організація АСКОЕ

Облік електроенергії, виробленої на об'єктах електроенергетики з альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксового газів, та з використанням гідроенергії, лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями), здійснюється згідно Порядку купівлі електричної енергії за «зеленим» тарифом. Погоджено постановою НКРЕКП від 26.04.2019 № 641.

Комерційний (розрахунковий) облік відпуску/продажу гарантованому покупцю виробленої Сонячною електростанцією ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» електричної енергії та споживання/купівлі електричної енергії, що надійшла із мереж ПрАТ «Київобленерго» на власні потреби, організований відповідно до вимог Кодексу комерційного обліку електричної енергії, діючих НД та Технічних умов виданих ПрАТ «Київобленерго», (і здійснюється в РУ-10 кВ КТП-10/0,4 кВ, в точці PS1, де встановлюється лічильник GAMA300 (клас точності 0,5s).

Технічний облік електричної енергії спожитої на власні потреби сонячної електростанції здійснюється в РУ-0,4 кВ КТП-10/0,4 кВ, де встановлюється лічильник GAMA300 (кл. т. 1,0).

На групі інверторів в КТП-10/0,4 кВ для обліку генерації в точці PS2 встановлено лічильник GAMA300 (клас точності 0,5s).

Лічильник встановити в металевій шафі, що забезпечить наступні умови:

- дверцята, що мають віконце закрите прозорим матеріалом та надають доступ для огляду лічильника;
- унеможливають доступ до лічильників та мають можливість опломбування;
- відстань від дверцят та стінок ящика до корпусу лічильника не менше 5 см.

Комутаційні апарати та трансформатори струму встановити у спеціалізованій шафі не нижче IP30, що унеможливить вільний доступу до трансформаторів струму, ввідних комутаційних апаратів та має можливість опломбування. Лічильники слід встановлювати на висоті 0,8 – 1,7 м від підлоги.

Металеві частини обладнання та устаткування, що за нормальних умов роботи електроустановки не проводять електричний струм, а при виникненні аварійних ситуацій можуть потрапити під його дію необхідно приєднати до існуючого контуру заземлення. З'єднання захисних і заземлювальних провідників між собою, приєднання їх до контуру заземлення необхідно здійснювати за допомогою зварювання або болтового з'єднання (згідно ПУЕ 2.4.39).

Підключення вторинних кіл струму і напруги до лічильників здійснюється кабелем КВВГ 10х2,5 мм<sup>2</sup>. Питомий опір матеріалу проводу, мідь –  $\rho=0,0175$  (Ом\*мм<sup>2</sup>/м).

Для підключення лічильників до вторинних кіл струму і напруги використовується випробувальна коробка НІК КП-25, що відповідає п. 1.5.23 ПУЕ.

Прокладання кабеля здійснюється по існуючих конструкціях.

Всі будівельні та електромонтажні роботи повинні виконуватись кваліфікованим персоналом з дотриманням вимог ДБН А.3.2-2-2009 та ДБН А.3.1-5-2009, Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

## Перевірка трансформаторів струму

На Вводі 10 кВ КТП-10/0,4 кВ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» встановлюються трансформатори струму ТОЛ-10 80/5 кл.т. 0,5s.

На Вводі 0,4 кВ в КТП-10/0,4 кВ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» для обліку виробітку встановлюються трансформатори струму Т-0,66 кл.т. 2000/5 кл.т. 0,5s.

Таблиця №1.1.1.-Розрахунок навантажень вторинних вимірювальних ланцюгів трансформаторів струму, згідно п. 1.5.19 ПУЕ

Місце встановлення	РУ-10 кВ КТП-10/0.4	РУ-0,4 кВ КТП-10/0.4
Найменування фідера	Ввід 10 кВ	Ввід 0,4 кВ
Тип трансформатора струму (ТС)	ТОЛ-10 80/5	Т-0,66 2000/5
Номінальний вторинний струм $I_n$ , А	5	5
Клас точності ТС	0,5s	0,5s
Номінальне вторинне навантаження ( $S_n$ ТС), при $\cos\varphi=0,8$ , ВА	5,0	5,0
Номінальний опір вторинної обмотки ТС, Ом	0,2	0,2
Опір приладів $S_{приб.}$ , Ом	0,008	0,008
Опір контактів $R_k$ , Ом	0,05	0,05
Переріз провідника (матеріал мідь) $S_{каб.}$ , мм <sup>2</sup>	2,5	2,5
Довжина провідника, м	4	3

Опір провідників $R_{np}$ , Ом	0,08	0,08
Сумарний опір $Z_{н.расч.}$ , Ом	0,106	0,094
Розрахункове навантаження ( $S_{расч.}$ ), ВА	2,66	2,36
Завантаження вторинних обмоток, %	53,25	47,19

Розрахунок в Таблиці 1 проведено згідно формул:

$$R_{np} = \frac{l}{\gamma \times S_{каб}}; \quad Z_{н.расч.} = R_{np} + \frac{S_{приб}}{I_n^2} + R_k; \quad S_{расч.} = Z_{н.расч.} \times I_n^2.$$

При,  $\gamma = 57$  См/м – електропровідність міді.

Таблиця №1.1.2.-Розрахунок навантажень вторинних вимірювальних ланцюгів напруги, згідно п. 1.5.19 ПУЕ

№ліч.	Найменування приєднання	Напруга, кВ	Переріз провідни, мм <sup>2</sup>	Довжина провідника, м	Споживана потужність пристроїв, ВА	Струм у вторинному колі, А	Опір вторинних ланцюгів, Ом	Падіння напруги		Відповідність п.1.5.19. ПУЕ <0,25%
								В	%	
1	Ввід 10 кВ КТП-10/0.4	10	2,5	10	1,9	0,011	0,1132	0,002	0,002	Відповідає
3	Ввід 0,4 кВ КТП-10/0.4	0,4	2,5	3	1,9	0,003	0,0226	0,0001	0,00003	Відповідає

Таблиця №1.1.3.-Перевірка вибору трансформаторів струму згідно п. 1.5.17 ПУЕ в точках комерційного обліку

Ліч.	Рр, кВт		U <sub>н</sub> , кВ	cosφ	I <sub>p</sub> , А		Кі ТТ	Ін. ліч., А			Висновок	
	Рр.мах.	Рр.мін.			I <sub>p</sub> .мах.	I <sub>p</sub> .мін.		100%	20%	1%	Режим мах.	Режим мін.
PS1	1296,00	129,6	10	1,0	74,82	7,48	16	5	1	0,05	1<4,68<5	0,05<0,47

Таблиця №1.1.4.-Перевірка вибору трансформаторів струму згідно п. 1.5.17 ПУЕ в точках обліку виробітку електричної енергії СЕС

Ліч.	Рр, кВт		U <sub>н</sub> , кВ	cosφ	I <sub>p</sub> , А		Кі ТТ	Ін. ліч., А			Висновок	
	Рр.мах.	Рр.мін.			I <sub>p</sub> .мах.	I <sub>p</sub> .мін.		100%	20%	1%	Режим мах.	Режим мін.
PS2	1 296,0	129,6	0,4	1	1870,61	187,06	400	5	1	0,05	1<4,68<5	0,05<0,47

Таблиця 1.1.5 – Перелік та характеристики точок обліку

№ п/з	Поз.	Місце встановлення	Точка обліку				Лічильник (ЛЧ)			Трансф. струму	Трансф. напруги
			Найменування	Показник обліку	Втрати		Тип обліку	Тип ЛЧ	Розрах. коеф.		
					в лінії	в трансформ.					

1	PS1	РУ-10 кВ КТП- 10/0,4 кВ	Ввід 10 кВ КТП-10/0,4 кВ	Відпуск/ продаж, Споживання/ купівля	-	-	10	Розрахунковий (A+,A-,R+, R-)	ГАМА300 3x57,7/100В, 5А, кл.т. 0,5s	1600	ТОЛ-10 80/5 кл.т. 0,5s	НТМИ-10 кл.т. 0,5
2	PS2	РУ-0,4 кВ КТП- 10/0,4 кВ	Ввід 0,4 кВ КТП-10/0,4 кВ	Виробіток	-	-	0,4	Технічний (A+,A-,R+, R-)	ГАМА300 3x220/380В, 5А, кл.т. 0,5s	400	Т-0,66 2000/5 кл.т.0,5s	-
3	PS3	ЩВП	Ввід 0,4 кВ ЩВП	Споживання	-	-	0,4	Технічний (A+,A-,R+, R-)	ГАМА300 3x220/380В, 100А, кл.т. 1,0	1	-	-

Перевірка вибору трансформаторів струму виконується, згідно п. 1.5.17 ПУЕ: "Допускається застосування трансформаторів струму з завищеними коефіцієнтом трансформації (за умовами електродинамічної та термічної стійкості або захисту шин), якщо при максимальному навантаженні приєднання струм у вторинній обмотці трансформатора струму становитиме не менше 20% номінального струму лічильника, а при мінімальній робочому навантаженні - не менше 1 %."

Розрахунок струму при максимальному і мініимальному навантаженні приєднання виконується згідно з формулами:

$$I_{p.max.} = \frac{P_{p.max.}}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\phi} \quad I_{p.min.} = \frac{P_{p.min.}}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\phi}$$

Значення струму у вторинній обмотці та умова вибору трансформатора струму, виконується, згідно з формулами:

$$20\% I_n \text{ ліч.} < (I_{p.max.} / K_i TC) < 100\% I_n \text{ ліч.};$$

$$1\% I_n \text{ ліч.} < (I_{p.min.} / K_i TC).$$

Автоматизована система комерційного обліку електроенергії

Мета створення АСКОЕ

– Підвищення точності обліку електроенергії за рахунок використання сучасних приладів обліку високого класу точності і застосування цифрових технологій вимірів, збору і обробки даних.

– Скорочення часу збору й обробки даних, прийняття оперативних управлінських рішень, інформаційної підтримки служб по підготовці комерційних даних для виконання взаєморозрахунків.

- Проведення розрахунків за отриману та відпущену електроенергію в умовах ринку електроенергії.
- Керування енергетичними режимами.
- Визначення всіх складових балансу електроенергії, забезпечення оперативного контролю та аналізу режимів відпуску електричної енергії в енергосистему і її надходження з енергосистеми.
- Передача облікової інформації Адміністратору комерційного обліку відповідно до «Кодексу комерційного обліку електричної енергії».
- Автоматизації процесу вимірювання, збору, обробки, зберігання, відображення, документування та передачі інформації про параметри режимів споживання та генерації електроенергії в точках комерційного обліку.
- Забезпечення комерційного обліку електроенергії відповідно до вимог ринку електроенергії та чинних тарифних угод.
- Забезпечення оперативного контролю режимів надходження та генерації електричної енергії, автоматизованого визначення обсягів генерації та споживання електроенергії в розрахунковій точці обліку та по підприємству в цілому, передачі інформації в АСКОЕ суміжних ліцензіатів ринку електроенергії.
- Формування акту звірки показів лічильника виробленої, відпущеної, прийнятої електроенергії та акту виробітку за 10, 20 днів та за звітний місяць між ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» та ПрАТ «Київобленерго».
- Автоматизація процесу збору, обробки і передачі інформації із всіх точок комерційного обліку електроенергії.
- Забезпечення синхронності вимірів комерційного обліку електроенергії.
- Забезпечення максимальної достовірності отриманої інформації шляхом розрахунків балансів [АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ»](#).
- Забезпечення роботи всіх елементів [АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ»](#) в єдиному розрахунковому часі зі збереженням правил переходу на «літній/зимовий» час.
- Зниження величини комерційних і технічних втрат за рахунок підвищення

точності, достовірності вимірів і оперативності надходження вимірювальної інформації від первинних приладів обліку.

- Захист інформації від несанкціонованого доступу на всіх рівнях її збору та обробки.

- Забезпечення регламентованого доступу до бази даних [АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ»](#).

- Підвищення швидкості обробки та обміну інформацією, оперативності управління режимами енергоспоживання.

- Зменшення комерційних втрат за рахунок підвищення точності, достовірності і одночасності отримання інформації від розрахункових приладів обліку.

- Зменшення долі ручної праці і виключення суб'єктивних факторів, пов'язаних зі зчитуванням показань з розрахункових приладів обліку.

- Забезпечення аналізу енергоспоживання і навантаження на основі графіків.

- Підвищення надійності системи комерційного обліку за рахунок застосування в системі технічних, програмних та організаційних рішень.

- Оперативне виявлення і виключення місць втрат електроенергії.

- Зменшення витрат на обслуговування і ремонт лічильників.

- Автоматизація підготовки звітів, аналітичних матеріалів.

## **Призначення АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ»**

[АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ»](#) призначена для досягнення наступних результатів:

- Підвищення точності комерційного обліку електроенергії завдяки застосуванню в [АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ»](#) електронних лічильників електричної енергії високого класу точності;

- Автоматизації процесу вимірювання, збору, обробки, зберігання, відображення, документування та передачі інформації про параметри режимів виробітку та споживання електроенергії;

- Автоматизації процесу своєчасної передачі інформації про об'єми виробітку та споживання електричної енергії в ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ», в [ПрАТ](#)

«Київобленерго», НЕК «УКРЕНЕРГО», Адміністратору комерційного обліку за допомогою погоджених протоколів обміну та форматів даних.

## Галузь застосування АСКОВ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ».

АСКОВ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» застосовується в галузі комерційного обліку електроенергії ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ».

## Опис процесу, що підлягає автоматизації

Об'єктом автоматизації є система комерційного обліку електричної енергії Дахової сонячної електростанції ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» в ринку електричної енергії України.

Місце розташування – Київська обл., Броварський р-н, с. Княжичі, вул. Медова,2.

Тип об'єкта – Сонячна електростанція дахового розміщення.

Генерацію електроенергії забезпечують 3654 шт. фотоелектричних модулів (ФЕМ) потужністю 390 Вт, що підключаються до 22 інверторів.

В Сонячній електростанції використовуються інвертори Solis-60K-4G, Huawei SUN2000-60KTL потужністю 60,0 кВт та інвертори Huawei SUN2000-36KTL потужністю 36,0 кВт. Номінальна напруга вихідної мережі інверторів 400 В. Безтрансформаторного типу інвертор. Власне споживання інвертора складає – до 1 Вт.

Встановлена потужність (постійний струм) – 1 425,06 кВт.

Встановлена потужність (змінний струм) – 1 296,0кВт.

Розрахункова максимальна вихідна потужність СЕС дорівнює сумі електричних потужностей інверторів та складає:

Найменування виробників електроенергії	Фотоелектричні модулі		Встановлена потужність (постійний струм), кВт	Інвертори		Встановлена потужність (змінний струм), кВт	cos φ
	Всього, шт.	Номінальна потужність, кВт		Всього, шт.	Номінальна потужність		
СЕС загалом	3654	0,39	1 425,06	21	60	1 296,0	0,95
				1	36		

Впровадження АСКОЕ дозволить здійснювати багатотарифний (за зонами доби) облік електроенергії та автоматизувати процес збору даних і формування звітних документів.

