

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій і робототехніки
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра автоматичної, електроніки та телекомунікацій
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

магістр
(ступінь вищої освіти)

на тему Розроблення системи енергозабезпечення багатоповерхового житлового будинку

Виконав: студент 6 курсу, групи
601МЕ

спеціальності 141
«Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Кушнір В.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник Захарченко Р.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Страшко С.М.


(прізвище та ініціали)

Полтава - 2023 рік

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
 Інститут Навчально-науковий інститут інформаційних технологій і
 робототехніки
 Кафедра Автоматики, електроніки та телекомунікацій
 Ступінь вищої освіти Магістр
 Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
 автоматики, електроніки та
 телекомунікацій


 О.В. Шефер
 « 02 » 10 2023 р.

З А В Д А Н Н Я НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кушніру Вадиму Юрійовичу

- Тема проекту (роботи) «Розроблення системи енергозабезпечення багатопверхового житлового будинку»
 керівник проекту (роботи) Захарченко Руслан Володимирович, к.т.н., доцент
 затверджена наказом вищого навчального закладу від « 9 » 03 2023 року № 986-429
- Строк подання студентом проекту (роботи) 13.12.2023 р.
- Вихідні дані до проекту (роботи) документація на розроблення проекту енергопостачання та внутрішніх електромереж житлового будинку.
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Характеристика об'єкту проектування за вихідними даними. Огляд споживачів електроенергії та визначення категорії електропостачання. Розрахунок системи електропостачання багатоквартирного житлового будинку. Розрахунок електричних навантажень. Вибір перерізів кабелів живлення. Перевірка правильності вибору захисної апаратури. Організація заходів щодо зниження втрат електричної енергії у міських електричних мережах. Побудова автоматизованої системи обліку. Висновки по роботі.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):

- 1) схема розподільчої мережі;
- 2) схема щита АВР;
- 3) план мереж від АВР до силових щитів;
- 4) сема щита ЦРП;
- 5) план силової мережі першого поверху;
- 6) план освітлення першого поверху;
- 7) висновки по роботі.

6. Дата видачі завдання 02.10.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи			Примітка (плакати)
1	Характеристика об'єкту проектування за вихідними даними. Огляд споживачів електроенергії та визначення категорії електропостачання	11.10.23		15%	Пл. 1
2	Розрахунок системи електропостачання багатоквартирного житлового будинку	18.10.23	I	30%	Пл. 2
3	Розрахунок електричних навантажень. Вибір перерізів кабелів живлення	25.10.23		40%	Пл. 3
4	Перевірка правильності вибору захисної апаратури	14.11.23		50 %	Пл. 4
5	Організація заходів щодо зниження втрат електричної енергії у міських електричних мережах.	21.11.23	II	70%	Пл. 5
6	Побудова автоматизованої системи обліку	06.12.23		90%	Пл. 6
7	Оформлення магістерської роботи	13.12.23	III	100%	Пл. 7

Магістрант


(підпис)

Кушнір В.Н.
(прізвище та ініціал)

Керівник роботи


(підпис)

Захарченко
(прізвище та ініціал)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ З ВИХІДНИМИ ДАНИМИ НА РОЗРОБКУ ПРОЄКТУ	9
1.1 Загальна характеристика об'єкта, що проєктується.....	9
1.2 Вихідні дані для проєктування	10
1.3 Характеристика споживачів електроенергії та визначення категорії електропостачання	11
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ БАГАТОКВАРТИРНОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ	13
2.1 Зовнішнє освітлення	13
2.2 Розрахунок електричних навантажень.....	18
2.3 Розрахунок та вибір силових трансформаторів	30
2.4 Вибір перерізу шинопроводу	33
2.5 Вибір схеми електропостачання	33
2.6 Вибір перерізів кабелів живлення	34
2.7 Перевірка перерізів кабелів живлення по втраті напруги	37
2.8 Розрахунок струмів короткого замикання.....	38
2.9 Перевірка правильності вибору захисної апаратури	43
2.10 Розподільні мережі багатоквартирного житлового будинку.....	45
2.11 Електроосвітлення	47
РОЗДІЛ 3. ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТИ І ОБЛІК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ..	49
3.1 Заходи щодо зниження втрат електричної енергії у міських електричних мережах	49
3.2 Автоматизована система контролю, обліку та управління електроспоживанням	53
3.3 Рівні автоматизованої системи обліку електроенергії	58
3.4 Варіанти організації та побудови АСКОЕ.....	59
3.5 Побудова автоматизованої системи обліку	68
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	73
ДОДАТКИ.....	Помилка! Закладку не визначено.

ВСТУП

В усьому світі на сучасному етапі питання енергозбереження стає все більш актуальним. Це важливо не лише з економічного погляду для споживачів і для зменшення навантаження на електричні мережі, але також, що надзвичайно важливо, для збереження довкілля для майбутніх поколінь [1].

Україна, яка використовує понад 60–70% імпортованих енергоресурсів, є однією з країн Європи, що залежить від енергії. Це зумовлено не лише їхньою відсутністю, але й неефективним використанням, що становить загрозу національним інтересам та безпеці країни. Таким чином, розв'язання проблем енергозбереження та енергоефективності є одним з найважливіших завдань в умовах енергетичної кризи [1].

В Україні, як і в більшості європейських країн, понад 30% кінцевої енергії споживають будинки. Це найбільший сектор економіки з точки зору енергоспоживання, перевершуючи промисловість та транспорт. В індустріальному секторі споживання енергії поступово зменшується через впровадження енергоефективних технологій, тоді як у житловому секторі ця динаміка відсутня. Головна причина цього становища полягає у наявності бар'єрів, що ускладнюють впровадження енергоефективних технологій в житлових будинках [2].

Енергоефективність передбачає раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно доцільної ефективності використання наявних паливно-енергетичних ресурсів при реальному рівні розвитку техніки і технологій, а також дотримання вимог до охорони навколишнього середовища [10].

Для населення це означає значне зменшення комунальних витрат, для країни – економію ресурсів, підвищення продуктивності промисловості і конкурентоспроможності, для екології – обмеження викидів парникових газів в атмосферу, а для енергетичних компаній – зниження витрат на паливо і необґрунтованих витрат на будівництво.

Через низьку енергоефективність будівель втрати тепла складають 47%, 12% тепла втрачається через зношені мережі, а 5% – через застаріле обладнання котелень. За думкою експертів Європейсько-українського енергетичного агентства, за допомогою теплодернізації та капітального ремонту в будинках можна зменшити щорічне споживання і втрати енергії на 10–25%. При цьому загальний потенціал зменшення енергоспоживання в Україні становить 75% .

Кожен уряд незалежної України визначав підвищення енергоефективності житлово-комунального господарства як один із основних пріоритетів у своїй діяльності. У своїх програмах дій вони визначали шляхи розв'язання цих проблем, розробляли відповідні державні програми та визначали комплекс заходів, які сприяли їх впровадженню [2].

У країні існує грандіозна програма житлового будівництва, що призводить до постійного збільшення обсягів будівництва житлових об'єктів. Розподільчі мережі відіграють ключову роль у забезпеченні електроенергією житлових будинків, громадсько-комунальних установ і промислових підприємств. Через міські та сільські розподільчі мережі передається основна частина вироблюваної країною електричної енергії [13].

Розвиток розподільчих мереж пов'язане також із безперервним проникненням електрики у всі сфери життєдіяльності міського населення.

Зі збільшенням електроспоживання передбачаються все більш високі вимоги до надійності електричних мереж та якості електропостачання.

Зростання електроспоживання пов'язані з безперервним проникненням електричної енергії у всі сфери життєдіяльності людини виникла потреба у великих кількостях. Сучасні житлові будинки енергообладнані великою кількістю електрообладнання (електроплити, електробойлери, вентиляційні системи та насоси, дорогою побутовою електронікою, слаботочні системи). Нове обладнання вимагає якісно нового підходу - точного розрахунку, вмілого планування при раціональних витратах, сучасних систем захисту та автоматики.

У разі розвитку ринку ринкової електроенергії, виникла необхідність підвищення управління електроспоживанням. Одним із напрямків вирішення цього завдання є точний контроль та облік електроенергії, саме цей напрямок має забезпечити значну частину загального. Одним із найважливіших компонентів ринку електроенергії є його інструментальне забезпечення, яке є сукупністю систем, приладів, пристроїв, каналів зв'язку, алгоритмів тощо для контролю та управління параметрами енергоспоживання. Базою формування та розвитку інструментального забезпечення є автоматизовані системи контролю та обліку споживання електроенергії (АСКОЕ) [8].

У зв'язку з вищевикладеним питання подачі електроенергії та забезпечення якості та надійності електропостачання електроустановок житлового будинку є актуальним.

Мета представленої випускної кваліфікаційної роботи – побудова раціональної системи електропостачання багатоквартирного житлового будинку, що забезпечує необхідний рівень надійності електропостачання споживачів та відповідає економічним інтересам постачальників та споживачів електроенергії.

Виходячи з цього, виділено такі завдання розробки проєкту:

- Провести розрахунки електричних навантажень та обґрунтувати вибір силового трансформатора;
- Вибір схеми електропостачання;
 - визначити перерізи та марки кабелів, що живлять кабельних ліній (КЛ-0,4кВ) та перетин кабелів на освітлення території;
 - визначити перерізи та марки кабелів, що живлять кабельних ліній (КЛ-0,4кВ) та перетин кабелів на освітлення території;
- Провести розрахунок струму короткого замикання (КЗ);
- вибрати та перевірити комутаційні та захисні апарати для живильних та розподільчих мереж;
- Розглянути питання підвищення ефективності управління енергоспоживанням

Складність проектування системи електропостачання полягає у дотриманні численних норм і вимог, точності розрахунку електричних навантажень та виконанні задачі раціонального використання електроенергії. Електроприймачі багатоквартирного житлового будинку відносяться до першої чи другої категорії надійності електропостачання та вимагають підключення від двох незалежних джерел.

Предметом дослідження є розташування всіх елементів електромережі на об'єкті, нормативні документи та вимоги, якими необхідно керуватися під час проектування електропостачання багатоквартирного житлового будинку.

Як об'єкт проектування обраний багатоквартирний житловий будинок, що будується, з вбудованими (прибудованими) приміщеннями.

При проектуванні систем електропостачання важливим є питання про найбільш вигідне розташування джерела живлення споживачів електроенергії. Найбільш оптимальним розташуванням джерела живлення (головна низька підстанція, центральна підстанція та ін) є точка, в якій знаходиться центр електричних навантажень (ЦЕН).

Якщо джерело живлення перебуває у ЦЕН, то витрати на систему електропостачання досягають найменшого значення, коли навантаження приймачів розподілені симетрично щодо цього центру.

Побудова раціональної електричної схеми електропостачання, грамотний підбір необхідного обладнання, точний розрахунок електричних навантажень та перерізів провідників, узгодження захисту на всіх щаблях проектованої мережі електропостачання забезпечить надалі зручність, простоту експлуатації та високу електро- та пожежну безпеку об'єкта.

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ З ВИХІДНИМИ ДАНИМИ НА РОЗРОБКУ ПРОЄКТУ

1.1 Загальна характеристика об'єкта, що проєктується

Житловий будинок із вбудованими (прибудованими) приміщеннями напівкруглої конфігурації з наскрізним проїздом утворює всередині дворовий простір. Житловий будинок складається із восьми секцій.

Електропостачання багатоквартирного житлового будинку передбачається здійснювати від проєктованої двотрансформаторної підстанції ТП6/0,4кВ.

Введення, облік та розподілення електроенергії виконується в п'яти проєктованих двосекційних (на 2 введення) головних розподільчих щитах (ГРЩ1-5).

ГРЩ встановлюються на першому поверсі будівлі в електрощитових приміщеннях.

Для електроприймачів житлової частини будівлі:

- ГРЩ1 - секції А, Б, В1;
- ГРЩ2 - секції В2, Г, Д;
- ГРЩ3 - секції Е,Ж.

Для електроприймачів вбудовано-прибудованих приміщень ГРЩ4, ГРЩ5.

Споживачами електроенергії житлової частини будинку є:

- електроприймачі квартир (з електроплитами потужністю 10 кВт);
- робоче освітлення;
- аварійне освітлення;
- протипожежні пристрої (пожежні насоси, системи підпору повітря, димовидалення, пожежна сигналізація та оповіщення про пожежу);
- ліфтове обладнання;
- насосне обладнання;
- зовнішнє освітлення;
- електроприймачі ІТП.

Для розподілу електроенергії та захисту вводів у квартири на кожному поверсі передбачені навісні суміщені поверхові щитки (ЩП) із клемниками захисного заземлення.

У квартирах встановлюється квартирний щиток (ЩК) навісного типу.

Перший та цокольний поверхи житлового будинку займає торгове підприємство з адміністративними приміщеннями. Торгове підприємство здійснює торгівлю промтоварами: побутове електроустаткування, товари стільникового зв'язку, фото-відео техніка тощо.

Споживачами електроенергії торговельного підприємства є:

- електричне освітлення;
- побутові розетки;
- кондиціонери;
- теплові завіси;
- вентиляційні установки.

Для розподілу електроенергії вбудовано-прибудованих приміщень передбачені вводно-облікові щити (ЩВО).

Внутрішнє електропостачання вбудованих (прибудованих) приміщень у цьому проекті не розглядається.

1.2 Вихідні дані для проектування

Вид будівництва – нове будівництво.

Напруга мережі живлення – 380/220В.

Введення в квартири – однофазне 220В.

Система заземлення TN-C-S.

Загальна кількість квартир 406.

Площі торгового підприємства:

- торгова площа $S = 290\text{м}^2$;
- офісні приміщення $S = 349\text{м}^2$

Площа прилеглої до будівлі території $S = 126\text{м}^2$.

Піщано-глинистий ґрунт (суглинок) вологістю понад 1%.

Питомий опір ґрунту 100 Ом.

1.3 Характеристика споживачів електроенергії та визначення категорії електропостачання.

Найважливішим питанням оптимального побудови розподільних мереж є встановлення необхідного рівня надійності електропостачання споживачів. Залежно від цих вимог визначається обсяг резервних елементів у системі їх живлення, що безпосередньо впливає на всі техніко-економічні показники мереж [4].

Щодо забезпечення надійності електропостачання електроприймачі поділяються на три категорії.

Електроприймачі першої категорії — електроприймачі, перерва електропостачання яких може спричинити небезпеку для життя людей, загрозу для безпеки держави, значні матеріальні збитки, розлад складного технологічного процесу, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства, об'єктів зв'язку та телебачення [12].

Зі складу електроприймачів першої категорії виділяється особлива група електроприймачів, безперебійна робота яких необхідна для безаварійного зупинення виробництва з метою запобігання загрозі життю людей, вибухів та пожеж.

Електроприймачі другої категорії — електроприймачі, перерва електропостачання яких призводить до масової недовідпустки продукції, масових простоїв робітників, механізмів та промислового транспорту, порушення нормальної діяльності значної кількості міських та сільських мешканців [3].

Електроприймачі третьої категорії - всі інші електроприймачі, що не підпадають під визначення першої та другої категорій.

Електроприймачі житлової будівлі поділені на дві основні групи: електроприймачі квартир та електроприймачі загальнобудинкового призначення. До перших відносяться освітлювальні та побутові електроприлади. До других відносяться світильники сходових кліток, технічних підпілля, горищ вестибюлів, холів, службових та інших

приміщень, ліфтові установки, різні протипожежні пристрої, елементи диспетчеризації, переговорно-викликові пристрої (домофони), кодові замки тощо [22].

У житловому будинку є електроплити, протипожежні пристрої, ліфти, евакуаційне та аварійне освітлення, а згідно з ПУЕ житлові будинки з електроплитами належать до електроприймачів другої категорії, перерва електропостачання яких призводить до порушення нормальної діяльності значної кількості міських мешканців.

Електроприймачі протипожежних пристроїв, ліфти, евакуаційне та аварійне освітлення належать до електроприймачів I категорії, перерва електропостачання яких може спричинити небезпеку для життя людей, порушення функціонування особливо важливих елементів міського господарства. Для електроприймачів I категорії обов'язково живлення від двох незалежних джерел, до яких можуть бути віднесені і силові трансформатори, якщо вони підключені до різних, не пов'язаних між собою, секцій розподілу розподілу вищої напруги. При цьому резервне живлення електроприймачів повинно мати автоматичне включення (АВР). Перерва в електропостачанні першої категорії допускається лише на час спрацьовування АВР, а перерва в електропостачанні II категорії допустимо на час, необхідний для включення резервного живлення діями оперативно чергового персоналу [23].

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ БАГАТОКВАРТИРНОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

2.1 Зовнішнє освітлення

Система зовнішнього освітлення призначена для забезпечення необхідного рівня освітленості біля багатоквартирного житлового будинку.

Підключення електроприймачів зовнішнього освітлення передбачено від ГРЩ-1, ГРЩ-2, ГРЩ-3 через щити ЩНО1-3. Щити ЩНО встановлюються в електрощитових приміщеннях.

Управління зовнішнім освітленням передбачено:

- Дистанційне - з диспетчерського пульта;
- Ручне (місцеве) - безпосередньо з щитів ЩНО1-3, за допомогою кнопок.
- Автоматичне - за допомогою реле часу.

2.1.1. Норми освітленості та вибір джерел світла

Основне завдання вуличного освітлення є створення достатньої яскравості проїжджої частини вулиць і тротуарах, тобто. на горизонтальній поверхні. Середня горизонтальна освітленість визначається згідно з ДБН В.2.5-28-2018 [18].

- Фізкультурні майданчики та майданчики для ігор дітей $E_{ср} = 10\text{лк}$;
- проїзди основні $E_{ср} = 4\text{лк}$;
- Проїзди другорядні, у тому числі тротуари-під'їзди $E_{ср} = 2\text{лк}$.

Середня ширина проїжджої частини 10м.

В установках зовнішнього освітлення слід використовувати світильники з розрядними джерелами світла високого тиску, у тому числі для установок освітлення вулиць та доріг з транспортним рухом переважно з натрієвими лампами високого тиску. [5.6]

Світильник типу ДКУ41У. Як джерело світла у світильнику використовується енергоекономні світлодіоди котрі мають такі характеристики:

- класенергоефективності “А++”;
- понад 50 тис. годин безперервної роботи ;
- стабільний світловий потік
- миттєво запалюються, перезапалюються;
- стійкі до перепадів напруг і багаторазових вмикань, вимикань;
- мають високу кольоропередачу;
- відсутній шкідливий ефект низькочастотних пульсацій;
- немає ультрафіолетового випромінювання;
- екологічно не шкідливі - не вимагають спеціальної утилізації (без ртуті);
- захист від попадання блискавки - грозозахист 10Кв;
- пожежобезпечний;
- атмосферостійкий і має тривалий термін служби.

Над проїжджою частиною вулиць, доріг та площ світильники повинні встановлюватись на висоті не менше 6,5 м.

Освітлення проводиться з опор заввишки 7,5м. Конічні опори виготовляються з листової сталі методом згинання, з одним поздовжнім зварним швом типу (ОГККВ-7,5).

Кріплення світильника до опори здійснюється за допомогою кронштейна типу К20-0,5-0-0 (для одного світильника), К21-0,5-0-0 та К21(90)-0,5-0-0 (для двох світильників)), нахил світильника до горизонталі під кутом 15 °.

2.1.2. Розрахунок зовнішнього освітлення

Розрахунок зовнішнього освітлення полягає у визначенні відстані між світильниками (кроку світильників).

Світлотехнічний розрахунок виконується за методом коефіцієнта використання світлового потоку за формулою:

$$\Phi = \frac{L \cdot K_c \cdot \pi}{n}, \text{ лм/м}^2, \quad (2.1)$$

де L - нормована яскравість покриття, кд/м² (визначається за таблицею 11 СНиП 23-05-95);

K_c - коефіцієнт запасу;

η_L – коефіцієнт використання світлового потоку (визначається залежно від типу ламп, кута нахилу світильника, характеристики покриття, відношення дороги до висоти установки світильників).

За розрахованим світловим потоком Φ і світловим потоком вибраних ламп Φ_L визначається відстань між світильниками:

$$l = S / b, \text{ м} \quad (2.2)$$

S – площа, яку можуть висвітлити лампи, м²;

b – ширина проїзду (вулиці);

Розрахунки проводилися за коефіцієнта запасу – 1,5. Цей коефіцієнт враховує спад світлового потоку через зменшення потоку лампи протягом терміну служби та зовнішнє забруднення скла світильника.

$$\Phi = \frac{0,4 \cdot 1,5 \cdot 3,14}{0,04} = \frac{1,884}{0,04} = 47,1 \text{ лм/м}^2$$

Світловий потік вибраної лампи $\Phi_L=1500$ лм, може висвітлити площу:

$$S = \frac{15000}{47,1} = 318,47 \text{ м}^2$$

що за ширині проїзної частини $b=10$ м відповідає:

$$l = \frac{318,47}{10} = 31,8 \text{ м}$$

Площа освітлюваної території $S_T=12520$ м². Виходячи з цього, визначається необхідна кількість світильників:

$$n = \frac{12520}{318,47} = 39,31 \text{ шт}$$

Таким чином, для освітлення території житлового будинку необхідно 39 світильників ЖКП 33-150-001. Крок розміщення світильників 30-35м. Даний крок розміщення дозволить не тільки досягти необхідних значень по

освітленості, але і отримати рівномірне освітлення по всій території, без явних провалів.

2.1.3. Розрахунок електричних навантажень зовнішнього освітлення

Встановлена потужність (P_y) окреслюється сума потужності всіх ламп

($P_{\text{л}}$). Розрахункова потужність визначається:

$$P_p = P_y \cdot K_c, \text{кВт}, \quad (2.3)$$

де K_c -коефіцієнт попиту.

Визначається реактивна потужність:

$$Q_p = P_p \cdot \text{tg}\varphi, \text{кВАр}, \quad (2.4)$$

де $\text{tg}\varphi$ - коефіцієнт реактивної потужності.

Повне навантаження складе:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \text{кВА} \quad (2.5)$$

Розрахунковий струм визначається

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}, \text{А} \quad (2.6)$$

Результати розрахунків зведені в таблицю 2.1

Таблиця 2.1 Розрахунок електричних навантажень на зовнішнє освітлення.

№гр.	Найменування електроприймачів	Потужн. однієї лампи Рл, кВт	Кільк. Ел. Пр. п, шт.	Встановлена потужність Ру, кВт	Коефіцієнти			Розрахункова потужність			Розрахунковий струм Ір, А
					Коефіцієнт попиту Кс	Коефіцієнт потужності Cos φ	Коефіцієнт реактивної потужності tg φ	Активна Рр, кВт	Реактивна Qр, квар	Повна Sp, кВА	
1.1	Зовнішнє освітлення від ЩНО-1 (ГРЩ1)	0,15	12	1,8	1	0,85	0,62	1,80	1,12	2,1	3,2
2.1	Зовнішнє освітлення від ЩНО-2 (ГРЩ2)	0,15	15	2,25	1	0,85	0,62	2,25	1,39	2,6	4,0
3	Зовнішнє освітлення від ЩНО-3 (ГРЩ3)	0,15	12	1,8	1	0,85	0,62	1,80	1,12	2,1	3,2
Всього на зовнішнє освітлення:			39	5,85	1	0,85	0,62	5,85	3,63	6,88	9,93

2.2 Розрахунок електричних навантажень

Важливим етапом проектування будь-якої системи електропостачання є визначення електричних навантажень. Електричним навантаженням називають потужність чи струм, споживані електроприймачем, чи споживачем у встановлені моменти чи інтервали часу. Навантаження може вимірюватися повною, активною та реактивною потужністю або повним, активним або реактивним струмом.

Розрахунок електричних навантажень допоможе визначитися з вибором силових комутуючих пристроїв усередині будинку та на трансформаторній підстанції, а також, щоб підібрати перетин кабельної лінії від підстанції. Розрахунок електричних навантажень проводиться з метою захисту від перевантаження за споживаною потужністю, визначає вибір всіх елементів та техніко-економічні показники проекрованої системи електропостачання [21].

В основу розрахунку покладено Інструкцію з проектування міських електричних мереж з урахуванням питомих значень, наведених у ДБНВ.2.5.23-2010.

Розрахункове навантаження ліній живлення, введів і на шинах РУ — 0,4 кВ ТП від електроприймачів квартир підвищеної комфортності ($P_{p.kв}$) визначається за формулою:

$$P_{p.kв} = P_{кв} \cdot n \cdot K_o, \text{кВт}, \quad (2.7)$$

де $P_{кв}$ - навантаження електроприймачів квартир підвищеної комфортності, кВт;

n - кількість квартир;

K_o - коефіцієнт одночасності для квартир підвищеної комфортності, приймаємо згідно з ДБНВ.2.5.23-2010.

Питомі розрахункові навантаження квартир, згідно ДБНВ.2.5.23-2010, включають навантаження освітлення загальнобудинкових приміщень (сходових кліток, підпілля, технічних поверхів, горищ і т. д.), а також навантаження слаботочних пристроїв і дрібного силового обладнання. [7,9]

Відповідно до інженерного обладнання будинків та споруд питомі розрахункові навантаження не враховують загальнобудинкове силове навантаження, освітлювальне та силове навантаження вбудованих (прибудованих) приміщень громадського призначення.

Розрахункове навантаження лінії живлення ліфтів та інших силових електроприймачів житлового будинку визначаємо за формулою:

$$P_c = K_c \cdot \sum P_y, \text{кВт} \quad (2.8)$$

де K_c - коефіцієнт попиту, визначаємо за даними ДБНВ.2.5.23-2010, залежно від кількості електроприймачів;

P_y - встановлена потужність електроприймача за паспортом, кВт.

Потужність резервних електродвигунів, а також електроприймачів протипожежних пристроїв та прибиральних механізмів при розрахунку електричних навантажень живильних ліній та вводів у будівлю не враховується.

$P_{р.жд}$ - розрахункове навантаження житлового будинку визначається за формулою:

$$P_{р.жд} = P_{кв} + 0,9 \cdot P_c, \text{кВт} \quad (2.9)$$

де $P_{кв}$ - розрахунок навантаження на електроприймачів квартир, кВт;

P_c - розрахункове навантаження силових електроприймачів, кВт.