Передавання інформації з лічильників здійснюється за допомогою GSM-модемів.

## **Організація каналів зв'язку**

Основний та резервний канал зв'язку для серверу збору та обробки даних і вимірювальної частини АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» здійснюється GSM(GPRS) каналом з використанням GSM-модема з двома слотами для Sim-карт різних операторів мобільного зв'язку.

Основний канал зв'язку для обміну даними між сервером збору та обробки даних АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ», сервером АСКОЕ ПрАТ «Київобленерго» та сервером АСКОЕ НЕК «Укренерго» здійснюється мережею передавання даних Internet (на основі протоколів TCP/IP).

Резервний канал зв'язку для безпосереднього доступу до ПБД лічильника з боку персоналу ПрАТ «Київобленерго» організований за допомогою GSM(GPRS) каналів.

Регламент доступу до ПБД лічильника комерційного обліку розробити на етапі дослідної експлуатації.

Sim-карту для організації безпосереднього доступу з боку персоналу ПрАТ «Київобленерго» надає ПрАТ «Київобленерго».

Зчитування даних здійснюється цілодобово по кожній точці обліку. Порядок зчитування даних визначає адміністратор або оператор (згідно наданих прав) системи, за встановленим регламентом часу, узгодженим з службою обліку ПрАТ «Київобленерго». Сервер АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» автоматично, за заданим розкладом або по команді оператора АСКОЕ, встановлює з'єднання з лічильниками, зчитує дані і зберігає їх у СКБД як первинні (неопрацьовані) дані.

Інформаційна взаємодія між компонентами системи та між АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» і іншими системами повинна здійснюватися в автоматичному або в автоматизованому режимі. У випадку відмови каналів зв'язку і/або окремих

компонентів системи необхідно передбачити можливість ручного введення даних або можливість їхнього переносу з одного компоненту системи на інший у вигляді файлів на магнітному носію або з використанням мережі передачі даних.

### **Обмін даними АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» з суміжними АСКОЕ**

Сервер збору та обробки даних АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» автоматично формує звіт у вигляді погоджених макетів та надсилає його на сервер АСКОЕ ПрАТ «Київобленерго» та сервер АСКОЕ НЕК «Укренерго». Обмін інформацією, з використанням погодинних даних комерційного обліку електроенергії для формування макетів 30817, 30818, 30917, має бути визначено у «Порядку збору, формування та надання даних комерційного обліку електроенергії між Операторами АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ», ПрАТ «Київобленерго». Час і форма макету погоджується з відповідними інстанціями.

Для зчитування даних безпосередньо з ПБД електронних лічильників електроенергії, що включені в АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» використовуються окремі GSM/GPRS-канали.

**АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ»** забезпечує:

– надання Оператором АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» до 9:00 за день до торгового дня в інформаційну систему ДП «Гарантований покупець» погодинних добових графіків відпуску електричної енергії та доступну потужність генеруючих одиниць з розбивкою по технологіях, тарифах/видах генерації/за видом альтернативного джерела та по географічних регіонах.

– надання Оператором АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» починаючи з 15:00 дня, що передує торговому, але не пізніше ніж за 2 години 45 хвилин до розрахункового періоду в інформаційну систему ДП «Гарантований покупець» оновлений графік відпуску електричної енергії та доступну потужність генеруючих одиниць з розбивкою по технологіях, тарифах/видах генерації/за видом альтернативного джерела та по географічних регіонах для кожного розрахункового періоду торгового дня.

– наявність даних АСКОЕ в макеті 30817, який створюється НЕК «УКРЕНЕРГО» для подальшої участі в розрахунках на ринку електроенергії;

– надання даних комерційного обліку в узгоджених форматах зацікавленим сторонам – Операторам АСКОЕ суміжних ліцензіатів ринку електроенергії та прийом від суміжних Операторів даних комерційного обліку, їх аналіз щодо достовірності та можливості погодження;

– щоденне завантаження даних комерційного обліку електричної енергії в систему Market management system;

– передачу прогнозного графіку відпуску електричної енергії та доступної потужності генеруючих одиниць в інформаційну систему ДП «Гарантований покупець» через мережу Internet в узгоджених форматах;

– макети 30818 та 30917 надавати електронною поштою на адресу [asue@centre.npcu.com.ua](mailto:asue@centre.npcu.com.ua) (адреса може змінюватися) у вигляді доданих текстових файлів. Періодичність передачі даних, тема листа електронної пошти та т.і. узгоджуються додатково;

– текстовий файл макету 30817 (добові та погодинні дані електроенергії у МВт\*год) надавати електронною поштою на адреси: [data@centre.npcu.com.ua](mailto:data@centre.npcu.com.ua), [centralnaes@ukr.net](mailto:centralnaes@ukr.net), [ces\\_statist@ukr.net](mailto:ces_statist@ukr.net) у вигляді доданих текстових файлів.

– передачу даних (в узгодженій формі та часу) у вигляді макетів 8111 і 8112 до ВП «Укренергосервіс» НЕК «УКРЕНЕРГО».

Під час обміну даними комерційного обліку між АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» та ПрАТ «Київобленерго» захист внутрішніх комп'ютерних мереж суб'єктів обміну здійснюється за допомогою спеціальної програми. Відповідальність за безпеку внутрішньої комп'ютерної мережі суб'єктів обміну інформацією покладається на служби комп'ютерного забезпечення цих суб'єктів.

## **Монтаж технічних засобів**

Під час монтажу лічильників необхідно дотримуватись вимог безпеки, згідно діючих нормативних документів з техніки безпеки. Тип лічильника, який встановлюється в точці комерційного обліку, погоджується з ПрАТ «Київобленерго» і

розробником [АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ»](#). Монтаж лічильників виконувати, згідно інструкції з монтажу (паспортом, настанови з експлуатації), якою комплектується лічильник.

Підключення інформаційних кіл лічильників до Шафи [АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ»](#), виконувати кабелем типу FTP категорії 5.

Лічильник підключається до кабелю локальної мережі через роз'єм RJ-45 або клеми.

Підключення лічильника здійснюється згідно креслень робочого проекту на АСКОЕ.

Кабелі локальної мережі від лічильника до Шафи АСКОЕ ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» прокладати, згідно креслень робочого проекту на АСКОЕ.

Місця і маршрути прокладання ліній зв'язку уточнюються виконавцем монтажних робіт виходячи із діючої схеми комунікацій об'єкту автоматизації.

Не допускається прокладати лінії зв'язку поруч з колами управління силовим електрообладнанням.

Перед встановленням повинна бути проведена параметризація лічильників згідно рекомендацій листа НКРЕ від 10.0502006 № 05-39-19/2306.

Параметризацію лічильника виконує завод-виробник, або організація (особа), які мають ліцензію або сертифікат на право виконання параметризації даного типу лічильника.

По закінченню параметризації складають «Акт виконаних робіт» до якого додаються протоколи параметризації лічильника.

Металеві частини обладнання та устаткування, що за нормальних умов роботи електроустановки не проводять електричний струм, а при виникненні аварійних ситуацій можуть потрапити під його дію необхідно приєднати до існуючого контуру заземлення. З'єднання захисних і заземлювальних провідників між собою, приєднання їх до контуру заземлення необхідно здійснювати за допомогою зварювання або болтового з'єднання (згідно ПУЕ 2.4.39).

### **3.4. Вибір відповідального за збір даних**

Для передачі даних ми використовуємо системний процесор збору даних КС-02/03.

Процесор (рис. 3.3) – це автономний пристрій, призначений для дистанційного збору, накопичення та передачі інформації про спожиту електроенергію від однофазних та трифазних лічильників електроенергії, обладнаних відповідними інтерфейсами, на сервер. Технічні характеристики пристрою збору даних MCL 5.8 наведено в таблиці 3.3.



Рисунок 3.3 – Контролер збору даних MCL 5.82

Таблиця 3.3 – Специфікації контролера збору даних

Індекс:	значення показника
1. Максимальна кількість одночасно підключених до контролера комп'ютерів, об.	1005
2. Обсяг енергонезалежної пам'яті в контролері, Мб	305
3. Обсяг оперативної пам'яті контролера, Мб	70
4. Частота центрального процесора, МГц	185
Робоча частота радіомодуля , ГГц	2.7
6. Вихідна потужність радіомодуля , дБм	+ 17200
7. Робочий діапазон GSM / GPRS модему, МГц	902/1800/1900
8. Відповідність класам GSM,	Клас 4 (2 Вт на 902 МГц ) Клас 2 (1 Вт на 800/19020 МГц)
9. Номінальна напруга живлення УНОМ, В	230:
10. Діапазон робочих напруг, В	Від 145 до 406
11. Потужність, Вт	не більше 16

### **3.5 Організація розподіленої системи телемеханічного управління та контролю показників якості електроенергії**

В даному розділі проекту описано основні технічні рішення по впровадженню Розподіленої системи телемеханічного управління та контролю показників якості електроенергії (далі – Система ТМ), які повинні бути виконані при введенні Дахової СЕС «НУБІП УКРАЇНИ» в експлуатацію та приєднанні СЕС до електричних мереж ПрАТ «Київобленерго».

Система ТМ проектується згідно вимог побудови АСУТП для відкритих систем. Система ТМ реалізовується на рівні підсистеми нижнього рівня (установки Дахової СЕС ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ»), та з'єднується виділеним каналом зв'язку з існуючими підсистемами верхнього рівня (підсистемою ДП ПрАТ «Київобленерго» та підсистемою ДП РДЦ Центрального регіону НЕК «Укренерго»).

Фізична адреса територіального розміщення вузла Системи ТМ відповідає фізичній адресі розміщення КТП 10/0,4 кВ Дахової СЕС за адресою: Київська обл., Броварський р-н, с. Княжичі, вул. Медова, 2, координати 50°26'54.5"N 30°47'56.0"E (50.448464, 30.798892).

Проектом передбачено видачу сигналів телемеханіки в обсязі телесигналізації (ТС) та телевимірювання (ТВ) стосовно генераційних установок на диспетчерський пункт (ДП) ПрАТ «Київобленерго» та диспетчерський пункт Регіонального диспетчерського центру Центрального регіону НЕК «Укренерго» відповідно вимог Технічних умов №КСР-00-20-0045 від 03.02.2020 р., виданих ПрАТ «Київобленерго».

Проектом передбачено обмін технологічною інформацією між Даховою СЕС «НУБІП УКРАЇНИ» та НЕК «Укренерго» по двох незалежних каналах зв'язку по протоколу MEK 60870-5-104. Канали організовані шляхом побудови IPSec VPN-каналу зв'язку (GSM/3G) з використанням двох незалежних провайдерів та застосуванням стійких криптографічних алгоритмів.

Детальні рішення по організації розподіленої Розподіленої системи телемеханічного управління та контролю показників якості електроенергії Дахової СЕС «НУБІП УКРАЇНИ» та організації зв'язку з ДП ПрАТ «Київобленерго» наведено в комплекті креслень телемеханіки.

Розподілена система телемеханічного управління та контролю показників якості електроенергії Дахової СЕС «НУБІП УКРАЇНИ» призначена для забезпечення оперативного диспетчерського контролю за розподіленням та видачею електричної енергії генеруючим обладнанням Сонячної станції, а також контролю забезпечення нормованої якості електроенергії на основі даних про ПЯЕ, що вимірюються та формуються шляхом безперервного моніторингу ПЯЕ та фіксації тривалості всіх фактичних їх відхилень від нормованих значень.

#### Функції системи

Технічні і програмні засоби системи на КТП 10/0,4 кВ Дахової СЕС «НУБІП УКРАЇНИ» забезпечують виконання наступних функцій:

- постійний автоматичний збір даних телевимірювання та телесигналізації;
- управління Ввімк./Вимк. вимикачем В-10 кВ;
- автоматичне вимірювання струмів, які перетікають через приєднання РУ-10 кВ;
- автоматичне вимірювання напруг на секції шин;
- передача аварійно-попереджувальної сигналізація «Пошкодження ізоляції в мережі», «Спрацювання захистів»;
- автоматичне передавання всієї інформації з мітками часу в ДП ПрАТ «Київобленерго»;
- синхронізація часу в системі з сервером ДП ПрАТ «Київобленерго»;
- автоматичну діагностику стану технічних засобів і каналів зв'язку системи та передавання цієї інформації в ДП ПрАТ «Київобленерго»;
- обмін технологічною інформацією з НЕК «Укренерго» по двох незалежних каналах зв'язку по протоколу МЕК 60870-5-104;
- вимірювання фактичних діючих значень фазних струмів і напруг та формування їх журналів з заданою дискретністю часу;

- вимірювання та формування журналів інтегральних значень фазних струмів та напруг, усереднених на заданому проміжку часу;
- формування журналів фазних активних, реактивних та повних потужностей, активних реактивних та повних потужностей трьохфазної системи в цілому;
- формування за добу з вказаним інтервалом часу графіків активних та реактивних навантажень електричного приєднання з урахуванням змін напрямків перетоків;
- моніторинг та реєстрація форм синусоїд струму та напруги з забезпеченням 128 вимірів за період промислової частоти;
- виміри, аналіз та реєстрація гармонік напруги та струму до 50-ої гармоніки включно;
- реєстрація показників якості електроенергії згідно EN50160 та ГОСТ 13109-97;
- аналітична обробка інформації щодо якості електроенергії на контрольованих електричних приєднаннях;
- формування звітів, видача рекомендації щодо покращення ПЯЕ;
- інформаційний зв'язок з енергосистемою з видачею всіх даних щодо стану ПЯЕ на Вводі 10 кВ КТП 10/0,4.

#### Показники якості електроенергії

До основних показників якості електроенергії відносять наступні параметри.

Перша група ПЯЕ характеризує:

а) усталені режими роботи системи електропостачання:

- відхилення частоти;
- усталене відхилення напруги;
- коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги;
- коефіцієнт n-ої гармонічної складової напруги;
- коефіцієнт несиметрії за зворотною послідовністю;
- коефіцієнт несиметрії за нульовою послідовністю.

б) перехідні режими роботи системи електропостачання:

- імпульсна напруга;

- коефіцієнт тимчасової перенапруги.

Усталене відхилення напруги повинно вимірюватися як для трифазної системи напруги в цілому, так і для кожної фази окремо.

Коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги повинен вимірюватися для кожної фази окремо.