Повне навантаження складе:

$$S_{р.жд} = \sqrt{P_{р.жд}^2 + Q_{р.жд}^2}, \text{кВА} \quad (2.10)$$

де $Q_{р.жд}$ — реактивна потужність визначається:

$$Q_{р.жд} = P_{кв} \cdot \text{tg}\varphi + P_c \cdot \text{tg}\varphi, \text{кВАр} \quad (2.11)$$

Розрахунковий струм визначається:

$$I_{р.жд} = \frac{S_{р.жд}}{\sqrt{3} \cdot U_n}, \text{А} \quad (2.12)$$

Коефіцієнти потужності електроприймачів житлових будівель приймаємо за ДБНВ.2.5.23-2010.

Розрахункове навантаження живильних ліній, введів і на шинах РУ - 0,4 кВ ТП від електроприймачів вбудованих (прибудованих) приміщень визначаємо:

$$P_{p.встр} = P_{уд} \cdot S, кВт \quad (2.13)$$

де $P_{уд}$ – питома навантаження, кВт/м²;

S – площа приміщення, м².

Відповідно до ДБНВ.2.5.23-2010 визначаємо питома навантаження:

- для офісних приміщень $P_{уд} = 0,054$ кВт/м²

- Для торгових приміщень $P_{уд} = 0,16$ кВт/м²

Розрахунки електричних навантажень робитимемо з прикладу ГРЩ1, інші розрахунки аналогічні, результати розрахунків зведені у таблиці 2.2-2.7.

Визначаємо навантаження електроприймачів квартир секції А, секції Б та секції В1 ГРЩ1:

$$P_{p.кв} = 10 \cdot 122 \cdot 0,152 = 185,2 кВт$$

Визначаємо навантаження ліфтового обладнання секції А, секції Б та секції В1:

$$P_{с.л} = 0,8 \cdot 34 = 27,2 кВт$$

Всього по ГРЩ1

$$P_{p.грщ1} = 185,2 + 0,9 \cdot 27,2 + 1,8 = 211,5 кВт$$

$$S_{p.грщ1} = \sqrt{211,5^2 + 67,3^2} = 221 кВА$$

Розрахунковий струм

$$I_{p.грщ1} = \frac{221}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 336 А$$

Для споживачів житлових і громадських будівель компенсація реактивного навантаження, зазвичай, не потрібна.

Таблиця 2.2 Розрахунок електричних навантажень ГРЩ1

ГРЩ1	Найменування споживачів	P _{у.кВт}	п, шт./ S, м ²	K _{сов} м.	Коефіцієнт				Розрахункова величина			
					K _о *P _{кв}	K _с	cos φ _i	tg φ _i	P _p , кВт	Q, кВАр	S, кВА	I, А
1 введення	Квартирні (10кВт) споживачі 1 фаза	—	64	—	1,78	—	0,98	0,20	113,9	23,13		177
	Всього:							0,98	0,20	113,9	23,1	
2 введення	Квартирні (10кВт) споживачі 1 фаза	—	58	—	1,844	—	0,98	0,20	107,0	21,7		218
	Ліфти	34,0	4	—	—	0,80	0,65	1,17	27,2	31,8		
	з коеф.			0,9	—				24,5	28,6		
	Зовнішнє освітлення	1,8	12			1,00	0,85	0,62	1,8	1,1		
	Всього:							0,93	0,38	134,0	51,5	
1 введення+2 введення	Квартирні (10кВт) споживачі 1 фаза		122	—	1,52	—	0,98	0,20	185,2	37,6		336
	Ліфти	34,0	4	—	—	0,80	0,65	1,17	27,2	31,8		
	з коеф.			0,9	—				24,5	28,6		
	Зовнішнє освітлення	1,8	12	—	—	1,00	0,85	0,62	1,80	1,1		

		Всього:					0,96	0,30	211,5	67,3	221	
госп.навантаження (з ел.обліком)	Зовнішнє освітлення	1,8	12	—	—	1,00	0,85	0,62	1,8	1,1	27	
	Робоче освітлення	16,1	—	—	—	1,00	1,00	0,00	16,1	0,0		
	Всього:					0,98	0,20	17,9	1,1	18		
І категорія	з ел.обліком	Евакуаційне освітлення	8,5				1,00	1	0,00	8,5	0,00	69
		Слаботкова апаратура, ОПС	2,6				1,00	0,95	0,33	2,6	0,9	
		Ліфти	34,0	4			0,70	0,65	1,17	23,8	27,8	
		Всього:					0,79	0,78	34,9	28,7	45	
	пож.у-ва (без ел.обліку)	Димовидалення	3,0	1	—	—	1,00	0,8	0,75	3,0	2,3	20
Підпір повітря у шахту ліфта		7,5	1	—	—	1,00	0,8	0,75	7,5	5,6		
Всього:					0,8	0,75	10,5	7,9	13			
							0,95	0,33	222,0	75,2	234	356

Таблиця 2.3 Розрахунок електричних навантажень ГРЩ2

ГРЩ2	Найменування споживачів	P _у , кВт	n, шт./ S, м ²	K _{сов} м.	Коефіцієнт				Розрахункова величина			
					K _о *P _{кв}	K _с	cos φ _i	tg φ _i	P _p , кВт	Q, кВАр	S, кВА	I, А
2 введення	Квартирні (10кВт) споживачі 1 фаза	—	64	—	1,78	—	0,98	0,20	113,9	23,1		177
	Всього:						0,98	0,20	113,9	23,1	116	
1 введення	Квартирні (10кВт) споживачі 1 фаза	—	52	—	1,89	—	0,98	0,20	98,5	20,0		233
	Насоси	6,8	4	—	—	0,85	0,8	0,75	5,8	4,3		
	з коеф.			0,9					5,3	3,9		
	Лифти	34,0	4	—	—	0,80	0,65	1,17	27,2	31,8		
	с коеф.			0,9					25,0	29,3		
	ІТП-1 (житл. част.)	11,0	1	—	—	1,00	0,85	0,62	11,0	6,8		
	з коеф.			0,9					9,9	6,1		
	Зовнішнє освітлення	2,3	15	—	—	1,00	0,85	0,62	2,3	1,4		
Всього:							0,92	0,43	140,9	60,7	153	
1 введення+2 введення	Квартирні (10кВт)		116	—	1,55	—	0,98	0,20	179,3	36,4		355

	споживачі 1 фаза											
	Ліфти	34,0	4	—	—	0,79	0,65	1,17	26,9	31,4		
	з коеф.			0,9	—				24,7	28,9		
	Насоси	6,8	4	—	—	0,85	0,8	0,75	5,8	4,3		
	с коеф.			0,9	—				5,3	3,9		
	ІТП-1(житл.част.)	11,0	1			1,00	0,85	0,62	11,0	6,8		
	з коеф.			0,9	—				9,9	6,1		
	Зовнішнє освітлення	2,3	15	—	—	1,00	0,85	0,62	2,3	1,4		
	Всього:					0,95	0,34		221,4	76,8	234	
госп.навантаження (з ел.обліком)	Зовнішнє освітлення	2,3	15	—	—	1,00	0,85	0,62	2,3	1,4		113
	Робоче освітлення	15,9	—	—	—	1,00	1,00	0,00	15,9	0,00		
	Насоси	6,8	4	—	—	0,85	0,8	0,75	5,8	4,3		
						0,97	0,24		23,9	5,7	25	
І категорія з ел.облік.	Евакуаційне	8,9	—	—	—	1,00	1	0,00	8,9	0,0		99
	Слаботкова апаратура, ОПС	4,0	—	—	—	1,00	0,95	0,33	4,0	1,3		
	ІТП-1(житл.част.)	11,0	1	—	—	1,00	0,85	0,62	11,0	6,8		
	Ліфти	34,0	4	—	—	0,80	0,65	1,17	27,2	31,8		

							0,79	0,78	51,1	39,9	65	
пож.пристрою (без ел.обліку)	Пожежні насоси	8,0	2	—	—	1,00	0,8	0,75	8,0	6,0		119
	Димовидалення	3,0	1	—	—	1,00	0,8	0,75	3,0	2,3		
	Підпір повітря у шахту ліфта	7,5	1	—	—	1,00	0,8	0,75	7,5	5,6		
							0,8	0,75	62,1	48,2	79	
	Всього:					0,95	0,33	283,5	125,0	310	471	

Таблиця 2.4 Розрахунок електричних навантажень ГРЦЗ

ГРЦЗ	Найменування споживачів	P _у .кВт	n, шт./ S, м ²	K _{сов} м.	Коефіцієнт				Розрахункова величина			
					K _о *P _{кв}	K _с	cos φ _i	tg φ _i	P _p , кВт	Q, кВАр	S, кВА	I, А
1 введення	Квартирні (10кВт) споживачі 1 фаза	—	84	—	1,68	—	0,98	0,20	141,1	28,7		219
	Всього:						0,98	0,20	141,1	28,7	144	
2 введення	Квартирні (10кВт) споживачі 1 фаза	—	84	—	1,68	—	0,98	0,20	141,1	28,7		264
	Ліфти	24,5	3	—	—	0,80	0,65	1,17	19,6	22,9		
	з коеф.			0,9	—				18,2	21,3		
	ІТП-2(житл. част.)	3,5	1	—	—	1,00	0,85	0,62	3,5	2,2		

	з коеф.			0,9	—				3,3	2,0		
	Зовнішнє освітлення	2,3	16	—	—	1,00	0,85	0,62	2,3	1,4		
	Всього:						0,95	0,32	165,7	53,2	174	
1 введення +2 введення	Квартирні (10кВт) споживачі 1 фаза		168	—	1,46	—	0,98	0,20	244,4	49,6		
	Ліфти	24,5	3	—	—	0,80	0,65	1,17	19,6	22,9		
	з коеф.			0,9	—				18,2	21,3		
	ІТП-2(житл.част.)	3,5	1	—	—	1,00	0,85	0,62	3,5	2,2		422
	з коеф.			0,9	—				3,2	2,0		
	Зовнішнє освітлення	1,8	12	—	—	1,00	0,85	0,62	1,8	1,12		
	Всього:						0,96	0,28	267,6	74,0	278	
госп.навантаження (з ел.обліком)	Зовнішнє освітлення	1,8	12	—	—	1,00	0,85	0,62	1,8	1,1		27
	Робоче освітлення	16,2	—	—	—	1,00	1,00	0,00	16,2	0,0		
							0,98	0,20	18,0	1,1	18	
І категорія з ел.обліком	Евакуаційне	7,9				1	1	0,00	7,9	0,0		72
	Слаботкова апаратура, ОПС	4,1				1	0,95	0,33	4,1	1,3		
	ІТП-2(житл.част.)	3,5	1	—	—	1	0,85	0,62	3,5	2,2		

		Ліфти	24,5	3			0,9	0,65	1,17	22,1	25,8			
								0,79	0,78	37,6	29,3	48		
	пож.пристрою (без ел.обліку)	Димовидалення	5,5	1	—	—	1	0,85	0,62	5,5	3,4		82	
								0,8	0,75	43,1	32,7	54		
		Всього:					0,96	0,28	273,1	77,4	284	431		

Таблиця 2.5 Розрахунок електричних навантажень ГРЩ4

ГРЩ4		№ п/п	Найменування споживачів	Ру, кВт	S, м2	Коефіцієнти				P, кВт	Q, кВар	S, кВА	I, А	
						Руд.	Кс.	cosφ	tgφ					
ГРЩ4	1 введення	1	ЩВО-2	—	445	0,054	1,00	0,85	0,62	24,0	14,9	28	43	
		2	ЩВО-3	—	325	0,054	1,00	0,85	0,62	17,6	10,9	21	31	
		3	ЩВО-4	—	335	0,054	1,00	0,85	0,62	18,1	11,2	21	32	
		4	ЩВО-9	—	315	0,160	1,00	0,85	0,62	50,4	31,2	59	90	
		5	ЩВО-10	—	295	0,160	1,00	0,85	0,62	47,2	29,3	56	84	
		Всього								0,85	0,62	157,3	97,5	185
	2 введення	1	ЩВО-11	—	217	0,160	1,00	0,85	0,62	34,7	21,5	41	63	
		2	ЩВО-12	—	275	0,160	1,00	0,85	0,62	44,0	27,3	52	79	
		3	ЩВО-13	—	254	0,160	1,00	0,85	0,62	40,6	25,2	48	73	
		4	ЩВО-14	—	195	0,160	1,00	0,85	0,62	31,2	19,3	37	56	
		5	ЩВО-1	—	415	0,054	1,00	0,85	0,62	22,4	13,9	26	40	
		6	ЩР-1 (ІТП-3 вбудовування)	2,74	—	—	1,00	0,85	0,62	2,7	1,7	3	5	
	Всього								0,85	0,62	175,7	108,9	207	298
	Всього								0,85	0,62	333,0	206,4	392	565