Слідуючу групу ПЯЕ складають характеристики напруги, що подані в стандарті EN 50160:2007, а саме:

- частоти напруги електропостачання;
- величини напруги;
- зміни напруги;
- швидкі зміни напруги (величини показника флікера);
- провали напруги;
- короткочасні перерви напруги;
- тривалі перерви електропостачання;
- тимчасові перевищення напруги між лінійними проводами та землею;
- перенапруги перехідного процесу між лінійними проводами та землею;
- небаланси напруг;
- напруги гармонік;
- напруги інтергармонік.

ПЯЕ, що визначаються струмом контрольованої електромережі загального призначення наступні:

- середньоквадратичне напівперіодне значення струму включно з гармоніками та інтергармоніками: три значення – для трьохпровідної мережі; чотири середньоквадратичних значення струму – для чотирьохпровідної мережі;
- гармоніки струму;
- інтергармоніки струму.

Вимірювання характеристик струму відіграють важливу роль при оцінюванні емісії завад в електромережі, визначенні джерел або причин погіршення ПЯЕ (провали напруги, зміна значення напруги, перерви напруги чи несиметрія). Форма кривої струму може допомогти ідентифікувати зареєстровану подію з конкретним

технічним засобом, наприклад, включенням трансформатора чи конденсатора. Гармоніки та інтергармоніки струму, які пов'язані з гармоніками та інтергармоніками напруги, використовуються для визначення характеристик навантаження електромережі.

Система ТМ однорівнева розподілена і складається із контрольованого пункту (КП) та аналізатора якості електроенергії (АЯЕ).

Система ТМ має властивість цілісності і за функціональним призначенням являє собою вимірювальну частину, яка забезпечує формування і зберігання первинних даних та забезпечує можливість видачі даних (за запитом) в ДП ПрАТ «Київобленерго» та НЕК «Укренерго»

Система ТМ забезпечує:

- вимірювання фазних та лінійних значень струму та напруги, активної і реактивної електричної енергії, визначення обсягів електричної енергії, яка віддається з мережі (надходить в мережу);
- моніторинг стану вимикача та управління Ввімк./Вимк. вимикачем В-10 кВ;
- передачу даних на верхній рівень в ДП ПрАТ «Київобленерго» каналами та засобами зв'язку (накопичення та передача даних виконується згідно встановленого регламенту);
- обмін технологічною інформацією з НЕК «Укренерго» по двох незалежних каналах зв'язку по протоколу МЕК 60870-5-104;
- довгострокове зберігання даних.

КП через радіоканал виконує передачу даних в ДП ПрАТ «Київобленерго» по протоколу МЕК 60870-5-104 (МЕК 60870-5-101).

КП через мережу GSM/3G виконує обмін даних з НЕК «Укренерго» по протоколу МЕК 60870-5-104.

АЯЕ за допомогою інтерфейсу RS-485 (протокол MODBUS) та кабелю «екранована вита пара» підключений до КП. До АЯЕ підключаються вимірювальні кола струму, напруги та кола сигналізації. АЯЕ забезпечує вимірювання струмів, вимірювання напруги, вимірювання потужності, введення дискретних сигналів типу

«сухий контакт» та має можливість виведення дискретних сигналів (комутацію кіл змінного струму 230 В, 5 А).

Рішення по комплексу технічних засобів, їх розміщення на об'єктах

Система ТМ забезпечує вимірювання (реєстрацію) та передачу даних по параметрах:

- потужність активна (P) по СЕС;
- потужність реактивна (Q) по СЕС;
- потужність повна (S) по СЕС;
- коефіцієнт потужності;
- напруга (значення RMS) на шинах РУ-10 кВ;
- струм (значення RMS) по кожній з фаз;
- реєстрація вищих гармонік до 50 гармоніки;
- частота мережі;
- показники якості електроенергії (ПЯЕ);
- положення вимикача В-10 кВ;
- аварійне відключення (спрацювання МСЗ);
- пошкодження ізоляції в мережі 10 кВ
- реєстрація аварійних ситуацій;
- синхронізація точного часу з сервером ОРЕ.

Аналізатор якості електроенергії поз. А1 встановлюється в відсік релейних захистів комірки №3 в РУ-10 кВ КТП 10/0,4 кВ Дахової СЕС ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ».

До аналізатора якості електроенергії через випробувальну колодку КП-25 приєднуються кола обліку трансформаторів струму ТОЛ-10 80/5 кл.т. 0,5 на Вводі 10 кВ та трансформатора напруги НТМИ-10 кл.т. 0,5. Монтаж внутрішніх кіл вимірювання струмів та напруги в ком. №1 РУ-10 кВ виконати проводом ПВ-1 2,5 мм<sup>2</sup>, зовнішні вимірювальні кола напруги – кабелем КВВГ 4х2,5 мм<sup>2</sup>.

До аналізатора якості електроенергії А1 через клемні з'єднання підключаються датчики стану вимикачів та управління електромагнітами вмикання і вимикання вимикачів навантаження на приєднаннях Ввід 10 кВ КТП 10/0,4 кВ. Аварійно-

попереджувальні сигнали (АПС). Кола управління та датчики сигналу стану вимикачів підключаються до кабелем КВВГЭнг 10х1,5 мм<sup>2</sup>.

Підключення інтерфейсу RS-485 аналізатора якості електроенергії до Контрольованого пункту виконується кабелем «екранована вита пара». Екран кабеля FTP приєднується до загального контуру заземлення КП з однієї сторони.

Контрольований пункт складається з центрального мікропроцесорного контролера, радіомодема та джерела живлення, що встановлюються в металевій шафі. Шафа монтується в РУ-10 кВ КТП 10/0,4 кВ. В шафі забезпечуються всі умови експлуатації пристроїв Системи ТМ.

Живлення КП здійснюється від шин РУ-0,4 кВ КТП 10/0,4 кВ через двополюсний однофазний автоматичний вимикач з  $I_{ном.}=2,0$  А.

Для керування КП передбачено програмне забезпечення «Скат ТМ».

Для організації каналу зв'язку з диспетчерським пунктом ПрАТ «Київобленерго» використати радіомодем типу SATELLAR XT RC (QAM), програмований в діапазоні частот 405...430 МГц. Вказівки щодо налаштування радіомодему додатково отримати в ПрАТ «Київобленерго». Підключення радіомодема до контролера МОХА ІА240-Т-х передбачається за допомогою інтерфейса RS-232. Передавання інформації здійснюється через антену типу RA-420/Y10, яка кріпиться кронштейнами до щогли, яка встановлюється біля КТП 10/0,4 кВ Дахової СЕС. Висота підвісу антени від рівня ґрунту складає 6 м. Для захисту радіомодема від блискавки встановлюється пристрій блискавкозахисту RLP-50/1000. З'єднання радіомодема з антеною типу RA-420/Y10 виконується коаксіальним кабелем типу RG-8 TZC-500-32.

Фізична адреса територіального розміщення вузла Системи ТМ з модемом Satellar XT RC (QAM) відповідає фізичній адресі розміщення КТП 10/0,4 кВ Дахової СЕС ТОВ «НУБІП УКРАЇНИ» за адресою: Київська обл., Броварський р-н, с. Княжичі, вул. Медова, 2, координати 50°26'54.5"N 30°47'56.0"E (50.448464, 30.798892), Орієнтування радіоантени виконуємо по азимуту ДП Броварського РП ПрАТ «Київобленерго», географічні координати 50°30'33.5"N 30°48'29.8"E (50.509307, 30.808272).

Для організації каналу зв'язку з диспетчерським пунктом НЕК «УКРЕНЕРГО» використати 2G/3G/4G роутер Teltonika RUT955, обладнаний двома SIM-картами різних операторів мобільного зв'язку. Для організації основного IPSec VPN-канал зв'язку (GSM/3G) використати SIM-карту зі статичною IP-адресою мобільного оператора ПрАТ «Київстар», для організації резервного IPSec VPN-канал зв'язку (GSM/3G) використати Sim-карту зі статичною IP-адресою оператора ПрАТ «ВФ Україна».

Апаратні засоби Системи ТМ, які вимагають заземлення, приєднати до діючого контуру заземлення проводом перерізом не менш 4,0 мм<sup>2</sup>. Електричний опір контуру заземлення має бути не більш 4,0 Ом. Ввімкнення технічних пристроїв Системи ТМ в електромережу без попереднього заземлення забороняється.

Виконання узгодження розміщення обладнання Системи ТМ з іншими організаціями не вимагається. Відведення земельних ділянок в тимчасове чи постійне користування при впровадженні обладнання Системи ТМ не потребується. Створення санітарних зон чи обмеження видів господарської діяльності не вимагається, понад встановлені НД охоронні зони та умови обмеження доступу сторонніх осіб.

#### Функціонування Системи ТМ

Режим роботи системи цілодобовий безперервний, сім днів на тиждень.

Аналізатор якості електроенергії постійно виконує вимірювання ПЯЕ і передає цю інформацію до центрального контролера за його запитом. Центральний контролер передає всю зібрану інформацію з мітками часу в ДП ПрАТ «КІЇВОБЛЕНЕРГО».

Після кожного сеансу зв'язку КП виконує діагностування аналізатора якості електроенергії та самодіагностування. Результати діагностування зберігаються в пам'яті контролера і передаються до ДП ПрАТ «КІЇВОБЛЕНЕРГО» разом з іншими подіями під час наступного сеансу зв'язку.

До КП можна підключити переносний комп'ютер (ноутбук), що дозволяє проглянути всі виміри ПЯЕ, інформацію про збої та відмови.

#### Опис центрального мікропроцесорного контролера

Основою КП і всієї Системи є IBM сумісний мікропроцесорний програмований контролер промислового виконання Моха ІА240-Т-Х, оснащений 4 цифровими послідовними інтерфейсами RS-485, 1 цифровим послідовним інтерфейсом RS-232 (консоль), 2 інтерфейсами Ethernet та послідовним інтерфейсом USB. Він має 8 входів/виходів для дискретних сигналів. КП забезпечує обмін інформацією з ДП ПрАТ «КИЇВОБЛЕНЕРГО» та НЕК «УКРЕНЕРГО». Виконує самодіагностування системи, синхронізацію часу в системі, запис інформації в архів при відсутності зв'язку з ДП ПрАТ «КИЇВОБЛЕНЕРГО» та НЕК «УКРЕНЕРГО» і передавання архіву в ДП ПрАТ «КИЇВОБЛЕНЕРГО» при відновленні зв'язку та багатьох інших функцій системи. Програмне забезпечення «СКАТ ТМ», а також файл конфігурації системи, записуються у флеш ПЗУ. Масив змін розміщений в енергонезалежному ОЗУ та зберігається навіть після аварійного перезавантаження контролеру. Контролер має вбудовані високоточні часи та систему контролю відмов з автоматичним відновленням роботоспроможності. КП розміщений в шафі, яка забезпечує захист ІР 54.

#### Опис аналізатора якості електроенергії

На приєднанні РУ-10 кВ КТП 10/0,4 кВ в якості аналізатора якості електроенергії Системи ТМ використовується РМ130ЕН PLUS виробництва компанії Satec. РМ130ЕН PLUS дообладнується модулем розширення DIOR/DIOS з дискретними входами (входи стану) – 4 шт., релейними виходами – 2 шт. Пристрій занесений до Державного реєстру засобів вимірювальної техніки України, має клас точності 0,5s і відповідають вимогам діючих ДСТУ МЕК 62053-22:2006, ДСТУ МЕК 62053-23:2012, і мають відповідний сертифікат якості. РМ130ЕН PLUS – це багатофункціональний, трифазний вимірювач електричних величин та аналізатор якості електричної енергії змінного струму.

РМ130ЕН PLUS мають можливість вимірювати всі електричні параметри низьковольтних і високовольтних мереж з подальшою індикацією на екрані приладу. Прилади забезпечують доступ до первинної бази даних через цифровий послідовний інтерфейс типу RS-485 (протокол MODBUS). Передача даних відбувається по протоколу Modbus.

### Технічні характеристики:

- клас точності 0,5S;
- похибка ходу годинника не більше 3 секунд на добу;
- струм в фазах і нейтралі, середнє і максимальнє значення за вибраний проміжок часу,
- фазні і лінійні напруги, середнє і максимальнє значення за вибраний проміжок часу,
- частота, середнє і максимальнє значення за вибраний проміжок часу,
- активна потужність по 4 квадрантам ( $\pm$ ) по кожній фазі і загальна, середнє і максимальнє значення за вибраний проміжок часу,
- реактивна потужність по 4 квадрантам ( $\pm$ ) по кожній фазі і загальна, середнє і максимальнє значення за вибраний проміжок часу,
- загальна потужність по кожній фазі і загальна, середнє і максимальнє значення за вибраний проміжок часу,
- коефіцієнт потужності по кожній фазі і загальний із зазначенням характеру навантаження (індуктивна або реактивна),
- індивідуальні гармоніки до 50-ї гармоніки по фазним і лінійним напруженням і за струмами (thd 3U, thd 3V, thd 3I, thd In).
- аналіз якості електроенергії відповідно до установок користувача;
- облік електроенергії:
- лічильник активної електроенергії по 4 квадрантам,
- лічильник реактивної електроенергії по 4 квадрантам,
- лічильник повної електроенергії,
- програмований лічильник мотогодин.

Параметри ланцюгів інтерфейсу PM130EH PLUS на стику з лініями зв'язку відповідають вимогам ГОСТ 23675-79 "Ланцюги стику С2 системи передачі даних. Електричні параметри".

Пристрій має можливість включатися через трансформатори струму і напруги в трьохпровідні і чотирьохпровідні мережі.

Електроживлення пристроїв повинно здійснюватися від напруги 24 В постійного струму (згідно категорії надійності електропостачання об'єкту та ПУЕ). Споживана потужність не більше 5 Вт.

PM130EH PLUS перед застосуванням повинні бути запрограмовані. Програмування пристрою виконувати відповідно до керівництвом з експлуатації.

## **РОЗДІЛ 4. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ КОМЕРЦІЙНОЇ СИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ ЗА ЕЛЕКТРИЧНУ ЕНЕРГІЮ.**

### **4. 1. Мета та завдання впровадження ЛУСОД**

ЛУСОД створена для вирішення існуючих і нових проблем, пов'язаних з сучасним енергетичним ринком.

- незареєстрованого споживання електроенергії в побутовому секторі .
- контроль побутових мереж на виявлення несанкціонованого споживання електроенергії;
- моніторинг споживання та своєчасна оплата спожитої побутовою електроенергією;
- регулювання споживання електроенергії шляхом відключення боржників від електромереж електропостачальника;
- складання балансу електроенергії по районах, КТП, будинках.

### **4. 2. Програмний продукт «Енергетичний центр»**

Система «Енергетичний центр», розроблена компанією «ВІК-СОФТ», та вирішує ці проблеми, реалізуючи такі можливості:

- збір даних вимірювання електроенергії з лічильників за такими каналами зв'язку: Ethernet , PLC, радіоканал;
- можливість збору даних без втрати точності показань незалежно від поверховості будинків і кількості та обсягів споживачів у ньому;
- дистанційне керування балансом електроенергії;
- наявність у використовуваного обладнання незалежної пам'яті, яка фіксує всі несанкціоновані впливи на систему збору даних;
- дистанційне керування підключенням/відключенням абонентів від електропостачання;

- можливості для необмеженого розширення дослідницької діяльності мережі .

АСП "Енергетичний центр" - це багатомодульний комплекс. Така організація системи робить її легкою та гнучкою як у великих розподілених середовищах, так і при використанні однокористувацьких опцій, а також дозволяє швидко та з мінімальними технічними витратами розширювати її функціональні можливості залежно від побажань споживачів.

Ви можете використовувати будь-яку кількість модулів для своїх завдань

Проблема «Тільки читання даних» (мінімальний набір) - зчитування даних з облікових одиниць і збереження отриманої інформації в СУБД\_ТП для можливості подальшої обробки іншими системами обробки даних (АСУТП підприємства), ініціатором збору даних; зовнішня система, яка отримує інформацію безпосередньо від СУБД\_ТП.

СУБД\_ТП є ядром довідкової системи, яка підтримується PostgreSQL1 , MS SQL2, ORACLE-5.

« Конфігуратор» - дозволяє налаштувати конфігурацію системи ( облікова інформація, планувальник зйомок та ін. )

Модуль Interrogator дозволяє здійснювати опитування одиниць вимірювання відповідно до заданої довідкової інформації та розкладу як вручну, так і автоматично. Реалізовано і як сервіс, і як виконуваний файл.

Завдання «Запит і передача даних третім особам» - зчитування даних з облікових одиниць, збереження їх в СУБД\_ТП, форматування даних і передача в інші програмні комплекси.

« Поштовий\_сервер» - дозволяє створювати як вручну, так і автоматично файли будь-якого заданого формату для передачі по обраному каналу зв'язку (FTP-1, e-mail, UPPD-5 ), який реалізований як у вигляді сервісу, так і у вигляді виконуваного файлу:

Завдання аналізу даних - модулі дозволяють аналізувати отримані дані, створювати загальні баланси тощо .



## 4. 5. Налаштування автоматизованого лічильного вимірювання

При першому вмиканні «Енергетичного центру» необхідно підключити до системи оглядовий пристрій УСПД (пристрій збору та передачі), точку огляду параметри доступу:( ці дані бути описані раніше). У ньому викличте «Підключити прилад до точки дослідження». У вікні «Існуючі USPD» виберіть існуючий або створіть новий. У нашому випадку «БД Енерго\_Центр (ТОВ «Вік-Софт »)», див. Рис.. 4.7.

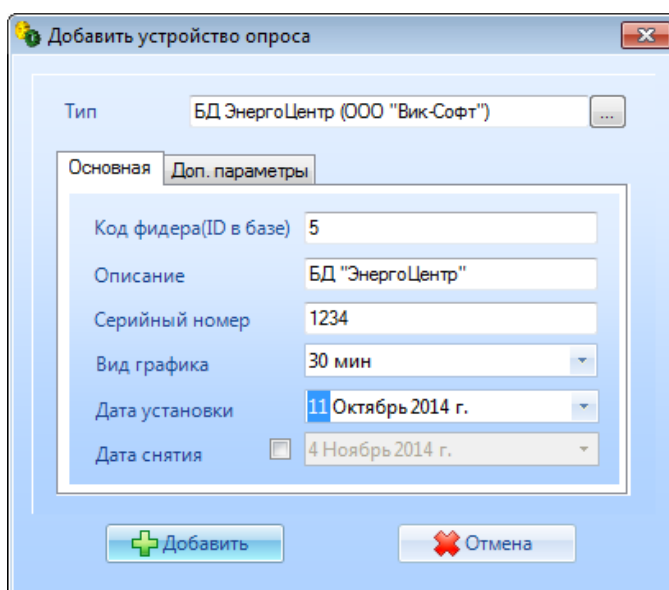


Рис.. 4.7. Скріншот програми.

Основні параметри:

- Тип – пристрій USPD типу зі списку підтримуваних.
- Опис – Назва пристрою в системах.
- Серійний номер – будь-який номер.
- Відображення графіка – Важливо лише для справжнього USPD1, СУБД\_ТП ігнорується Додаткові налаштування.
- Код фідера (ID-5 у базі даних) – іноді використовується
- Дата встановлення – Дата початку експлуатації
- Дата вилучення – дата вилучення, якщо одиниці виведено з експлуатації,

створивши USPD і додавши з них в точку дослідження, вона стане доступною для роботи в основних вікнах. Залишилося підключити всі лічильники до цього УСПД. Див. рис. 4.8.

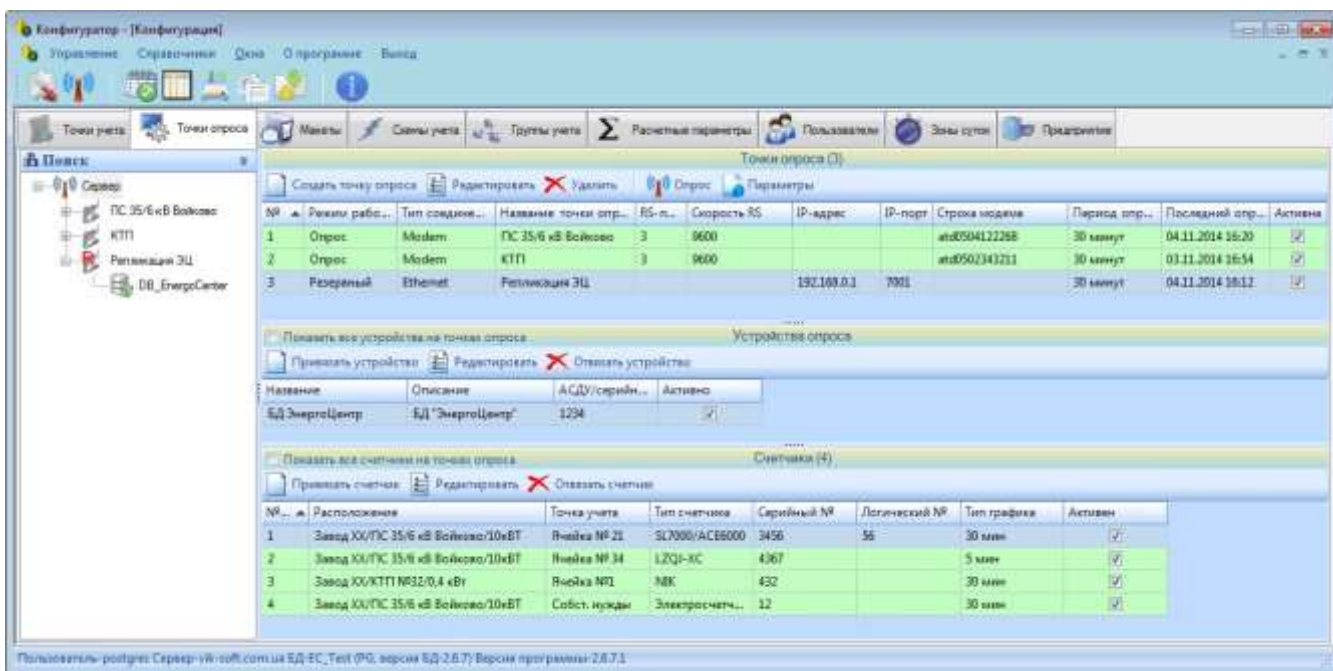


Рис.. 4.8. Скріншот програми Конфігуратор.

Таким чином, ми описали резервні виборчі дільниці, взяті з бази даних іншого Енергетичного центру на випадок, якщо основні виборчі дільниці не можуть бути опитані.

#### 4. 6. Проектування схем автоматизованих вимірювальних зйомок

Форма опису файлової структури для обміну даними з іншими системами. Проходить обмін (прийом і виїзди). (30814, 30817, 30917, 4024);

- у форматі UPPD-1 (стандарт ДП «Енергоринок»);
- у форматі PARADOX- 5 ( ДніпрооблЕнерго );

Макети XML у розширеному форматі (30902 тощо);

- у форматі MS Excel 2007,
- у білінговому форматі системи (XML-2007 та ін.);
- з форматом користувача (скелет формату створюється в системі).

У вікні задаються вони виконуються модулем MailServer, який потрібно запускати як сервісний або прикладний модуль вводу даних. Якщо модуль працює на сервері, ви можете створити макет із будь-якого розташування клієнта за допомогою модуля конфігурації-2.

Список розкладок вузлів і панель для роботи з розкладками. Композиція макета з усією офіційною інформацією див. мал. 4.9.

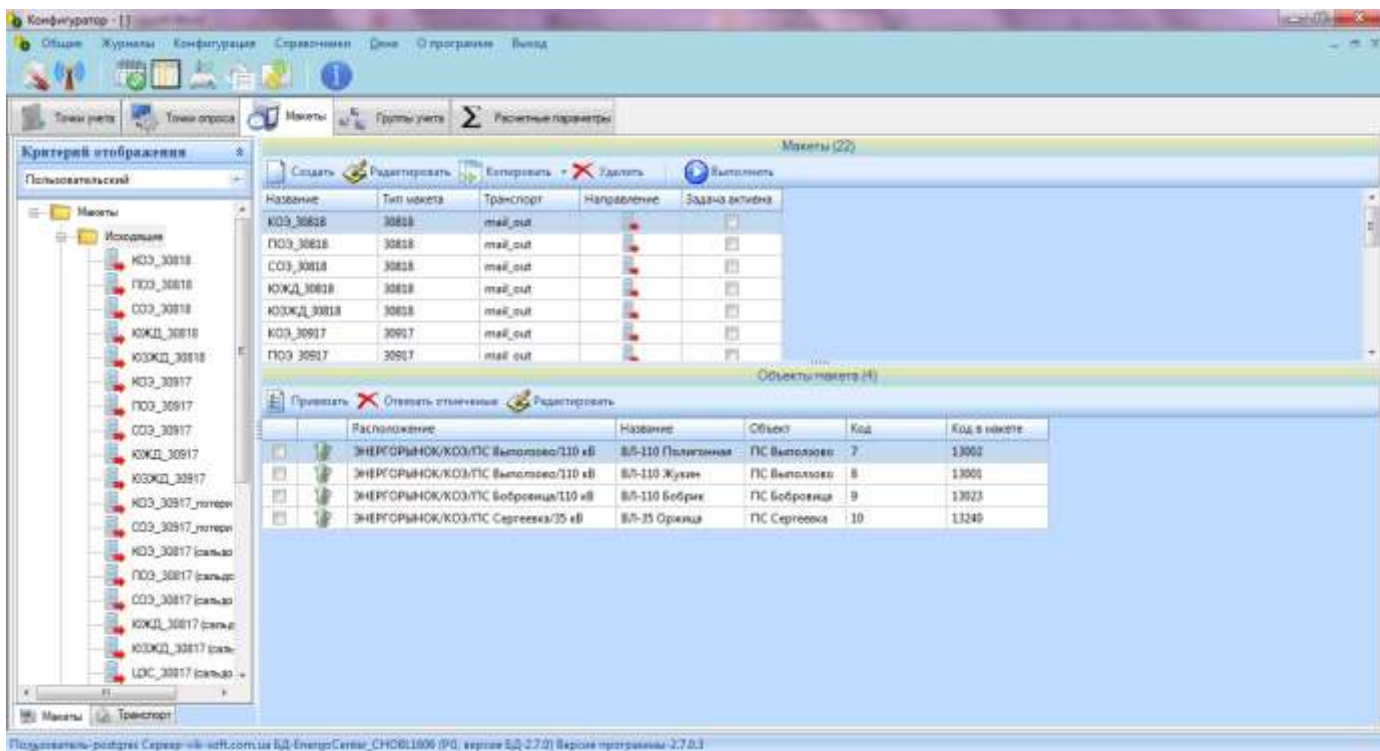


Рис. 4. 9.1 Скріншот програми «Створення макета».

Створення макета → Вікно створення - редагування макетів → Перегляньте вкладку «Головне». Рис. 4.10.

- Назва – ім'я посилання макета 3, яке відображається в системі. 3 підтримується.

• Завдання активне - перемикач активності завдання 3 для автоматичного виконання..

Список транспортів, описаних у вкладці-5 «Транспорт», за допомогою яких буде відправлено або отримано. З цього типу розташування:

- Маска файлу – унікальний ідентифікатор макета в системі. Макет спочатку створюється як файл на диску, а потім надсилається або обробляється системою-одержувачем.

Дослідним шляхо визначено коди об'єктів, необхідні для більшості типів макетів (додаткове поле):

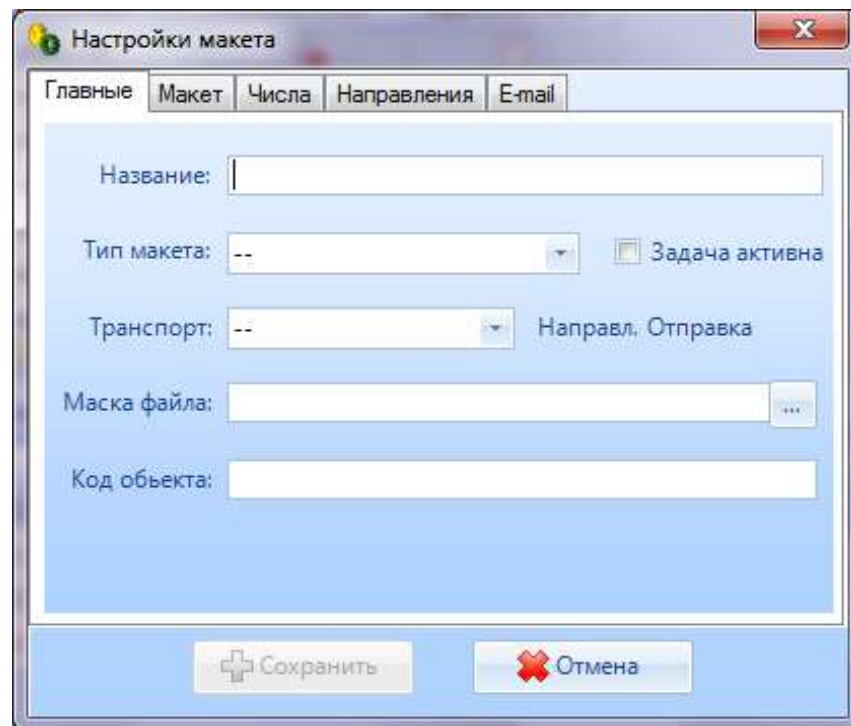


Рис.. 4.10. Знімок екрана вкладки «Головна».