Таблиця 2.6 Розрахунок електричних навантажень ГРЩ5

ГРЩ5		№ п/п	Найменування споживачів	Ру, кВт	S, м2	Коефіцієнти				P, кВт	Q, кВар	S, кВА	I, А	
						Руд.	Кс.	cosφ	tgφ					
ГРЩ5	1 введення	1	ЩВУ-6	—	475	0,054	1,00	0,85	0,62	25,7	15,9	30	46	
		2	ЩВУ-7	—	495	0,054	1,00	0,85	0,62	26,7	16,6	31	48	
		3	ЩВУ-8	—	515	0,054	1,00	0,85	0,62	27,8	17,2	33	50	
		4	ЩВУ-5	—	485	0,054	1,00	0,85	0,62	26,2	16,2	31	47	
		5	ЩВУ-15	—	325	0,160	1,00	0,85	0,62	52,0	32,2	61	93	
		Всього								0,85	0,62	158,4	98,2	186
	2	1	ЩВУ-17	—	247	0,160	1,00	0,85	0,62	39,5	24,5	47	71	

введення	2	ЩВУ-18	—	295	0,160	1,00	0,85	0,62	47,2	29,3	56	85
	3	ЩВУ-19	—	255	0,160	1,00	0,85	0,62	40,8	25,3	48	73
	4	ЩВУ-16	—	235	0,160	1,00	0,85	0,62	37,6	23,3	44	67
	5	ЩР-2 (ІТП-4 вбудовування)	2,74	—	—	1,00	0,85	0,62	2,7	1,7	3	5
	Всього							0,85	0,62	167,9	104,0	197
Всього							0,85	0,62	326,2	202,2	384	554

Таблиця 2.7 Розрахунок електричних навантажень будівлі

ГРЩ	Найменування споживачів	P _у , кВт	n, шт./S, м ²	K _{сов} м.	Коефіцієнт				Розрахункова величина					
					K _о *P _{кв}	K _с	cos φ _i	tg φ _i	P _p , кВт	Q, кВАр	S, кВА	I, А		
1+2+3+4+5	Квартирні (10кВт) споживачі 1 фаза	—	406	—	1,29	—	0,98	0,20	525,4	104,2		1873		
	Ліфти	92,5	11	—	—	0,60	0,65	1,17	55,5	64,9				
	з коеф.			0,9	—				48,6	56,8				
	ІТП(житл.част.)	14,5	2	—	—	1,00	0,85	0,62	14,5	9,0				
	з коеф.			0,9	—				13,1	8,1				
	Госп. насоси	6,8	4	—	—	0,85	0,8	0,75	5,8	4,3				
	з коеф.			0,9	—				5,2	3,9				
	Зовнішнє освітлення	5,9	39	—	—	1,00	0,85	0,62	5,9	3,6				
									0,96	0,30	598,1		176,6	624
	Вбудовані прим.				—	—			0,85	0,62	659,2		408,5	776
з коеф.				0,8	—					527,4	326,8	620		
								0,91	0,45	1125,4	503,4	1233		
І категорія	Евакуаційне освітлення	25,3	—	—	—	1,00	1,00	0,00	25,3	0,0	25	265		
	Слаботкова апаратура, ОПС	10,7	—	—	—	1,00	0,95	0,33	10,7	3,5	11			
	ІТП (житл.част.)		2	—	—	1,00	0,85	0,62	14,5	9,0				

Ліфти, кВт	92,5	11	—	—	0,60	0,65	1,17	55,5	64,9		
							0,81	0,73	106,0	77,4	131
Пожежні насоси	8,0	2	—	—	1,00	0,8	0,75	8,0	6,0		
Димовидалення	11,5	3	—	—	1,00	0,8	0,75	11,5	8,6		
Підпір повітря у шахту ліфта	15,0	2	—	—	1	0,8	0,75	15,0	11,3		
							0,80	0,75	34,5	25,9	43
							0,81	0,73	140,5	103,3	174

2.3 Розрахунок та вибір силових трансформаторів

Вибір потужності трансформаторів проводиться виходячи з розрахункового навантаження об'єкта електропостачання, числа годин використання максимуму навантаження, темпів зростання навантажень, допустимого навантаження трансформаторів [20].

Так як представлені споживачі I та II категорії число трансформаторів не менше двох.

Потужність силових трансформаторів має забезпечувати у нормальних умовах живлення всіх приймачів електроенергії. При виборі потужності трансформаторів слід домагатися найбільш доцільного режиму роботи та відповідного забезпечення резервування живлення приймачів при відключенні одного з трансформаторів, причому навантаження трансформатора в нормальних умовах не повинно спричинити скорочення природного терміну служби [16].

Надійність електропостачання досягається установкою на підстанції двох трансформаторів, які зазвичай працюють окремо.

Сукупність допустимих навантажень, систематичних або аварійних перевантажень визначає здатність навантаження трансформаторів, в основу розрахунку якої покладено теплове зношування ізоляції трансформаторів. Якщо не враховувати здатність навантаження трансформатора, то можна

необґрунтовано завищити обрану встановлену потужність, що економічно недоцільно.

Повна розрахункова потужність складає $S_p=1233\text{кВА}$ $\cos\varphi=0.91$.

При проектуванні номінальну потужність кожного трансформатора двотрансформаторної підстанції приймають рівною 0,7 прогнозованого розрахункового максимуму навантаження підстанції за умови переважання споживачів II категорії надійності. У цьому випадку при аварії з одним трансформатором електропостачання споживачів забезпечують за рахунок перевантаження на 40% трансформатора, що залишився в роботі.

Потужність трансформатора, що вибирається, буде становити:

$$S_{\text{ном.тр}} = \frac{S_p}{n \cdot K_z}, \text{кВА} \quad (2.14)$$

де S_p – повна розрахункова потужність, кВА;

коефіцієнт завантаження трансформатора — $K_z=0,7$;

число трансформаторів $n=2$.

Отримуємо:

$$S_{\text{ном.тр}} = \frac{1233}{2 \cdot 0,7} = 880,71\text{кВА}$$

За шкалою потужності трансформаторів вибираємо трансформатор на 1000 кВ.

Перевіримо можливість роботи в аварійному режимі:

$$1,4 \cdot S_{\text{ном.тр}} \geq S_p \quad (15)$$

$$1,4 \cdot 1000 = 1400\text{кВА} \geq 1232,9\text{кВА}$$

Можливість роботи в аварійному режимі є очевидною $S_p < S_{\text{ном.тр}}$. Вибираємо трансформатор ТМГ-1000-6/0,4кВ.

Основні технічні характеристики ТМГ-1000-6/0,4кВ:

Номінальна потужність трансформаторів $P_n = 1000$ кВА

Номінальна напруга первинна $U_{\text{вн}} = 6$ кВ

Середня номінальна напруга первинна $U_{\text{ср.вн}} = 6,3$ кВ

Номинальна напруга вторинне $U_{\text{нн}} = 0,4\text{кВ}$

Схема з'єднання обмоток $\Delta/Y_{\text{н}}-11$

Втрати холостого ходу $\Delta P_{\text{хх}} = 1,6\text{кВт}$

Потужність втрат короткого замикання $P_{\text{кз}} = 10,8\text{кВТ}$

Напруга короткого замикання $U_{\text{кз}} = 5,5\%$.

Втрати напруги у вторинних обмотках силових трансформаторів визначають:

$$\Delta U_{\tau} = \beta \cdot (U_{\text{ка}} \cdot \cos \varphi + U_{\text{кр}} \cdot \sin \varphi), \% \quad (2.15)$$

де коефіцієнт завантаження трансформатора отримують:

$$\beta = \frac{S_p}{S_{\text{ном.тр}}} \quad (2.16)$$

$U_{\text{ка}}$, $U_{\text{кр}}$ — активна та індуктивна складова напруги короткого замикання трансформатора:

$$U_{\text{ка}} = \frac{P_{\text{кз}}}{S_{\text{ном.тр}}} \cdot 100, \%; \quad (2.17)$$

$$U_{\text{кр}} = \sqrt{U_{\text{кз}}^2 - U_{\text{ка}}^2}, \% \quad (2.18)$$

звідси:

$$\beta = \frac{1232,9}{1000} = 1,23,$$

$$U_{\text{ка}} = \frac{10,8}{1000} \cdot 100 = 1,08\%,$$

$$U_{\text{кр}} = \sqrt{5,5^2 - 1,08^2} = 5,6\%,$$

$$\Delta U_{\tau} = 1,23 \cdot (1,08 \cdot 0,91 + 5,6 \cdot 0,41) = 4,03\%$$

2.4 Вибір перерізу шинопроводу

Виходячи з умов вибору перерізу шинопроводу за допустимим нагріванням, що тривало протікає максимальним струмом навантаження: $I_p \leq I_n$

де I_n – номінальний струм шинопроводу, приймаємо магістральний шинопровід ШМА68П.

$$1873,2 \text{ A} \leq 2500 \text{ A}$$

Умови дотримуються.

Втрати напруги у шинопроводах визначають за формулою:

$$\Delta U_{\text{ш}} = \frac{\sqrt{3} * 100 * I_p * l * (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi)}{U_{\text{ном}}}, \% \quad (2.19)$$

де - Розрахунковий струм навантаження для кабельних ліній, А;

l — довжина відрізків лінії від джерела живлення до місця застосування навантаження, км.

$U_{\text{ном}}$ — номінальна напруга мережі, В;

x_0 — питомий активний опір шинопроводу, Ом/км;

r_0 — питомий індуктивний опір шинопроводу, Ом/км.

Таким чином, втрати напруги в шинопроводі ШМА68П становитимуть:

$$\Delta U_{\text{ш}} = \frac{\sqrt{3} * 100 * 1873,2 * 0,01 * (0,07 * 0,91 + 0,045 * 0,41)}{400} = 0,67\%$$

2.5 Вибір схеми електропостачання

Електропостачання багатоквартирного житлового будинку здійснюється від двотрансформаторної підстанції 2БКРТП-6/0,4кВ прохідного типу із потужністю трансформаторів 1000 кВА.

У багатоквартирному житловому будинку встановлено споживачі I та II категорії, отже, за будь-якої аварії всі вони мають бути резервно запитані по інших лініях, трансформаторах.

Для електропостачання споживачів I та II категорії застосовується радіальна схема живлення. Радіальні схеми мають високу надійність. Недоліком схеми є те, що при аварійному відключенні лінії живлення може

виявитися знеструмленою велика група споживачів. Цей недолік усувається застосуванням резервування.

Електропостачання 2БКРТП-6/0,4кВ здійснюється за двома кабельними лініями КЛ-6кВ від РП-228. Введення вищої напруги на підстанцію виконують через шафу введення ВН, що містить вимикач навантаження. Необхідність встановлення апаратури – створення видимого розриву (при оглядах та ремонтних роботах).

Трасу кабельної лінії вибирають з урахуванням найменшої витрати кабелю та забезпечення його безпеки від механічних пошкоджень, корозії та вібрації. Для прокладки КЛ-0,4кВ застосовуються чотирижильні кабелі з алюмінієвими жилами, з ізоляцією із силанольшитого поліетилену, броньованих сталевими стрічками, із зовнішнім захисним покривом із поліетилену марки АПвБШп. Металева оболонка кабелів має необхідну стійкість до механічних впливів, а також стійкість до теплових та механічних впливів при експлуатаційно-ремонтних роботах. Броньовані кабелі, а також кабельні конструкції, на яких прокладається кабель, повинні бути заземлені або занулені відповідно до вимог наведених в ПУЕ.

2.6 Вибір перерізів кабелів живлення

Переріз кабелів визначають, виходячи з допустимого нагріву з урахуванням аварійного режиму та відхилення напруги. Провідники будь-якого призначення повинні задовольняти вимоги щодо допустимого нагріву, з урахуванням не тільки нормальних, а й післяаварійних режимів. Переріз кабелю з нагрівання вибирають за умови передачі всього навантаження по одному кабельному вводу.

На кабелі залежно від їхньої конструкції, напруги, на яку вони розраховані, матеріалу та перерізу жил, а також від умов прокладання (у землі, воді, повітрі) Правилами влаштування електроустановок встановлені тривало допустимі струмові навантаження.

Відповідно до ПУЕ, тривало допустиме струмове навантаження для одиночних кабелів, прокладених у трубах (у землі), така сама, як і для кабелів,

прокладених у повітрі, з урахуванням поправного коефіцієнта на температуру ґрунту. При змішаній прокладці в землі (без труб і трубах) допустимі струмові навантаження приймають для ділянки траси з найгіршими тепловими умовами, якщо довжина його більше 10 метрів. При прокладанні кількох кабелів в траншеї тривало допустимі струмові навантаження зменшують, вводячи коефіцієнти поправки.

Перетин за допустимим нагріванням вибирають за умовою:

$$I_p \leq 0,92 \cdot I_d \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, A$$

де I_p – максимальний розрахунковий струм навантаження, А;

I_d – довготривалий допустимий струм, А;

0,92 – поправочний коефіцієнт для чотирижильних кабелів.

K_1 — поправочні коефіцієнти на струми для кабелів, залежно від температури землі та повітря. Відповідно ПУЕ визначаємо $K_1 = 1,09$.

K_2 — поправочний коефіцієнт на кількість працюючих кабелів, що лежать поряд у землі (у трубах або без труб);

K_3 — поправочний коефіцієнт на допустимий тривалий струм для кабелів, прокладених у землі, залежно від питомого опору землі. У районі прокладання кабелю піщано-глинистий ґрунт (суглинок) вологістю понад 1%. Відповідно до таблиці 1.3.23 ПУЕ визначаємо $K_3 = 1,05$.