Під час виконання завдання File Mask-5 користувач переходить до вікна File Mask Settings for Layout. У цьому вікні необхідно вказати, який текст слід додати до згенерованих даних, чи слід додати дату й час, а також слід встановити маску «Маска» для 5 файлів макетів, які потрібно надіслати. Позначка У полі «Тест» відображається ім'я файлу, приклад з даними, щоб користувач міг перевірити правильність маски імені файлу завдання, (див. рис. 4.11).

Вкладка «Макет», ще 2 варіанти макета.

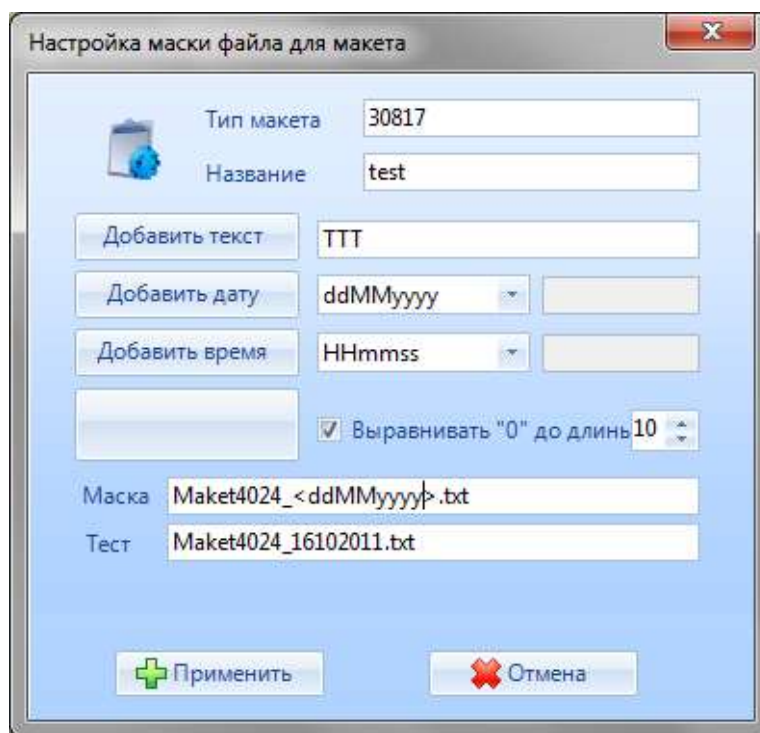


Рис.. 4.11. Скріншот програми.

- Зворотні вказівки – якщо прийняття А+ для клієнта для енергетичної компанії, але домовленість має бути надіслана до різних компаній, тоді ця опція включається.

- Надсилає лише даних ВАЖЛИВО!!! Якщо цей параметр увімкнено, макети надсилатимуться якщо доступні всі дані фідера та групи. Якщо ввімкнено повторну спробу, надсилаються під час наступної спроби, якщо всі дані вже отримано.

Не включайте в денну розкладку додаткові роздільники без півгодини 49, 50 - півгодин).

- Тип даних:
  - o Без урахування збитків;
  - o Враховує втрати;
  - o Самі втрати.
- Кінець рядка – які межі слід розмістити в кінці кожного рядка в макеті
- Одиниці вимірювання - де повинні надіслати макет (кВт, МВт )
- Маска дати – представлення
- Десяткові дільники – (задані значення макета);

, наприклад число або пробіл;

- Наявність додаткових символів у кінці – двокрапки дивіться переклад рядка.

Рис. 4.12.

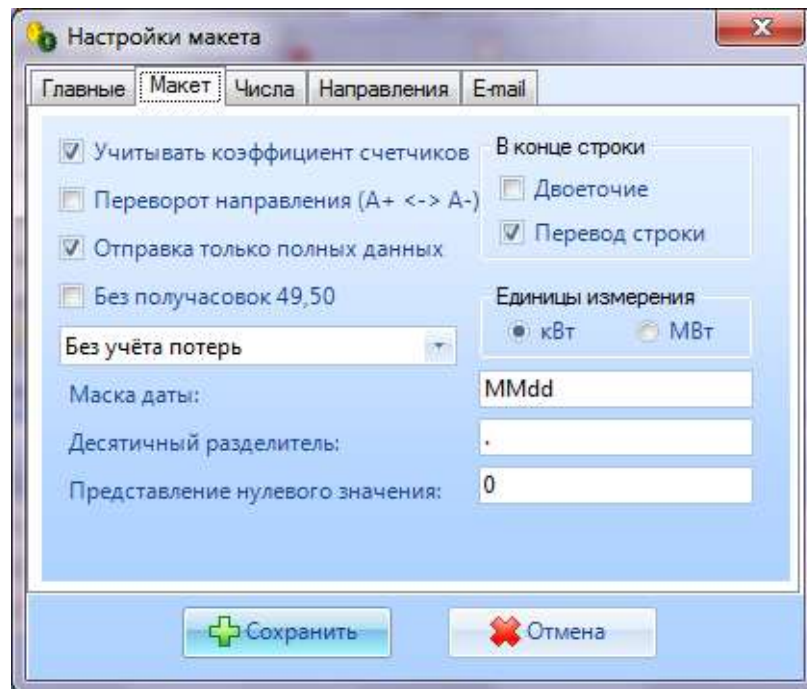


Рис.. 4.12. Скріншот програми «Макет».

#### 4. 7. Аналіз асиметрій

будь-якої складності. Відповідно до створеної формули дані автоматично обчислюються після кожного читання та зберігаються в СУБД\_ТП, що дозволяє швидше отримати до них доступ.

Важливе. Приблизні вкладці Feeder 3 дерева та виконувати всі комбінації об'єднаних фідерів.

формула розрахунку, можна комбінувати дані з різних енергетичних ресурсів для створення наскрізного аналізу.

У звичайному режимі створення параметра обліку не відрізняється від створення групи обліку. Але має важливе доповнення. Якщо вам потрібен більш складний , ви можете використовувати режим формули в описі параметра обчислення та додати будь-які математичні операції до даних.

Важливе. ДИВ «Енергоринок» (алгоритми округлення) для формування округлення. Це дозволяє застосовувати округлення для кожного каналу окремо, а не результату максимум обчислень, див. мал. 4.13.

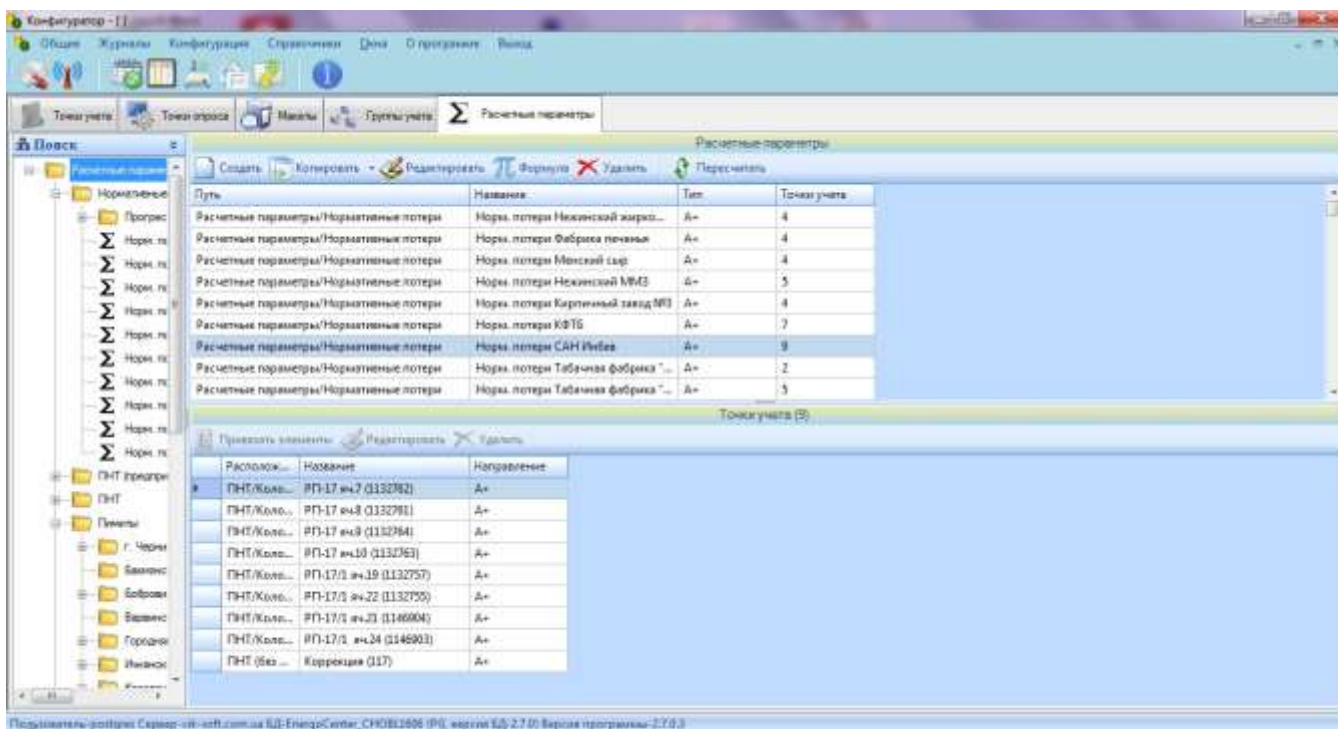


Рис.. 4.13. Скріншот програми.

крім назви, необхідно вказати тип відображення даних, щоб тип вимірювань коректно відображався в модулі АРМ , див. рис. 4.14.

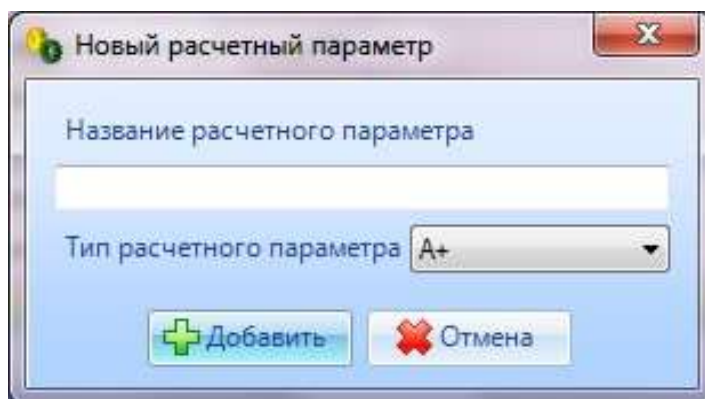


Рис.. 4.14. Скріншот програми «Параметр розрахунку».

Функція «Перерахувати» використовується для ручного перерахунку даних вибраного параметра за обраний період, якщо не потрібно робити це автоматично.

У режимі «Визначення» можна визначити більш розширений опис комбінації даних. Детальніше про режим роздільної здатності в підрозділі 4.6. дивіться рис. 4.15.

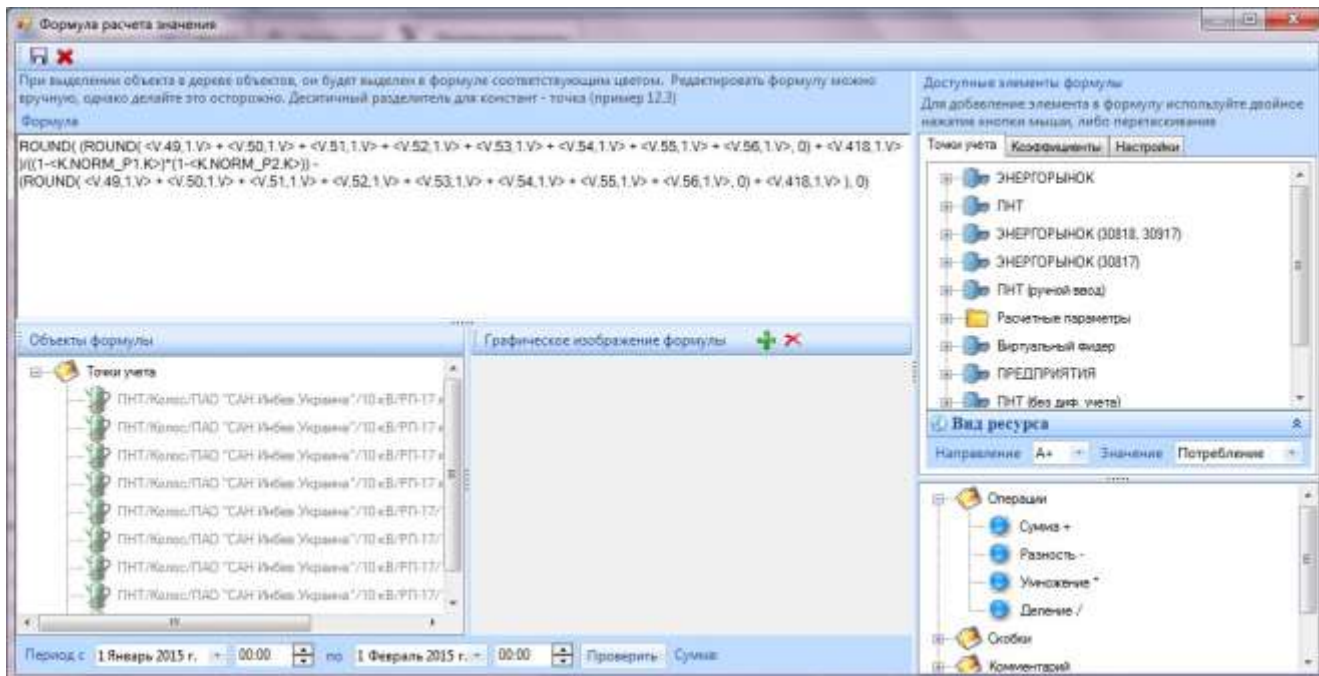


Рисунок 15: Формула розрахунку вартості.

Важливе. Для автоматичного обчислення переконайтеся, що служба DataBaseInspector 3 , запущена .

Дозволяється використовувати будь-яку вкладеність параметри обчислення (каскадна вкладеність) для зручності адміністрування та для використання того самого параметра пізніше в різних формулах.

## **РОЗДІЛ: 5. ОРГАНІЗАЦІЯ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ**

### **5.1. Комплексна науково-технічна програма енергозбереження**

З метою реалізації політики енергозбереження в університеті розроблено комплексну науково-технічну програму енергозбереження, яка спрямована на впровадження в університеті міжнародного стандарту ISO 50005:2018 «Системи енергозбереження». ISO 50005 базується на моделі постійного вдосконалення системи управління, яка також використовується при розробці інших відомих стандартів, таких як ISO 9005 або ISO 14005. споживання енергії та води.