Таким чином, пропускна здатність кабельної лінії живлення від РУ 0,4кВ 2БКРТП 6/0,4кВ до ГРЩ-1 багатоквартирного житлового будинку, виконаної кабелем 2(АПвБШп 4x120мм):

$$I_{кл.д.} = 0,92 \cdot 2 \cdot 200 \cdot 1,09 \cdot 0,82 \cdot 1,05 = 345,44$$

$$336 A \leq 345,44$$

Умови дотримуються.

Пропускна здатність кабельної лінії живлення від РУ 0,4кВ 2БКРТП 6/0,4кВ до ГРЩ-2 багатоквартирного житлового будинку, виконаної кабелем 2(АПвБШп 4x150мм):

$$I_{кл.д.} = 0,92 \cdot 2 \cdot 235 \cdot 1,09 \cdot 0,81 \cdot 1,05 = 400,8A$$

$$355A \leq 400,8A$$

Умови дотримуються.

Пропускна здатність кабельної лінії живлення від РУ 0,4кВ 2БКРТП 6/0,4кВ до ГРЩ-3 багатоквартирного житлового будинку, виконаної кабелем 2(АПвБШп 4x185мм):

$$I_{кл.д.} = 0,92 \cdot 2 \cdot 270 \cdot 1,09 \cdot 0,81 \cdot 1,05 = 460,6A$$

$$422A \leq 460,6A$$

Умови дотримуються.

Пропускна здатність кабельної лінії живлення від РУ 0,4кВ 2БКРТП 6/0,4кВ до ГРЩ-4 багатоквартирного житлового будинку, виконаної кабелем 3(АПвБШп 4x150мм):

$$I_{кл.д.} = 0,92 \cdot 3 \cdot 235 \cdot 1,09 \cdot 0,82 \cdot 1,05 = 608,7A$$

$$565A \leq 608,7A$$

Умови дотримуються.

Пропускна здатність кабельної лінії живлення від РУ 0,4кВ 2БКРТП 6/0,4кВ до ГРЩ-5 багатоквартирного житлового будинку, виконаної кабелем 3(АПвБШп 4x150мм):

$$I_{кл.д.} = 0,92 \cdot 3 \cdot 235 \cdot 1,09 \cdot 0,81 \cdot 1,05 = 601,3A$$

$$554A \leq 601,3A$$

Умови дотримуються.

Таким чином, приймаємо кабельні лінії 0,4 кВ:

- Напрямок 2БКРТП 6/0,4кВ - ГРЩ-1, дві взаєморезервовані лінії кабелем 2 (АПвБШп-4x120) - W1 1.1-1.2

- Напрямок 2БКРТП 6/0,4кВ - ГРЩ-2, дві взаєморезервовані лінії кабелем 2(АПвБШп-4x150)- W1 2.1-2.2

- Напрямок 2БКРТП 6/0,4кВ - ГРЩ-3, дві взаєморезервовані лінії кабелем 2 (АПвБШп-4x185) - W1 3.1-3.2

- Напрямок 2БКРТП 6/0,4 кВ - ГРЩ-4, дві взаєморезервовані лінії кабелем З (АПвБШп-4х150) - W1 4.1-4.2

- Напрямок 2БКРТП 6/0,4 кВ - ГРЩ-5, дві взаєморезервовані лінії кабелем З (АПвБШп-4х150) - W1 5.1-5.2.

Лінії живлення щитів ЩНО 1-3 від ГРЩ-1-3 виконуються 5 житловими кабелями марки ВВГнг. Кабельні лінії зовнішнього освітлення 5-ти житловими кабелями марки АВВГ, прокладеними в траншеї гнучкою двостінною гофрованою трубою. У зв'язку з невеликим струмовим навантаженням перетин кабелів зовнішнього освітлення вибирається за втратою напруги.

2.7 Перевірка перерізів кабелів живлення по втраті напруги

Відповідно до ДСТУ Б В.2.5-82:2016, втрати напруги в електроустановах будівель не повинні перевищувати 4 % від номінальної напруги установки.

Величина втрат напруги визначається за такою формулою:

для трифазної мережі:

$$\Delta U_{\text{л}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot I_{\text{р}} \cdot l \cdot (r_0 \cos \phi + x_0 \sin \phi)}{U_{\text{ном}}}, \% \quad (2.20)$$

де I - розрахунковий струм навантаження для кабельних ліній, А;

l — довжина відрізків лінії від джерела живлення до місця застосування навантаження, км.

$U_{\text{ном}}$ — номінальна напруга мережі, В;

x_0 — питомий активний опір кабелю, Ом/км;

r_0 — питомий індуктивний опір кабелю, Ом/км.

Розрахунки втрати напруги в лінії живлення будемо проводити на прикладі ГРЩ1, інші розрахунки аналогічні, результати розрахунків зведені в таблицю 2.8.

Величина втрати напруги КЛ-0,4 кв

$$\Delta U_{\text{л}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot 335,8 \cdot 0,70 \cdot (0,26 \cdot 0,96 + 0,06 \cdot 0,28)}{400} = 1,36\%$$

Таблиця 2.8 Розрахунок втрат напруги в лініях живлення ГРЩ1-5

Ланцюг	Pr,кВт	cos f	sin f	Ip,А	L,км	S,мм2	ro, Ом/км	xo, Ом/км	ΔUл,%
W1 1.1 2х(АПвБШп4х120)	211,5	0,96	0,28	335,8	0,070	120	0,26	0,06	1,36
W1 1.2 2х(АПвБШп4х120)	211,5	0,96	0,28	335,8	0,080	120	0,26	0,06	1,55
М-13-1 ВВГнг5х10	1,8	0,85	0,53	3,2	0,015	10	1,89	0,07	1,58
гр.1 АВВГ5х16	1,8	0,85	0,53	3,2	0,290	16	1,95	0,07	2,26
W1 2.1 2х(АПвБШп4х150)	221,4	0,95	0,31	355,0	0,100	150	0,21	0,06	1,68
W1 2.2 2х(АПвБШп4х150)	221,4	0,95	0,31	355,0	0,082	150	0,21	0,06	1,38
М-13-2 ВВГнг5х10	2,25	0,85	0,53	4,0	0,015	10	1,89	0,07	1,42
гр.2 АВВГ5х16	2,25	0,85	0,53	4,0	0,185	16	1,95	0,07	1,96
W1 3.1 2х(АПвБШп4х185)	267,6	0,96	0,28	421,9	0,13	185	0,17	0,06	2,14
W1 3.2 2х(АПвБШп4х185)	267,6	0,96	0,28	421,9	0,113	185	0,17	0,06	1,86
М-13-3 ВВГнг5х10	1,8	0,85	0,53	3,2	0,015	10	1,89	0,07	1,89
гр.3 АВВГ5х16	1,8	0,85	0,53	3,2	0,297	16	1,95	0,07	2,59
W1 4.1 3х(АПвБШп4х150)	333,0	0,85	0,53	565,4	0,068	150	0,21	0,06	1,17
W1 4.2 3х(АПвБШп4х150)	333,0	0,85	0,53	565,4	0,078	150	0,21	0,06	1,34
W1 5.1 3х(АПвБШп4х150)	326,2	0,85	0,53	554,0	0,131	150	0,21	0,06	2,20
W1 5.2 3х(АПвБШп4х150)	326,2	0,85	0,53	554,0	0,114	150	0,21	0,06	1,92

2.8 Розрахунок струмів короткого замикання

Розрахунок виконується з метою вибору комутаційної апаратури, шинопроводів, кабелів та іншого електроустаткування, а також перевірки чутливості захисту.

Основні технічні характеристики ТМГ-1000-6/0,4кВ:

Номінальна потужність трансформаторів $S_{\text{ном.тр}}=1000\text{кВА}$;

Номінальна напруга первинна $U_{\text{вн}}=6\text{кВ}$;

Середня номінальна напруга первинна $U_{\text{ср.вн}}=6,3\text{кВ}$;

Номинальна напруга вторинне $U_{нн}=0,4\text{кВ}$;

Схема з'єднання обмоток $\Delta/Y_{н-11}$;

Втрати холостого ходу $\Delta P_{хх}=1,6\text{кВт}$;

Потужність втрат короткого замикання $P_{кз}=10,8\text{кВт}$;

Напруга короткого замикання $U_{кз}=5,5\%$;

Шинопровід ШМА68П.

Для розрахунку струмів короткого замикання (КЗ) складається схема заміщення електропостачання (Рисунок 2.1). На схемі відзначають усі можливі точки КЗ

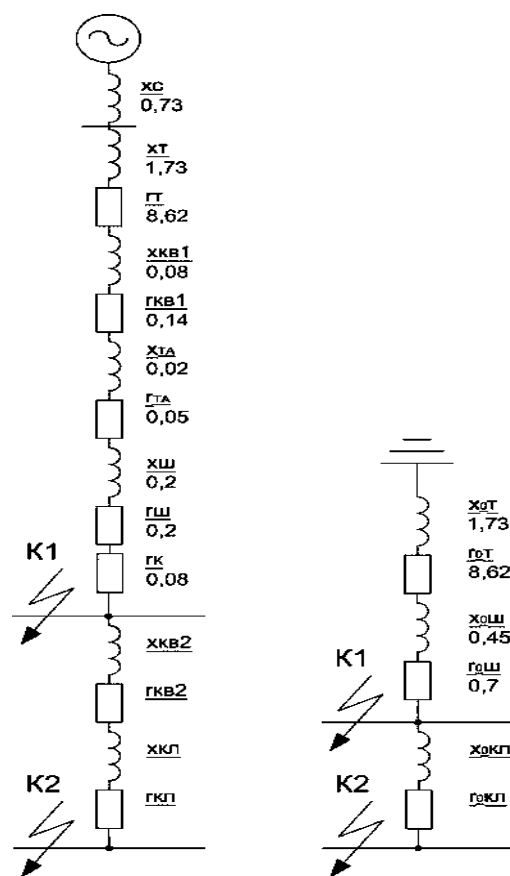


Рисунок 2.1. Схема заміщення електромережі

Опір системи враховується еквівалентним індуктивним опором у схемі заміщення прямої послідовності за формулою:

$$x_c = \frac{U_{ср.нн}^2}{\sqrt{3} \cdot I_{откл.ном} \cdot U_{ср.вн}}, \text{МОм} \quad (2.20)$$

де $U_{ср.нн}$ — середня номінальна напруга мережі, підключеної до обмотки нижчої напруги трансформатора,;

$U_{\text{ср.ВН}}$ — середня номінальна напруга мережі, до якої підключена обмотка вищої напруги трансформатора,;

$I_{\text{откл.ном}}$ — номінальний струм відключення вимикача, встановленого за вищої напруги понижуючого трансформатора ланцюга, кА.

$$x_c = \frac{400^2}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 6300} = 0,73 \text{ МОм}$$

Розрахунок трансформатора.

Активний та індуктивний опір прямої послідовності понижуючих трансформаторів (r_T , x_T) у міліомах, наведені до ступеня нижчої напруги мережі, розраховують за формулами:

$$r_T = \frac{P_{\kappa} U_{\text{НН}}^2}{S_{\text{ном.тр}}^2} \cdot 10^6, \text{ МОм}; \quad (2.21)$$

$$x_T = \sqrt{U_{\kappa 3}^2 - \left(\frac{100 P_{\kappa 3}}{S_{\text{ном.тр}}} \right)^2} \cdot \frac{U_{\text{НН}}^2}{S_{\text{ном.тр}}} \cdot 10^4, \text{ МОм}, \quad (2.22)$$

де $S_{\text{ном.тр}}$ — номінальна потужність трансформатора, кВА;

$P_{\kappa 3}$ — втрати короткого замикання у трансформаторі (за паспортними даними заводу-виробника), кВт;

$U_{\text{НН}}$ — номінальна напруга обмотки нижчої напруги трансформатора, кВ;

$U_{\kappa 3}$ — напруга короткого замикання трансформатора (за паспортними даними заводу-виробника), %

Тоді:

$$r_T = \frac{10,8 \cdot 0,4^2}{1000^2} \cdot 10^6 = 1,73 \text{ МОм};$$

$$x_T = \sqrt{5,5^2 - \left(\frac{100 \cdot 10,8}{1000} \right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{1000} \cdot 10^4 = 8,62 \text{ МОм};$$

Активні та індуктивні опори нульової послідовності понижуючих трансформаторів зі з'єднанням обмоток «трикутник-зірка» приймаємо рівним активним та індуктивним опорам прямої послідовності:

$$r_{от}=1,73\text{МОм}$$

$$x_{от}=8,62\text{МОм}$$

Автоматичний вимикач:

$$QF1: r_{кв}=0,14\text{МОм}; x_{кв}=0,08\text{МОм}.$$

Опір первинних обмоток багатовиткових трансформаторів струму

$$TA1, TA2, TA3: r_{ТА}=0,05\text{МОм}; x_{ТА}=0,02\text{МОм}.$$

Активний та індуктивний опір шинопроводу:

$$r_{ш}=0,020 \times 10 = 0,2\text{МОм}; x_{ш}=0,02 \times 10 = 0,2\text{МОм}.$$

Активний та індуктивний опір нульової послідовності фази шинопроводу приймаємо

$$r_{0ш}=0,07 \times 10 = 0,7\text{МОм/м}$$

$$x_{0ш}=0,045 \times 10 = 0,45\text{МОм/м}$$

Активний опір контактних болтових з'єднань:

$$r_k = 0,002 \times 4 = 0,008 \text{ МОм}.$$

Автоматичний вимикач:

$$QF2: r_{кв}=0,65\text{МОм}; x_{кв}=0,17\text{МОм}.$$

Кабельна лінія W1 1.1 2х(АПВБШп4х120) :

$$r_{кл}=0,32/2 \times 70 = 11,2\text{МОм}; x_{кл}=0,056/2 \times 70 = 2,0\text{МОм}$$

$$r_{0кл}=1,96/2 \times 70 = 68,6\text{МОм}; x_{0кл}=0,742/2 \times 70 = 25,68\text{МОм}$$

Початкове значення періодичної складової трифазного струму короткого замикання визначається:

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{U_{срном}}{\sqrt{3} \sqrt{r_{1\Sigma}^2 + x_{1\Sigma}^2}}, \text{кА} \quad (2.23)$$

Початкове чинне значення періодичної складової трифазного струму короткого замикання в точці до-1:

$$I_{\text{кз}}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{2,2^2 + 9,65^2}} = 23,36 \text{ кА}$$

Значення періодичної складової струму однофазного КЗ від системи розраховують за такою формулою:

$$I_{\text{кз}}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\text{срнн}}}{\sqrt{(2r_{1\Sigma} + r_{0\Sigma})^2 + (2x_{1\Sigma} + x_{0\Sigma})^2}}, \text{кА} \quad (2.24)$$

Значення періодичної складової струму однофазного КЗ у точці до-1:

$$I_{\text{кз}}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 400}{\sqrt{(2 \cdot 2,2 + 2,43)^2 + (2 \cdot 9,65 + 9,07)^2}} = 23,69 \text{ кА}$$

Значення ударного струму короткого замикання визначається за такою формулою:

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{кз}}^{(3)} \cdot K_{\text{уд}}, \text{кА}, \quad (2.25)$$

де $K_{\text{уд}}$ – ударний коефіцієнт, що залежить від відношення активного та індуктивного опорів у точці КЗ:

$$K_{\text{уд}} = \int \left(\frac{r_{\text{к}}}{x_{\text{к}}} \right), \quad (2.26)$$

визначається за графіком

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} \cdot 23,36 \cdot 1,47 = 48,56 \text{ кА}$$

Початкове чинне значення періодичної складової трифазного струму короткого замикання в точці до-2:

$$I_{\text{кз}}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{14,05^2 + 11,82^2}} = 12,58 \text{ кА}$$

Значення періодичної складової струму однофазного КЗ у точці до-2:

$$I_{\text{кз}}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 400}{\sqrt{(2 \cdot 14,05 + 71,03)^2 + (2 \cdot 11,82 + 35,04)^2}} = 6,01 \text{ кА}$$

Результати розрахунків зведено до таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 Тип кабелів

Ланцюг	L, м	гкв, МОм	хкв, МОм	гкл, МОм/м	хкл, МОм/м	гокл., МОм/м	хокл., МОм/м	Ikз(3), кА	Ikз(1),кА
W1 1.1 2х(АПвБШп4х120)	70	0,65	0,17	11,20	2,00	68,60	25,97	12,58	6,01
W1 1.2 2х(АПвБШп4х120)	80	0,65	0,17	12,80	2,28	78,40	29,68	11,67	5,39
W1 2.1 2х(АПвБШп4х150)	100	0,65	0,17	12,80	2,80	91,00	33,55	11,49	4,88
W1 2.2 2х(АПвБШп4х150)	88	0,65	0,17	11,26	2,46	80,08	29,52	12,34	5,43
W1 3.1 2х(АПвБШп4х185)	130	0,41	0,13	13,52	3,64	109,85	39,39	11,02	4,25
W1 3.2 2х(АПвБШп4х185)	113	0,41	0,13	11,75	3,16	95,49	34,24	11,96	4,80
W1 4.1 3х(АПвБШп4х150)	68	0,41	0,13	5,80	1,27	41,25	15,21	16,66	9,09
W1 4.2 3х(АПвБШп4х150)	78	0,41	0,13	6,66	1,46	47,32	17,45	15,88	8,25
W1 5.1 3х(АПвБШп4х150)	131	0,41	0,13	11,18	2,45	79,47	29,30	12,55	5,49
W1 5.2 3х(АПвБШп4х150)	114	0,41	0,13	9,73	2,13	69,16	25,50	13,48	6,16

2.9 Перевірка правильності вибору захисної апаратури

Перевірка автоматичних вимикачів за здатністю відключення виконується за умовою:

$$I_0 \geq I_K^{(3)}$$

де I_0 – відключаюча здатність апарату захисту, кА;

$I_K^{(3)}$ – струм трифазного КЗ на виході апарату захисту, кА.

Перевірка правильності вибору автоматичних вимикачів за чутливістю дії захисту розчіплювачів:

$$\frac{I_{\kappa}^{(1)}}{I_{нр}} \geq 1,25,$$

де $I_{\kappa}^{(1)}$ – струм однофазного КЗ на виході апарату захисту, кА;

$I_{нр}$ – номінальний струм розчіплювача, кА

Автоматичний вимикач ВА 50-45 Про П с МРТ-45 Про 3200А
 $I_{н} \cdot 0,98 = 3136\text{А}$; $I_{нр} \cdot 1,5 = 4704\text{А}$; $I_0 = 48\text{кА}$.

$$48\text{кА} > 23,36\text{кА}$$

$$\frac{23690}{4704} = 5,03 \geq 1,25$$

Автоматичний вимикач ВА 50-43 Про П с МРТ-43 Про 630А
 $I_{н} \cdot 0,6 = 378\text{А}$; $I_{нр} \cdot 5 = 1890\text{А}$; $I_0 = 25\text{кА}$.

$$25\text{кА} > 12,58\text{кА}$$

$$\frac{6010}{1890} = 3,17 \geq 1,25$$

Автоматичний вимикач ВА 50-43 Про П с МРТ-43 Про 630А
 $I_{н} \cdot 0,6 = 378\text{А}$; $I_{нр} \cdot 5 = 1890\text{А}$; $I_0 = 25\text{кА}$.

$$25\text{кА} > 11,49\text{кА}$$

$$\frac{4880}{1890} = 2,58 \geq 1,25$$

Автоматичний вимикач ВА 50-43 Про П с МРТ-43 Про 630А
 $I_{н} \cdot 0,7 = 441\text{А}$; $I_{нр} \cdot 4 = 1764\text{А}$; $I_0 = 25\text{кА}$.

$$25\text{кА} > 11,02\text{кА}$$

$$\frac{4250}{1764} = 2,4 \geq 1,25$$

Автоматичний вимикач ВА 50-43 Про П с МРТ-43 Про 630А
 $I_{н} \cdot 0,95 = 598,5\text{А}$; $I_{нр} \cdot 3 = 1795,5\text{А}$; $I_0 = 25\text{кА}$.

$$25\text{кА} > 16,66\text{кА}$$

$$\frac{9090}{1795,5} = 5,06 \geq 1,25$$

Автоматичний вимикач ВА 50-43 Про П с МРТ-43 Про 630А
 $I_n \cdot 0,9 = 567\text{А}$; $I_{нр} \cdot 3 = 1701\text{А}$; $I_0 = 25\text{кА}$.

$$25\text{кА} > 12,55\text{кА}$$

$$\frac{5490}{1701} = 3,22 \geq 1,25$$

Вибрані автоматичні вимикачі відповідають умовам відключаючої здатності та проходять перевірку щодо чутливості розчіплювача.

2.10 Розподільні мережі багатоквартирного житлового будинку

Головні розподільні щити встановлюються на першому поверсі будівлі в електрощитових приміщеннях.

Для розподілу електроенергії та захисту введів у квартири на кожному поверсі передбачені навісні суміщені поверхові щитки (ЩРЕ) із клемниками захисного заземлення. Верх щитків не повинен перевищувати 2м. від рівня статі.

У квартирах встановлюється квартирний щиток (ЩК) навісного типу на 5 авт. вимикачів (4шт. на 16А/220В, 1шт. на 40А/220В). Кухонні розетки підключаються до окремої групи. На групових лініях живлення ванної та санвузла встановлюються ПЗВ-30мА, 220В. Лічильники встановлюються електронні, двотарифні, 220В. Схема ЩК і ЩРЕ представлена на рисунку 2.2.

У передній квартирі над вхідними дверима встановлюється електричний дзвінок напругою 220.

У квартирах висота установки від підлоги прийнята:

- а) вимикачів, блоків – 0,9м
- б) штепсельних розеток у кімнатах – 0,3м
- в) штепсельних розеток на кухні, у ванній – 1,1м
- г) дзвінкових кнопок на сходах поруч із наличником дверей – 1,5м

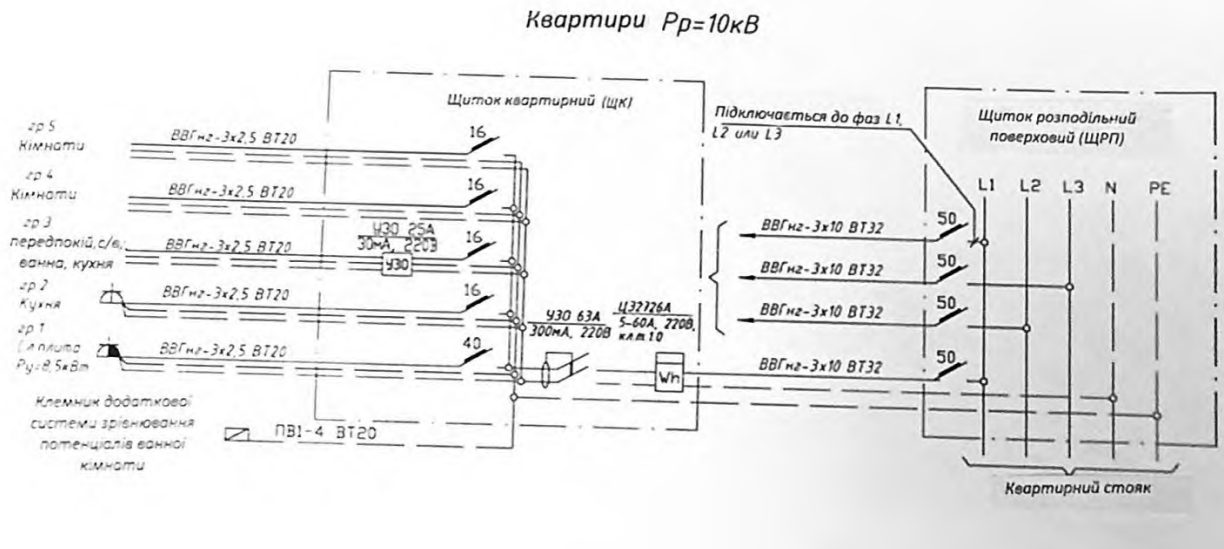


Рисунок 2.2 Схема електричних мереж ЩК, ЩРЕ

Розрахунки електричних навантажень для споживачів квартир представлені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 Розрахунок електричних навантажень ЩК.

№	Електроприймачі	Встанов. потужн. P _у кВт	Коефіцієнт			Розрахункова величина			
			попиту K _с	cos φ _i	tg φ _i	Активна P _p , кВт	Реактивна Q, кВАр	Повна S, кВА	І розрах., А
Розрахунок електричних навантажень ЩК									
Гр-1	Електроплита	8,50	0,80	0,98	0,20	6,80	1,38	6,94	31,54
Гр-2	Побут. техніка кухня	3,00	0,60	0,95	0,33	1,80	0,59	1,89	8,61
Гр-3	Розетки побут. освітлення передпокій, з/в, ванна кухня	0,68	0,60	0,95	0,33	0,41	0,13	0,43	1,95
Гр-4	Кімната	0,88	0,60	0,95	0,33	0,53	0,17	0,56	2,53
Гр-5	Кімната	0,76	0,60	0,95	0,33	0,46	0,15	0,48	2,18
	Разом по ЩК:	13,82		0,97	0,24	10,00	2,43	10,29	46,78

Вибір перерізу кабелів розподільної мережі виконаний за допустимим нагріванням від струму навантаження, що тривало протікає, і перевірені по втраті напруги і на відповідність обраному апарату захисту, в рамках цього не розглядається

2.11 Електроосвітлення

У приміщеннях житлового будинку встановлюється система загального рівномірного штучного освітлення. Проєктом передбачається робоче, аварійне безпеки, евакуаційне освітлення.

Робоче освітлення виконується у всіх приміщеннях.

Аварійне освітлення безпеки виконується у приміщеннях ІТП, електрощитових, машинних відділеннях ліфтів та насосних, венткамерах, у ліфтових холах, поверхових коридорах, у незадимлюваних сходових клітинах.

Евакуаційне освітлення виконується у ліфтових холах, біля виходів.

Автоматичне включення та відключення робочого та евакуаційного освітлення сходових клітин, що мають природне освітлення, входів у під'їзди, провадиться за системою диспетчеризації. При несправності системи ручне управління здійснюється пакетними вимикачами.

Управління зовнішнім освітленням передбачено:

- Дистанційне - з диспетчерського пульта;
- Ручне (місцеве) - безпосередньо з щитів ЩНО1-3, за допомогою кнопок.
- Автоматичне - за допомогою реле часу. Схема щита зовнішнього освітлення представлена рисунку 2.3.