Для того, щоб забезпечити впровадження ISO 50005:2018, необхідно забезпечити низку вимог, а саме:

- необхідність розробки внутрішньої політики щодо максимально ефективного використання енергоносіїв у навчальному процесі, наукових дослідженнях то що;

- здійснення постійного моніторингу електроспоживання;

- аналіз місячних і сезонних результатів електроспоживання та прогноз витрат на майбутні періоди;

- перегляд та коригування плану заходів з управління енергоефективністю відповідно до поточних цілей;

Реалізація КНТ включає аналіз поточної ситуації, постійний моніторинг та прогнозування розвитку систем енергоспоживання в чинному законодавчому та правовому полі, розробку науково-методичного забезпечення найважливіших, найбільш ефективних галузей енергетики. діяльність, спрямована на реалізацію політики енергозбереження в умовах ВНЗ;

## **5.2. Організація моніторингу, збору та обробки даних лічильників електроенергії**

Енергослужба та Центр енергоменеджменту забезпечують організацію моніторингу, збору та обробки даних із засобів вимірювальної техніки та запуск аналітичної системи управління процесами енергоспоживання.

- надати первинні дані про споживання енергоносіїв (табл. 5.2) для складання планів впровадження енергозберігаючих заходів в розрахункові періоди;
- забезпечити збір первинних даних із засобів вимірювання споживання електроенергії, зберігання цих даних в електронному архіві за формами, зазначеними в таблиці 5.12. Водночас у своїй роботі вони використовують можливості хмарних технологій від НУБ і П України.
- контролює виконання заходів з енергозбереження, аналізує показники споживання енергетичних ресурсів та виконання планових завдань з енергоспоживання, аналізує відхилення від планових завдань, підтверджує причини таких відхилень та розробляє заходи щодо їх усунення;
- надавати керівництву поточні зведені звіти про електроспоживання;
- брати участь у розробленні проектів модернізації, вивчати інвестиційні пропозиції, спрямовані на вдосконалення систем енергоспоживання та підвищення енергоефективності, а також передовий досвід впровадження енергоефективних технологій та передовий досвід з питань енергозбереження в бюджетній сфері.

Таблиця 5.11 показує вхідні дані показники калькулятори особою, відповідальною за енергозбереження і нарешті в таблиці 5.21 розрахунок термін: послуга енергоменеджера .

### 5.3 Прогноз споживання електроенергії

Методика створення підсистеми прогнозування споживання електроенергії включала: оцінку результатів пасивних експериментів у виробничому цеху (створення відповідних математичних моделей); отримання вибірки даних; синтез прогнозу споживання електроенергії та його програмна реалізація [7].

Найбільш ймовірні зв'язки та асоціації між двома змінними. Виявлення зв'язків між різними показниками, факторами, ознаками є складним завданням. Для пошуку такої математичної функціональної або структурної залежності між двома або більше змінними (на основі накопичених експериментальних даних) дуже корисними є методи кореляційного аналізу, для цього будемо використовувати результати моніторингу споживання електроенергії в «Навчальному корпусі №8». Таблиця 5.11.

Кореляційний аналіз дає відповідь на статистичну гіпотезу з деякою заздалегідь визначеною достовірною ймовірністю щодо відсутності або наявності зв'язку між змінними.

Лінійний коефіцієнт кореляції широко використовується для кількісної оцінки щільності зв'язку. Якщо задані значення змінних  $XI$  і  $YI$ , то воно обчислюється за формулою [252]:

$$r_{XY} = r_{YX} = \frac{\overline{XY} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}. \quad (5.11)$$

Коефіцієнт кореляції приймає значення від -1 до +1 (σ- відхилення) [282].

- якщо  $|r| < 0,30$ , то зв'язок між ознаками слабкий;  $0,30 \leq |r| \leq 0,70$  – помірний зв'язок;  $|r| > 0,70$  – сильний або сильний зв'язок;

- при  $|r| = 1$  – зв'язок функціональний;

- якщо  $|r| \approx 0$ , то немає лінійного зв'язку між  $X$  і  $Y$ . Але можлива нелінійна взаємодія, і це вимагає подальшої перевірки.

Таблиця 5. 11. Моніторинг споживання електричної енергії «Навчальний корпус №8».

Розташування	Точка обліку	Канал обліку	Дата	Споживання кВт.год			
Разом		A+					
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/1/2021	31,50	31,50	31,50	31,50
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/2/2021	35,22	35,22	35,22	35,22
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/3/2021	38,28	38,28	38,28	38,28
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/4/2021	61,23	61,23	61,23	61,23
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/5/2021	44,16	44,16	44,16	44,16
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/6/2021	38,22	38,22	38,22	38,22
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/7/2021	22,80	22,80	22,80	22,80
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/8/2021		24,66	24,66	24,66
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/9/2021		22,74	22,74	22,74
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/10/2021		26,04	26,04	26,04
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/11/2021		109,29	109,29	109,29
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/12/2021		123,45	123,45	123,45
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/13/2021		71,37	71,37	71,37
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/14/2021		70,41	70,41	70,41
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/15/2021			89,67	89,67
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/16/2021			68,58	68,58
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/17/2021			39,42	39,42
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/18/2021			92,31	92,31
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/19/2021			93,51	93,51
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/20/2021			100,59	100,59
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/21/2021			85,35	85,35
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/22/2021				80,40
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/23/2021				31,98
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/24/2021				31,41
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/25/2021				86,85
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/26/2021				94,47
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/27/2021				89,16
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/28/2021				94,47
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/29/2021				101,49
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/30/2021				34,59
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/31/2021				12,75

При оцінці лінійної кратної залежності розраховується коефіцієнт множинної кореляції. Він відображає тісний зв'язок між залежними змінними та всіма незалежними змінними, включеними в аналіз:

$$R = \sqrt{\frac{\sigma_{Y теор}^2}{\sigma_Y^2}}, \quad (5.21)$$

де  $\sigma_{Y теор}^2 = \frac{\sum (y_{i теор} - \bar{y})^2}{n}$  факторна варіація;  $\sigma_Y^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n} = \overline{y^2} - \bar{y}^2$  є сумарним відхиленням.

При оцінці щільності зв'язку між отриманим Y1 і двома факторними характеристиками X2, X3 коефіцієнт множинної кореляції можна визначити за формулою:

$$R_{y/x_1x_2} = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - 2 \cdot r_{yx_1} \cdot r_{yx_2} \cdot r_{x_1x_2}}{1 - r_{x_1x_2}^2}}, \quad (5,31)$$

де  $r$  – попарні коефіцієнти кореляції між ознаками.

Коефіцієнт множинної кореляції змінюється від 0 до 1 і є позитивним значенням:  $0 < R < 1$  [9].

$R \leq 0,32$  - кореляція практично відсутня (або не враховані всі важливі фактори кореляції, або обрана неправильна форма рівняння регресії, необхідно переглянути змінні, що входять до моделі, і, можливо, її тип);

$0,35 < R \leq 0,55$  – слабкий зв'язок;

$0,55 < R \leq 0,75$  – помірний зв'язок;

$R > 0,75$  – сильний зв'язок.

Кінцевим результатом пасивного експерименту є оцінка кореляції між змінними для визначення можливих шляхів дослідження проблеми прогнозування споживання електроенергії.

В результаті аналізу даних моніторингу електроенергії виникла необхідність встановити найбільш вірогідні зв'язки та кореляції. За вказаною методикою проведено кореляційний аналіз показників енергоспоживання та отримано оцінку щільності з'єднання за значенням лінійного коефіцієнта кореляції, що дорівнює 0,75. Отримані результати свідчать про тісний лінійний зв'язок між добовими рівнями споживання електроенергії, оскільки коефіцієнт кореляції більше 0,75 (рис. 5.11) [8].

Таким чином, встановлено лінійний зв'язок у кількості добового споживання електроенергії, і можна формалізувати зв'язок за допомогою класичних підходів (кореляційний аналіз). Тому ми будемо використовувати відповідний математичний апарат для розробки концепції автоматизованої системи моніторингу та регулювання споживання електроенергії в навчальних корпусах НУБ і П України.

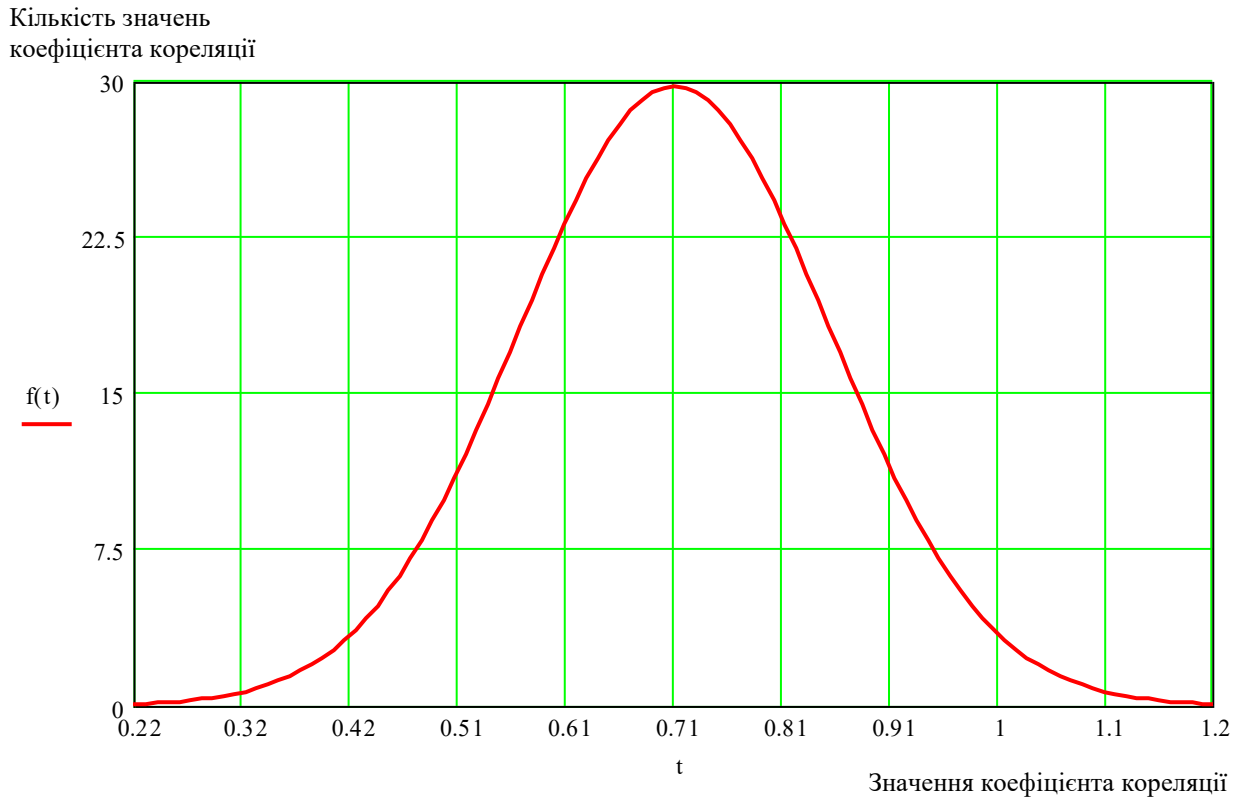


Рис. 5.1. Оцінка результатів лінійного кореляційного аналізу добового споживання електроенергії

Аналіз матеріалів, наведених у таблиці 5.11, дозволяє зробити висновок, що залежність добового споживання електричної енергії кожного дня визначається у вигляді лінійної функції, яка задається рівнянням:

$$y = kx + b, \quad (5,41)$$

де  $k$ ,  $b$  – модельні коефіцієнти.

Ми зробимо тижневий прогноз споживання електроенергії в навчальному корпусі № 7 на рисунку 5.21. Наведено результати експериментального дослідження та лінію тренду з урахуванням 9-денного моніторингу споживання електроенергії з орієнтовною достовірністю  $R^2=0,9875$ .

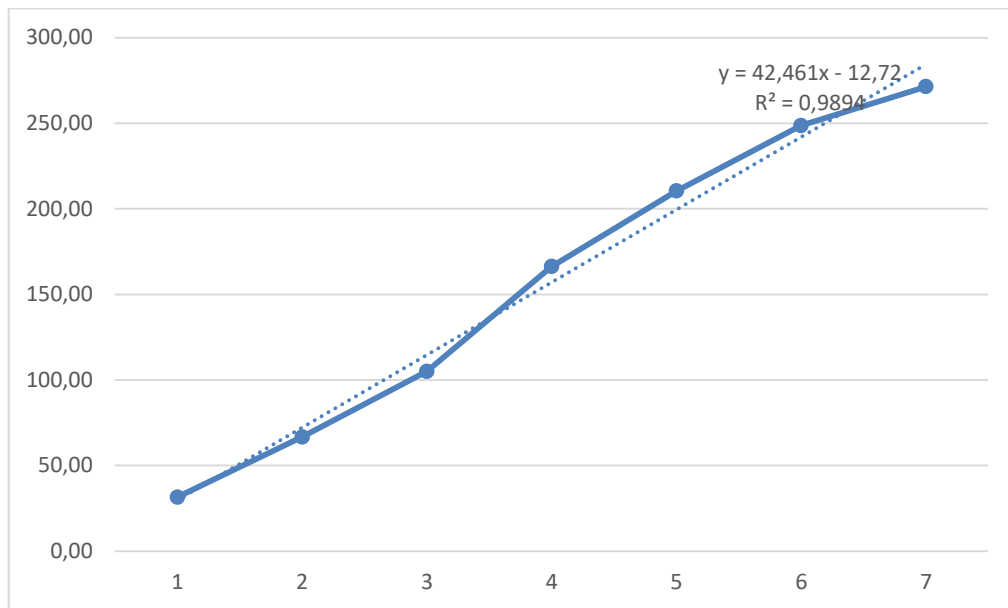


Рис 5.21. Результати експериментального дослідження та лінія тренду з урахуванням 9-денного моніторингу енергоспоживання

На рисунку 5.21. Результати експериментального дослідження та лінія тренду наведені з урахуванням 17-денного моніторингу споживання електроенергії з орієнтовною достовірністю  $R^2=0,9445$ .

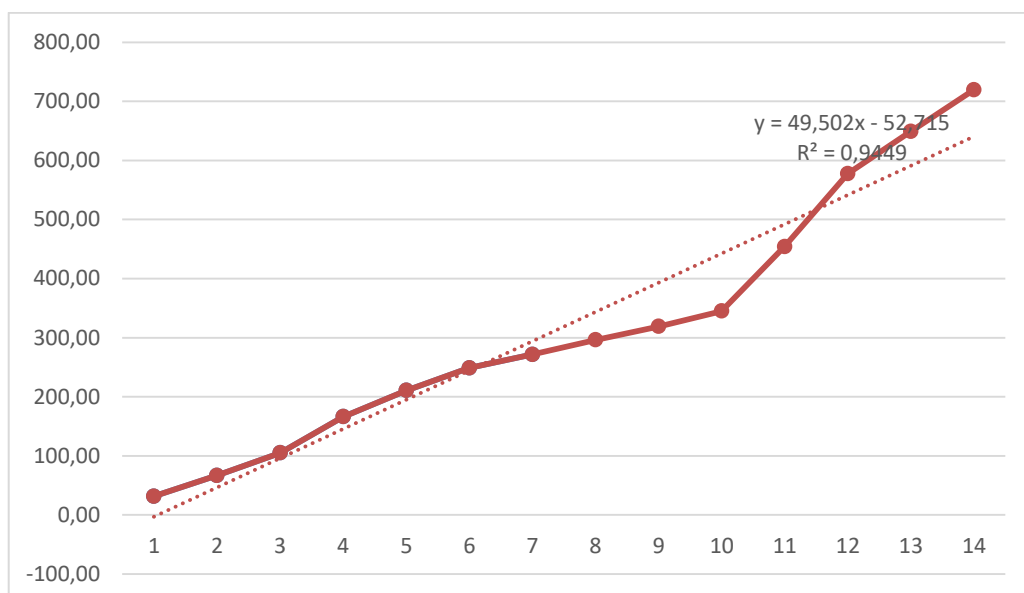


Рис 5.31. Результати експериментального дослідження та лінія тренду з урахуванням 17-денного моніторингу енергоспоживання

На малюнку 5.41. Наведено результати експериментального дослідження та лінію тренду з урахуванням 25-добового моніторингу споживання електроенергії з орієнтовною достовірністю  $R^2=0,967$ .

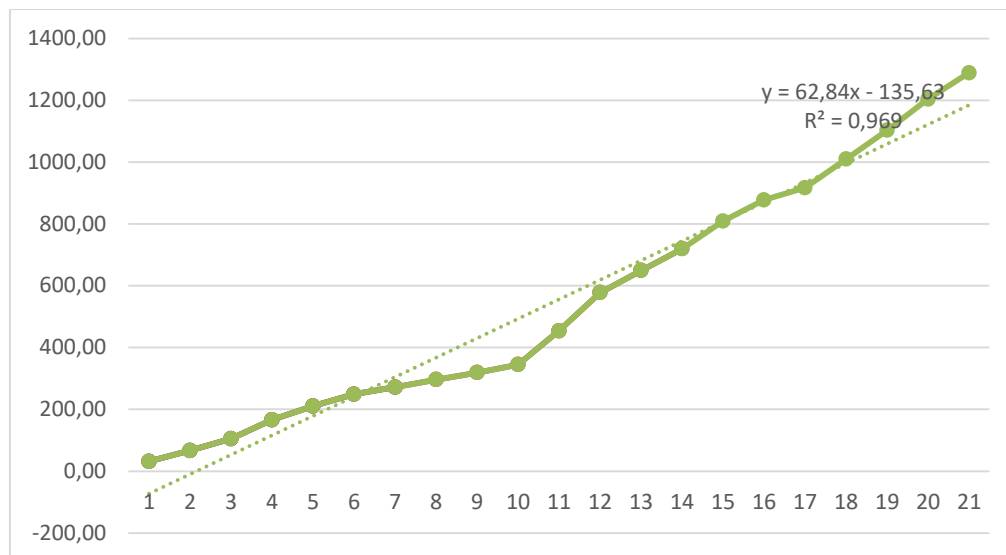


Рис 5.4. Результати експериментальних досліджень та лінія тренду з урахуванням 25-денного моніторингу споживання електроенергії

На рис. 5.51. Результати експериментального дослідження та лінія тренду наведені з урахуванням щомісячного моніторингу споживання електроенергії з орієнтовною достовірністю  $R^2=0,9875$ .

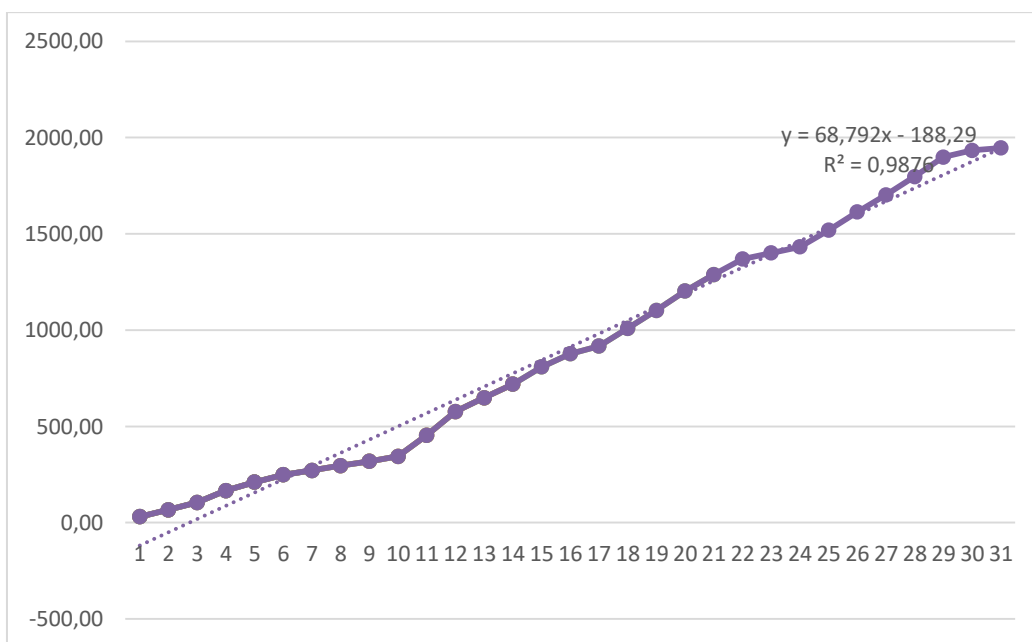


Рис 5.51. Результати експериментальних досліджень та лінія тренду з урахуванням щомісячного моніторингу споживання електроенергії

У таблиці 5.21. Наведено результати моніторингу споживання електроенергії в «Навчальному корпусі №8» та прогноз споживання електроенергії.

Таблиця 5.21. - «Навчальний корпус № 7» моніторинг та прогнозування споживання електроенергії.

Розташування	Точка обліку	Канал обліку	Дата	Споживання кВт.год				Поточне значення лічильника кВт.год	число
Разом		A+							
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/1/2021	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	1
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/2/2021	35,22	35,22	35,22	35,22	66,72	2
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/3/2021	38,28	38,28	38,28	38,28	105,00	3
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/4/2021	61,23	61,23	61,23	61,23	166,23	4
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/5/2021	44,16	44,16	44,16	44,16	210,39	5
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/6/2021	38,22	38,22	38,22	38,22	248,61	6
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/7/2021	22,80	22,80	22,80	22,80	271,41	7
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/8/2021		24,66	24,66	24,66	296,07	8
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/9/2021		22,74	22,74	22,74	318,81	9
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/10/2021		26,04	26,04	26,04	344,85	10
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/11/2021		109,29	109,29	109,29	454,14	11
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/12/2021		123,45	123,45	123,45	577,59	12
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/13/2021		71,37	71,37	71,37	648,96	13
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/14/2021		70,41	70,41	70,41	719,37	14
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/15/2021			89,67	89,67	809,04	15
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/16/2021			68,58	68,58	877,62	16
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/17/2021			39,42	39,42	917,04	17
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/18/2021			92,31	92,31	1009,35	18
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/19/2021			93,51	93,51	1102,86	19
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/20/2021			100,59	100,59	1203,45	20
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/21/2021			85,35	85,35	1288,80	21
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/22/2021				80,40	1369,20	22
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/23/2021				31,98	1401,18	23
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/24/2021				31,41	1432,59	24
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/25/2021				86,85	1519,44	25
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/26/2021				94,47	1613,91	26
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/27/2021				89,16	1703,07	27
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/28/2021				94,47	1797,54	28
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/29/2021				101,49	1899,03	29
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/30/2021				34,59	1933,62	30
Навч корпус №8	ГРЩ (63210652)	A+	1/31/2021				12,75	1946,37	31
<b>Прогноз</b>				<b>1303,57</b>	<b>1481,85</b>	<b>1812,41</b>	<b>1944,26</b>		
<b>Спожито протягом місяця</b>				<b>1946,34</b>	<b>1946,35</b>	<b>1946,36</b>	<b>1946,37</b>		
<b>Відхилення (%)</b>				<b>33,02</b>	<b>23,87</b>	<b>6,88</b>	<b>0,11</b>	<b>15,97</b>	

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновок, що точність прогнозу споживання електроенергії безпосередньо залежить від кількості та точності щоденних вимірювань, а також графіка тренувального процесу. Зазначеним методом можна з точністю до 5% спрогнозувати обсяг споживання електроенергії на наступний місяць, який становитиме 2130,45 кВт/год . дивіться рис. 5.61.

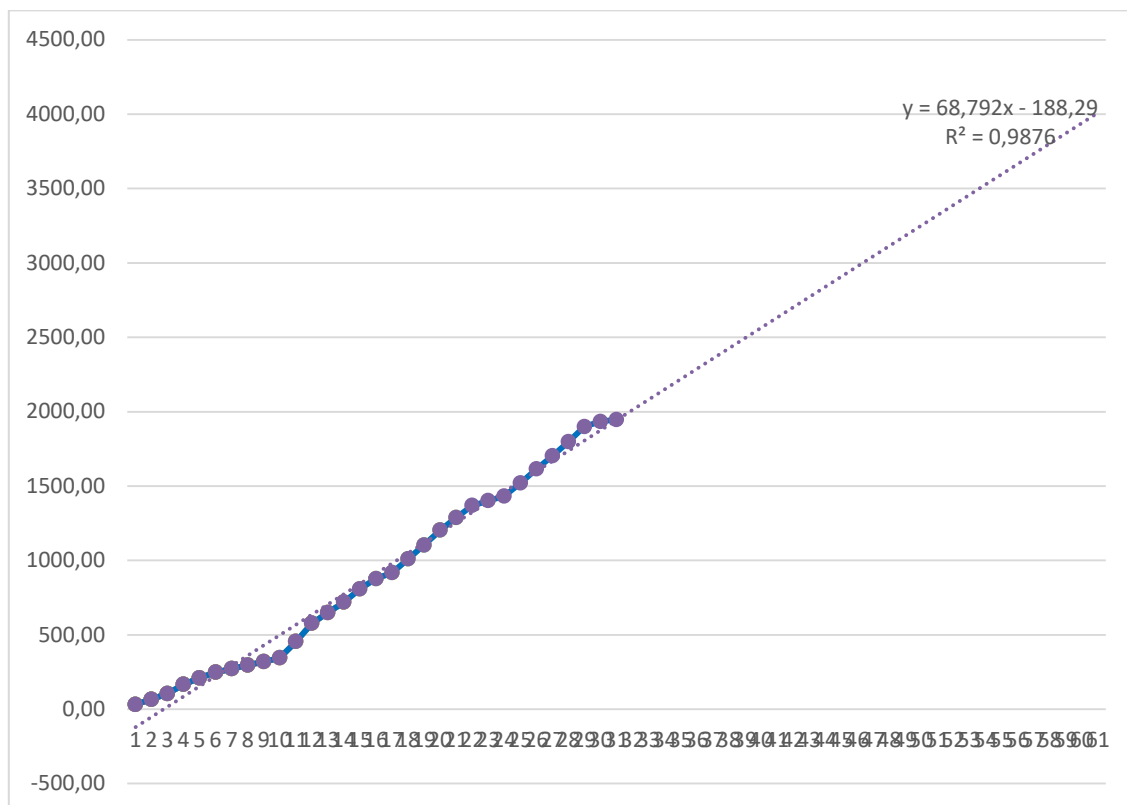


Рис 5.6. Прогноз споживання електроенергії на наступний місяць

Під час виконання проекту розроблено систему управління для представлення структури системи, властивостей її елементів і причинно-наслідкових зв'язків, характерних для системи, див.: (рис. 5.71).

Концептуальна модель системи моніторингу та регулювання споживання електроенергії побудована на таких основних принципах:

- комплексу , який використовується як банкомат, і об'єднаного з мережею, яка виходить в глобальну мережу;
- сервер з умовно постійною інформацією та розподілена база даних ;
- збір первинної (фактичної) інформації в ритмі виробництва хоча б в необхідному складі, який характеризує всі дії та процеси, що відбуваються в об'єкті регулювання;

Систематична обробка первинної інформації разом з умовно-постійною інформацією здійснюється таким чином, щоб вихідна інформація видавалася в найнеобхіднішому класі і забезпечувала всі потреби управління об'єктом, у тому числі бухгалтерського обліку, звітності; , аналіз, виробництво 1 та прийняття рішень;

- та прийняття управлінських рішень ґрунтується на інформації, яка є об'єктивною, достовірною та вичерпною.



Рис 5.7. Концептуальна структура системи контролю та регулювання електроспоживання

Як бачимо, концептуальна структура системи моніторингу та регулювання електроспоживання має замкнутий цикл, який полягає в тому, що система регулювання здійснює свій вплив на рівень споживання електроенергії за рахунок прийняття відповідних організаційно-виробничих систем. рішення.

#### 5.4 Аналіз та обробка Інформація на ПК

Таблиця 5.31 показує \_ нарешті подано в кінці \_ розрахунок стажу роботи Генерального директора з енергетики та Центру енергоменеджменту .

Таблиця 5.31. – Підсумкові дані щодо споживання електроенергії для НУБіП в Україні за листопад 2023 року.