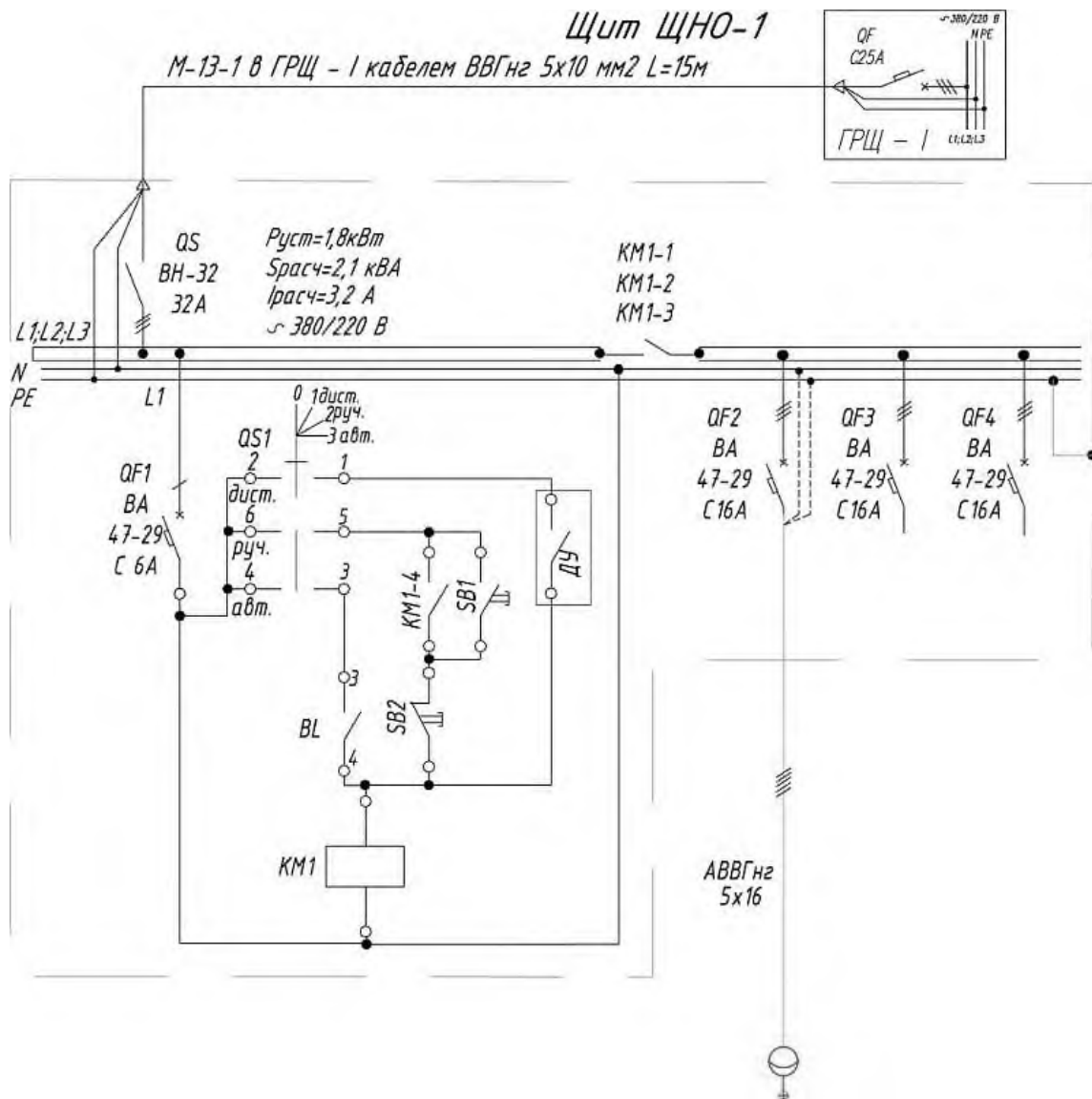


Рисунок 2.3 Схема щита зовнішнього освітлення

Освітлення виконується світильниками з люмінесцентними лампами та компактними люмінесцентними лампами. Вибір типів світильників здійснюється з урахуванням характеру їх світлорозподілу, економічної ефективності та умов навколишнього середовища, в рамках цього не розглядається.

РОЗДІЛ 3. ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТИ І ОБЛІК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

3.1 Заходи щодо зниження втрат електричної енергії у міських електричних мережах

Зростання втрат в електричних мережах обумовлено кількома причинами. Як основний висувають фактор переходу від централізованих до ринкових методів керування енергетикою. Період переходу загострив ряд негативних явищ, які впливають на величину втрат енергії. До них слід віднести: ослаблення контролю за споживанням електроенергії, зниження платоспроможності значної частини споживачів, зростання розкрадань електроенергії, недосконалість побудови енергопостачальних мереж, застарілі системи обліку електроенергії тощо.

Втрати виникають під час передачі електричної енергії у кожному елементі електричної мережі. Для вивчення складових втрат у різних елементах мережі та оцінки необхідності проведення того чи іншого заходу, спрямованого на зниження втрат, виконується аналіз структури втрат електроенергії.

Поділ втрат на складові може проводитися за різними критеріями: характером втрат (постійні, змінні), класами напруги, групами елементів, виробничими підрозділами тощо. Враховуючи фізичну природу та специфіку методів визначення кількісних значень фактичних втрат, вони можуть бути поділені на чотири складові:

1) технічні втрати електроенергії ΔW_T , обумовлені фізичними процесами у проводах та електрообладнанні, що відбуваються при передачі електроенергії електричними мережами.

2) витрата електроенергії на власні потреби підстанцій ΔW_{CH} , необхідна для забезпечення роботи технологічного обладнання підстанцій та життєдіяльності обслуговуючого персоналу, яка визначається за показаннями лічильників, встановлених на трансформаторах власних потреб підстанцій;

3) втрати електроенергії, обумовлені інструментальними похибками їх вимірювання (інструментальні втрати) $\Delta W_{Iзм}$;

4) комерційні втрати ΔWK , обумовлені розкраданнями електроенергії, невідповідністю показань лічильників оплаті за електроенергію побутовими споживачами та іншими причинами у сфері організації контролю за споживанням енергії.

Застосування сучасних математичних методів розрахунку дозволяє мінімізувати технологічні витрати електроенергії та довести їх до технічно обґрунтованих величин.

Основною умовою роботи електричної мережі з мінімальними втратами є її раціональна побудова. При цьому особлива увага має бути приділена правильному визначенню точок поділу в замкнених мережах, економічному розподілу активних та реактивних потужностей, впровадженню замкнутих та напівзамкнених схем мережі 0,4 кВ.

Втрати енергії в раціонально побудованих та нормально експлуатованих мережах не повинні перевищувати обґрунтованої технологічної витрати енергії при її передачі та розподілі. Заходи щодо зниження втрат енергії повинні проводитись у мережах, де є ті чи інші відхилення від раціональної побудови та оптимального режиму експлуатації.

Зниження втрат електроенергії в електричних мережах може бути досягнуто як в результаті проведення заходів щодо загальної оптимізації мережі, коли зниження втрат енергії є однією зі складових комплексного плану, так і в результаті проведення заходів, спрямованих тільки на зниження втрат. За цією ознакою всі заходи щодо зниження втрат (МПС) можуть бути умовно поділені на три групи:

- організаційні, до яких належать МПС щодо вдосконалення
- експлуатаційного обслуговування електричних мереж та оптимізації їх схем та режимів (маловитратні та безвитратні МПС);
- технічні, до яких належать заходи щодо реконструкції, модернізації та будівництва мереж (МПС, що потребують капітальних витрат);

- заходи щодо вдосконалення обліку електроенергії, які можуть бути як безвитратними, так і потребуючими додаткових витрат (при організації нових точок обліку).

До організаційних заходів можуть належати:

- визначення (вибір) точок оптимального розподілу мережі 6-10 кВ;
- зменшення часу знаходження лінії у вимкненому положенні
- при виконанні технічного обслуговування та ремонту обладнання та ліній;
- зниження несиметрії (нерівномірності) завантаження фаз;
- раціональне завантаження силових трансформаторів.

До пріоритетних технічних заходів у розподільчих мережах 10(6) — 0,4 кВ відносяться:

- використання максимально допустимого перерізу проводів в електричних мережах напругою 0,4 - 10 кВ з метою адаптації їх пропускної здатності до зростання навантажень протягом усього терміну служби;
- посилення елементів діючої мережі шляхом прокладання нових ліній або заміні проводів та кабелів на великі перерізи;
- проведення роботи з компенсації реактивних навантажень;
- підтримання значень показників якості електроенергії відповідно до вимоги ДСТУ EN50160:2014;
- комплексна автоматизація та телемеханізація електричних мереж, застосування комутаційних апаратів нового покоління;

До складу заходів щодо вдосконалення обліку слід передбачати:

- застосування приладів обліку (електролічильники, вимірювальні трансформатори) вищого класу точності вимірювання;
- здійснення заходів щодо запобігання несанкціонованому доступу до клем засобів вимірювань;
- впровадження автоматизованих систем обліку, збору та передачі інформації;

- проведення організаційних та технічних заходів щодо попередження виявлення та усунення безблікового споживання електричної енергії.[4]

Характерною рисою режиму роботи електричних мереж 0,4 кВ є нерівномірність завантаження фаз.

Вирівнювання навантажень проводиться перемиканням навантаження з більш завантаженої фази менш завантажені після проведення вимірів навантажень по фазах лінії та аналізу результатів.

Негативний вплив несиметрії, яку не можна усунути вирівнюванням навантажень по фазах, можна зменшити:

- заміною силових трансформаторів зі схемою з'єднання обмоток "зірка/зірка" на трансформатори зі схемою "зірка/зигзаг" або "трикутник/зірка", які менш чутливі до несиметрії навантажень;
- збільшенням перерізу нульового дроту лінії 0,4 кВ до перерізу фазного проводу.

Рекомендується наближати джерела живлення до електричних навантажень.

Скорочення втрат електроенергії досягається заміною трансформаторів при стійкому недовикористанні їхньої потужності. При коефіцієнті завантаження трансформатора 10(6)/0,4 кВ менше 0,5 має місце істотне відносне збільшення втрат електроенергії за рахунок втрат холостого ходу.

Втрати електроенергії в електричних мережах – найважливіший показник економічності їхньої роботи, наочний індикатор стану системи обліку електроенергії, ефективності енергозбутової діяльності енергопостачальних організацій. Зниження втрат електроенергії при передачі та розподілі є актуальним завданням енергопостачальних організацій та одним із основних напрямків енергозбереження.

3.2 Автоматизована система контролю, обліку та управління електроспоживанням

З метою підвищення ефективності роботи цих електричних мереж, надійності, якості та економічності електропостачання споживачів останніми роками в рамках створення інтегрованих автоматизованих систем управління ПЕМ розпочалося впровадження комплексів телемеханіки та обчислювальної техніки на нижніх рівнях управління – у районах електричних мереж.

В даний час в експлуатації енергопідприємств в основному знаходяться системи АСКОЕ, ідеологія яких була розроблена ще в 70-і роки і була орієнтована на існуючі на той час методики організації збору даних за радіальним (віяловим) принципом з перетворенням імпульсів лічильників на іменовані величини у спеціально розроблених цих цілей пристроях збору даних (ПЗД). [5,6]

Для дотримання порядку обліку електричної енергії, що відпускається споживачу, і потужності та обліку всіх тарифних груп споживачів, встановлених у договорі на користування електричної енергії, автоматизовані системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ), що розробляються, доводиться розміщувати безпосередньо у споживачів і створювати складні ієрархічні структури.

АСКОЕ, що встановлюються на енергооб'єктах для автоматизованого контролю та обліку електроенергії та потужності, у тому числі з метою вимірювань активної та реактивної електроенергії та потужності, відносяться до вимірювальних систем, що в загальному випадку є сукупністю функціонально об'єднаних масштабних вимірювальних перетворювачів (вимірювальні трансформатори струму і , інтегруючих приладів (лічильники електроенергії з імпульсним та/або цифровим інтерфейсом), концентраторів або пристроїв збору даних (далі – ПЗД), пристроїв збору та передачі даних (далі – ПЗПД), центральних обчислювальних пристроїв та інших технічних засобів, розміщених у різних точках контрольованого енергооб'єкта та з'єднаних між собою каналами та/або лініями зв'язку.

За призначенням АСКОВЕ поділяють на системи комерційного та технічного обліку. Комерційним, чи розрахунковим, обліком називають облік поставки/споживання енергії підприємством для грошового розрахунку неї (відповідно прилади для комерційного обліку називають комерційними, чи розрахунковими). Технічним, або контрольним, обліком називають облік для контролю процесу постачання/споживання енергії всередині підприємства за його підрозділами та об'єктами (відповідно використовуються прилади технічного обліку).

Програмне забезпечення комплексу технічних засобів рівня точки обліку вирішує такі завдання:

- опитування лічильників з використанням інформаційної магістралі. Зчитування з лічильників даних графіка навантаження, показань, журналу подій, параметрів електромережі;
- визначення максимумів потужності за довільний період часу.
- визначення суміщеного максимуму потужності для кожної часової зони.
- розрахунок електроенергії з урахуванням тарифних коефіцієнтів та відсотка втрат.