	Назва об'єкта	№ лічильника	Споживання поточного місяця минулого року, кВт/год	Кінець передбачення місяць, кВт*год	Споживання потужність, кВт*год –	Споживання ПРОМИСЛОВОСТІ, кВт/год	Побутове споживання, кВт/год	Вартість електроенергії – енергії, грн	Без балансу
1:	ТР 183.	105223		33670	32280	32280		126537	480
2:	ТП 183. Вивчить . к. 3. Героїв оборони 15	105223	19440	29950	28800	28800		112896	
3:	ТП 4705. Освіта . крива _ 4:	105141	8080	5600	6160	6160		24147	
4:	ТР1855 Освіта . корп. 5, 7, 8, 9, 15, Військовий одяг, пошиття	105152		37 000	38700	38700		151704	700
5:00	Навчальний корпус 5:	104902		1000	1530 рік	1530 рік		5997,6	
6:00		104872	1980 рік	1100	1350	1350		5292	
7:00	Навчальний корпус 12	105192	17600	32000	28480	28480		111641	
8:00		105212		5700	5800	5800		22736	
9:00	Навчальний корпус 13	105194	8000	9250	9800	9800		38416	
10:00		2632163		23000	23096	23096		90536,	
11:00	Навчальний корпус 7	2631272	9120	8500	8508,8	8508,8		33354,6	
12:00	ТП 1853 ТЗ їдальня	2379891		4200	3856,4			15117	
13:00	ТП 1853 Т4 столова	2379952	16498	12600	11514,4			45136	440
14:00		2379943		0:	2:		2:	3.4:	
15:00	Гуртожиток 2:	2379943	5400	8508	8404,8		8404	14288,6	
16:00	ТР 808 (група 2,3,5)	105233		45230	44220		44220	75174	
17:00	Гуртожиток 5	1048463	13770	14500	13260		13260	22542	
18:00	Гуртожиток 6	2470944 3		14200	14886		14886	25306,2	

19:00	Гуртожиток 5-7	2470973		45 000	50317		50317	85538,9	
20:00	Гуртожиток 9 11	2379943		14348	13549,6		13549	23034,2	
21:00		2379933	17320	20900	20673,2		20673	35144,4	
22:00	Гуртожиток о 10 11	105213		32000	29040		29040	49368	
23:00		688273		3000	2953		2953	5020,1	
24:00		688293	25926	200	199		199	338,3:	
25:00	Гуртожиток об 14	686713		300	284:		284:	482,8	
26:00		4900853		25 000	22860		22860	38862	
27:00		4902731		15 000	13440		13440	22848	
28:00		609963		500	424 роки		424 роки	720,8:	
29:00		688313	25497	210:	190		190	323:	
30:00	Гуртожиток о 15	4901983		56000	55140		55140	93738	
31:00		605103		11300	9660		9660	16422	
10:00 вечора		847503	66060	3000	3100		3100	5270	
33:	Житловий будинок	2379947		120:	125.2:		125.2:	212,84	
34:	Родімцева 5а	2379945	1040	15100	14970,4		14970	25449,68	
35:00	Поштовий індекс 1449	2632465		12300	11793,4			46230,128	
36:	Насосна станція, Родімцева , вул 12 ранку	105145	13240	10200	10160	10160		39827,2	
37:	Оглядова _ буд. 15 (УПК), вул.	105245	7040	15400	16640	16640		65228,8	
	<b>РАЗОМ (КІЇВЕНЕРГО)</b>		<b>256011</b>	<b>590400</b>	<b>556167</b>	<b>211305</b>	<b>317698</b>	<b>1474885</b>	

Тижневі та добові графіки споживання електроенергії показані на рис. 5.81 і 5.9.

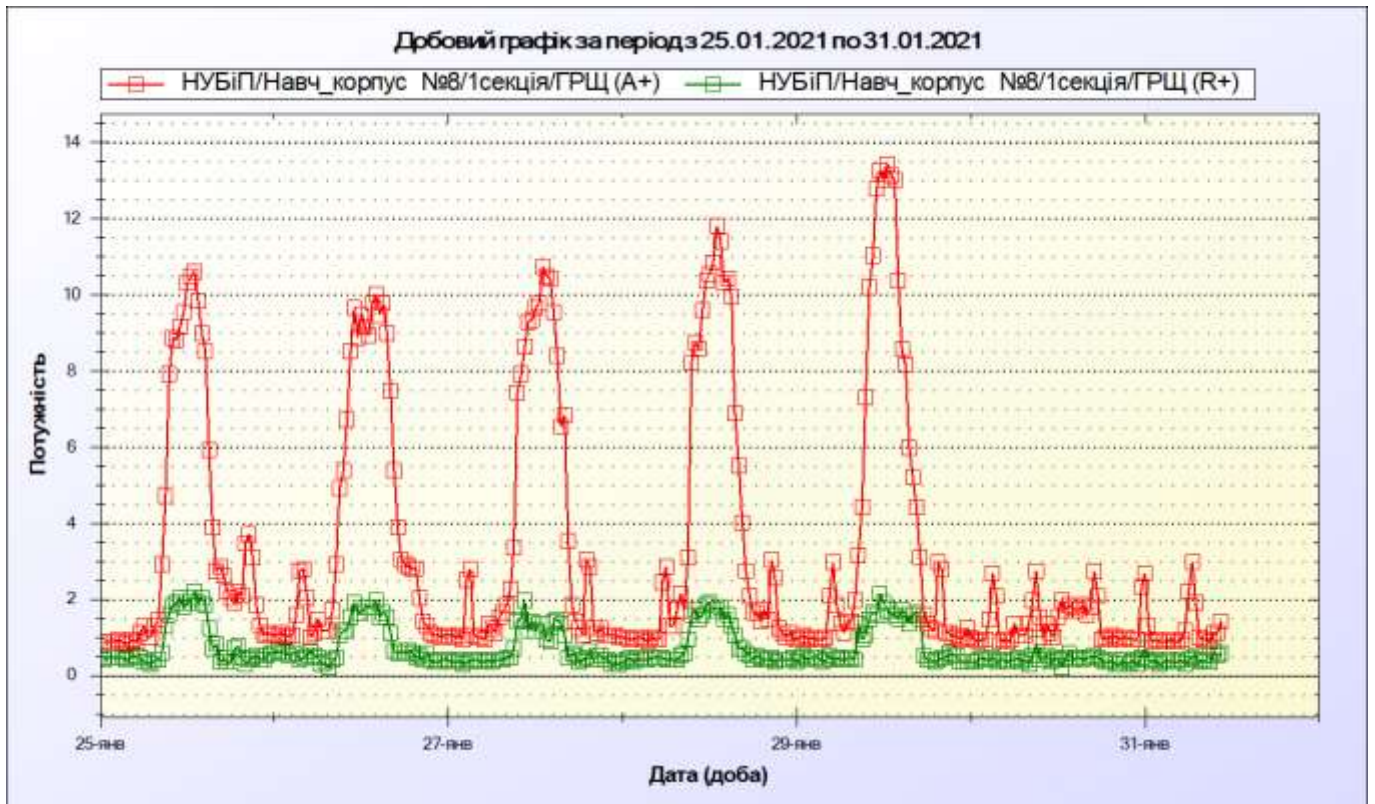


Рис 5.8 Щоденні графіки навантаження на тиждень.

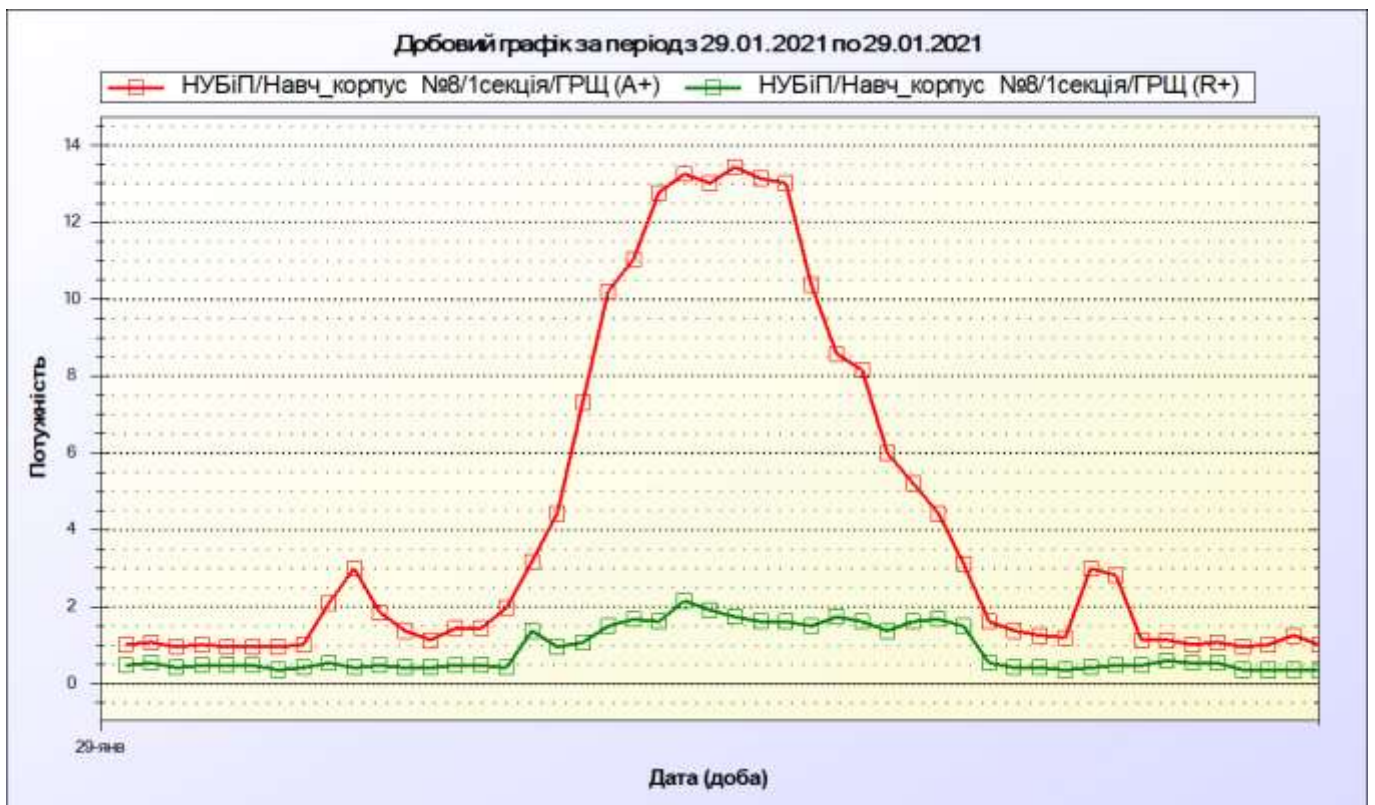


Рис 5.9 Щоденний графік завантаження.

витрат на паливно-енергетичні ресурси в	Справжній споживання , кВт/год				Значення споживання , грн				
	2021 рік	2020 рік	Різниця - (+)	Економія - (+), %	2021 рік	2020 рік	Різниця - (+)	Економія - (+), %	Тариф , грн за 1 кВт/год
Гуртожі - поточний номер 5	7392	5160	2232,8	43.3:	12420	4644	7776	167,4:	1,68:
Гуртожі - струм №5	8840	6600	2240	33.9:	14851	5940	8911	150,0	1,68:
Гуртожі - т - ок №7	5320	5160	160:	3.1:	8938	4644	4294	92,5:	1,68:
Гуртожі - поточний номер 8	14670	11100	3570	32.2:	24646	9990	14656	146,7:	1,68:
Гуртожі - актуальне число 9	13985	14272	-287	-2,0:	23495	12834	10661	83.1:	1,68:
Гуртожі - діючий номер 10	19104	13702	5402:	39.4:	32095	12331	19764	160,3:	1,68:

Табл. 5.5. Нормування споживання паливно-енергетичних ресурсів в будинках №1-№5. 6

Споживач	Справжній споживання , кВт/год				Значення споживання , грн				
	2021 рік	2020 рік	Різниця - (+)	Економія - (+), %	2021 рік	2020 рік	Різниця - (+)	Економія - (+), %	Тариф, грн за 1 кВт/год
Випадок №1	9240	48456	-39216	-80,9	33172	10916	22256	203,9:	3.59 ранку
Справа №2	5940	4260	1680 рік	39,44	21325	8517	12808	150,4:	3.59 ранку
Справа №3	20400	15360	5040	32.8:	73236	30740	42496	138.2:	3.59 ранку

Справа № 4	0:	5920	-5920	-100	0:	11836	- 11836	-100	3.59 ранку
Справа № 5	840	400	440	110,0:	3015,6	799	2217	277,4:	3.59 ранку
Справа № 6	1980 рік	1590 рік	390	24.53:	7108,2	3178	3930,2	123,7:	3.59 ранку

Таблиця 5.6. Нормування споживання паливно-енергетичних ресурсів

будівля	Справжній споживання , кВт*год _					
	2021 рік		2023 рік		Витрати на одного мешканця , кВт*год .	
	Споживання , кВт*год .	номер: осіб , які проживають в гуртожитку — —	Споживання , кВт*год .	номер: осіб , які проживають в гуртожитку — —	2021 рік	2020 рік
Гуртожиток №5	7392,8	297:	5160	196:	24.89:	26.33:
Гуртожиток №6	8840	312 років	6600	172:	28.33:	38,37
Гуртожиток №7	5320	372	5160	264:	14:30	19:55
Гуртожиток №8	14670	475	11100	350	30.88:	31.71:
Гуртожиток №9	13985	527	14272	326:	26.54:	43,78
Гуртожиток №10	19104	714	13702	605	26,76:	22.65:

Таблиця 5.7. Нормування споживання паливно-енергетичних ресурсів

будівля	Справжній споживання , кВт*год _		
	2021 рік	2023 рік	Відхилення -/+ ( кВт*год )
Навч корп № 7	2260	2080	180
Будинок №7а	1080	730	350
Навч корп № 8	3080	2120	960

<b>Навч корпус № 9</b>	<b>600</b>	<b>2340</b>	<b>- 1740</b>
<b>Навч корпус №10</b>	<b>19760</b>	<b>17080</b>	<b>2680</b>
<b>Навч корпус №11</b>	<b>8000</b>	<b>7800</b>	<b>200</b>

Раціоналізація витрат паливно-енергетичних ресурсів гуртожитків №1-№1. 6 представлено в таблиці 5.4, корпус № 1-№. 6 в таблиці 5.5 буд.№1-№ 6 у таблиці 5.7.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Порядок купівлі електричної енергії за «зеленим» тарифом. Погоджено постановою НКРЕКП від 26.04.2019 № 641.
2. Правила роздрібного ринку електричної енергії, затверджені постановою НКРЕКП від 14.03.2018 №312;
3. Кодекс комерційного обліку електричної енергії, затверджений постановою НКРЕКП від 14.03.2018 №311;
4. Кодекс систем розподілу, затверджений постановою НКРЕКП від 14.03.2018 №310;
5. Правила улаштування електроустановок, затверджені наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості від 20.06.2018 №469;
6. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, в редакції наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 13.02.2012 р. № 91;
7. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
8. ДСТУ EN 62052-11:2015 Засоби вимірювання електричної енергії змінного струму. Загальні вимоги, випробування та умови випробування. Частина 11. Лічильники електричної енергії.
9. ДСТУ 2506-94. Засоби обчислювальної техніки. Відмовостійкість і живучість. Загальні технічні вимоги.
10. ДСТУ 12.1.006-84 ССБТ. Електромагнітні поля радіочастот. Допустимі рівні на робочих місцях і вимоги до проведення контролю.
11. ДСТУ ГОСТ 8.009:2008 Державна система забезпечення єдності вимірювань. Нормовані метрологічні характеристики засобів вимірювань.
12. ГОСТ 8.010-99 Державна система забезпечення єдності вимірювань. Методики виконання вимірювань. Основні положення.  
ГОСТ 22261-94 Засоби вимірювання електричних і магнітних величин. Загальні технічні умови.