Обмін даними між рівнями системи здійснюється за допомогою:

- мережі RS485, виконаної з кабелю STP2-ST;
- розгалужувач інтерфейсу RS485;

Сигнал з цифрового виходу лічильника послідовно проходячи через розподільні коробки за інтерфейсом RS-485 надходить у шафу збору інформації, що розміщується в ГРЩ.

Вибір технічних засобів та місць їх розміщення.

У складі технічних засобів обліку, які встановлюються у споживача, проектом передбачено:

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

Технічні засоби вимірювання споживання електроенергії (основні засоби) включають:

- статичні лічильники електричної енергії мають цифровий інтерфейс зв'язку RS-485;
- вимірювальні трансформатори струму Т-0,66 з коефіцієнтами трансформації 400/5 і 500/5.

Інформаційна взаємодія між лічильниками та комунікаційним обладнанням здійснюється за інтерфейсом RS-485 зі швидкістю передачі не менше 9600 біт/с. Як середовище передачі передбачається застосувати кабель промислового інтерфейсу RS-485 STP2-ST.

Електролічильники та комунікаційне обладнання розміщуються на поверххах та в приміщенні ГРЩ у шафах обліку та в шафі збору інформації.

Система працює наступним чином - лічильники електроенергії, розташовані в ГРЩ 1-5, об'єднані через інтерфейс RS-485 пристроєм збору та підготовки даних і опитуються один або кілька разів на місяць за допомогою програми, розміщеної на переносному комп'ютері, яка формує файл результатів опитування. Між лічильниками та центром збору даних немає постійного зв'язку. ПЗПД виконує роль комунікаційного сервера. На комп'ютері центру збору даних необхідні програмні модулі, які формують файл-завдання на опитування та завантажують інформацію до бази даних. Синхронізація часу лічильників відбувається під час опитування з часом переносного комп'ютера. Синхронізація часу переносного комп'ютера з часом центру збору даних проводиться у момент прийому файлів завдань на опитування лічильників.

Організація АСКОЕ з проведенням опитування лічильників переносним комп'ютером через перетворювач інтерфейсів, мультиплексор чи модем дозволяє вирішувати такі завдання:

- Точний вимір параметрів поставки/споживання;
- Комерційний та технічний облік енергоресурсів;
- контроль енергоспоживання за точками та об'єктами обліку у заданих часових інтервалах (30 хвилин, зони, зміни, доба, декади, місяці,

квартали та роки) щодо заданих лімітів та технологічних обмежень потужності;

- обробку даних та формування звітів з обліку електроенергії;
- діагностику повноти даних;
- опис електричних з'єднань об'єктів та їх характеристик;
- діагностику лічильників;
- підтримка єдиного системного часу.

Для захисту інформації технічних та програмних засобів системи від несанкціонованого доступу, відповідно до вимог ДСТУ 3396.2-97, необхідно забезпечити:

- розмежування доступу інформації. Забезпечується введенням паролів кількох рівнів у лічильниках;
- реєстрацію подій, які стосуються захищеності інформації. Забезпечується веденням журналів подій апаратно-програмними засобами системи обліку;
- забезпечення доступу лише після ідентифікації та введення особистого пароля. Забезпечується введенням паролів призначених програмними засобами автоматизованої системи;
- заборона на несанкціоноване зміна конфігурації. Забезпечується введенням паролів до апаратно-програмних засобів комерційного вузла обліку.

Пломбування апаратних засобів комерційного вузла обліку в місцях, передбачених конструкцією апаратури, з метою запобігання доступу всередину корпусу та клемним колодкам.

Лічильник електричної енергії забезпечується двома рівнями пломбування.

Перший рівень – верхня кришка лічильників пломбується шляхом нанесення відбитка ВТК підприємства-виробника та службою, що здійснює перевірку лічильника.

Другий рівень – Захисна кришка контактної колодки пломбується пломбою організації, яка обслуговує лічильник.

Пломбування випробувальних клемних коробок (ВКК), через які підключені лічильники до вимірювальних ланцюгів трансформаторів струму та шин напруги, забезпечує конструкція ІКК.

У вторинних ланцюгах трансформаторів струму Т-0,66 проводиться пломбування гвинта кришки, що кріпить, яка закриває місця кріплення проводів вторинних ланцюгів.

Відповідно до вимог ПУЕ п.п. 1.5.13, кожний встановлений розрахунковий лічильник повинен мати пломби з тавром держповірника та пломбу енергопостачальної організації;

На нововстановлюваних лічильниках мають бути пломби державної перевірки з давністю трохи більше 12 місяців.

Відповідно до Положення про порядок ревізії та маркування спеціальними знаками візуального контролю засобів обліку електричної енергії» засоби обліку повинні бути промарковані спеціальними знаками.

Маркування засобів обліку, що підлягають ревізії, має здійснюватися спеціальними знаками візуального контролю, виготовленими за спеціальною технологією з технічних умов, що затверджується Держенергонаглядом Міністерства палива та енергетики України

Захищений знак є спеціальною голограмою, виготовленою на діелектричній основі, що руйнується при найменшій фізичній дії, і складається з двох компонентів: полімерного листа (підоснови) і захищеного знака.

Відповідальними за встановлення на засоби обліку електричної енергії спеціальних знаків візуального контролю є організації, які здійснюють постачання (збут) електричної енергії споживачам, та територіальні органи Держенергонагляду.

Маркування засобів обліку електричної енергії має бути здійснено безпосередньо після закінчення ревізії, що проводиться комісією, що складається з представників енергопостачальної організації, споживача територіального органу Держстандарту України та інспектора Держенергонагляду України.

3.3 Рівні автоматизованої системи обліку електроенергії

Використання обліку електричної енергії дозволяє отримати відкриту та оперативну картину про витрати електроенергії та потужності, що є основою для впровадження енергозберігаючих технологій. Крім цього, наявність АСКОЕ є необхідною для переходу на якісно нові форми оплати за електроенергію.

У структурі АСКОЕ у випадку можна виділити чотири рівня (рисунок 3.1):

- перший рівень – первинні вимірювальні прилади (ПВП) (як правило лічильники) з телеметричними або цифровими виходами, що здійснюють безперервно або з мінімальним інтервалом усереднення; вимірювання параметрів енергообліку споживачів (споживання електроенергії, потужність та ін.) за точками обліку;
- другий рівень - пристрої збору та підготовки даних (ПЗПД), спеціалізовані вимірювальні системи або багатофункціональні програмовані перетворювачі з вбудованим програмним забезпеченням енергообліку, що здійснюють у заданому циклі інтервалу усереднення цілодобовий збір вимірювальних даних з територіально розподілених ПВП, накопичення, обробку та передачу цих рівні;
- третій рівень – персональний комп'ютер (ПК) або сервер центру збору та обробки даних зі спеціалізованим програмним забезпеченням АСКОЕ, який здійснює збір інформації з ПЗПД (або групи ПЗПД), підсумкову обробку цієї інформації як за точками обліку, так і за їх групами – за підрозділами та об'єктам підприємства, документування та відображення даних обліку у вигляді, зручному для аналізу та прийняття рішень (управління) оперативним персоналом служби головного енергетика та керівництвом підприємства;
- четвертий рівень – сервер центру збору та обробки даних зі спеціалізованим програмним забезпеченням АСКОЕ, який здійснює збір інформації з ПК та/або групи серверів центрів збору та обробки даних третього рівня, додаткове агрегування та структурування інформації по групах об'єктів обліку, документування та відображення даних обліку в вигляді, зручному для

аналізу та прийняття рішень персоналом служби головного енергетика та керівництвом територіально розподілених середніх та великих підприємств або енергосистем, ведення договорів на постачання енергоресурсів та формування платіжних документів для розрахунків за енергоресурси.

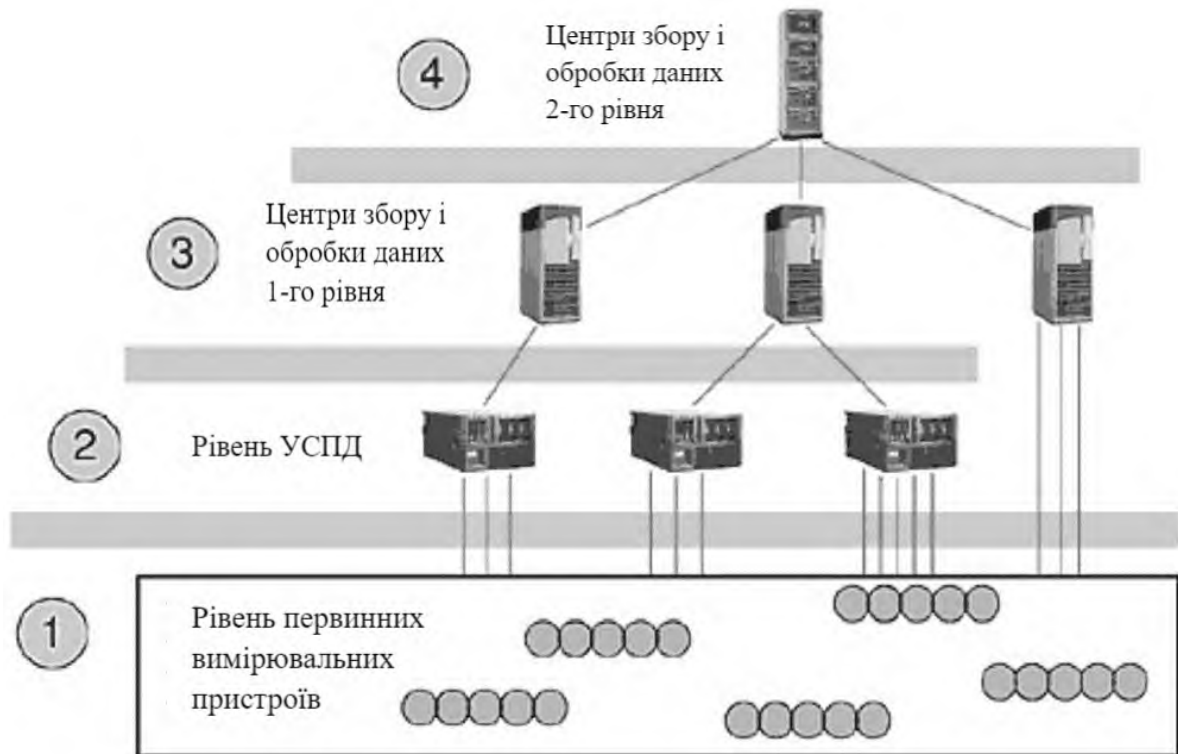


Рисунок 3.1 Рівні АСКОЕ

Усі рівні АСКОЕ пов'язані між собою каналами зв'язку. Для зв'язку рівнів ПВП та ПСПД або центрів збору даних, як правило, використовується пряме з'єднання за стандартними інтерфейсами (типу RS-485, ІРПС тощо). ПСПД з центрами збору даних 3-го рівня, центри збору даних 3-го і 4-го рівнів можуть бути з'єднані виділеними, комутованими каналами зв'язку або локальної мережі.

3.4 Варіанти організації та побудови АСКОЕ

Організація АСКОЕ із проведенням опитування лічильників через оптичний порт (Рисунок 3.2)



Рисунок 3.2 Автоматизована система контролю та обліку енергоресурсів

Це найпростіший варіант організації АСКОЕ. Лічильники не поєднані між собою. Між лічильниками та центром збору даних немає зв'язку. Усі лічильники опитуються послідовно при обході лічильників оператором. Опитування здійснюється через оптичний порт за допомогою програми, розміщеної на портативному комп'ютері, яка формує файл результатів опитування. На комп'ютері центру збору даних необхідні програмні модулі, що формують файл-завдання на опитування та завантажують інформацію до основної бази даних (БД).

Синхронізація часу лічильників відбувається під час опитування з часом переносного комп'ютера. Синхронізація часу переносного комп'ютера з часом центру збору даних проводиться у момент прийому файлів завдань на опитування лічильників. Ця схема побудови автоматизованої системи є найдешевшою. Для максимальної економії коштів створення АСКОЕ у цьому варіанті роль центру збору даних можна покласти на переносний комп'ютер. Недоліками даного способу організації АСКОЕ є велика трудомісткість збору даних з лічильників та неможливість використання в системі дешевих індукційних або електронних лічильників з імпульсним виходом. Тому цю схему можна рекомендувати організації системи комерційного обліку: використовується невелика кількість дорогих комерційних лічильників, які, зазвичай, вже містять модуль запам'ятовування інформації та інтерфейс обміну з ЕОМ.

Організація АСКОЕ з проведенням опитування лічильників через оптичний порт дозволяє вирішувати такі завдання:

- точне вимірювання параметрів постачання/споживання;
- комерційний та технічний облік енергоресурсів по підприємству, його інфраструктурним елементам (котельня та об'єкти житлового побуту, цехи, підрозділи, субабоненти);
- контроль енергоспоживання за точками та об'єктами обліку в заданих часових інтервалах (30 хвилин, зони, зміни, доба, декади, місяці, квартали та роки) щодо заданих лімітів та технологічних обмежень потужності; обробку даних та формування звітів з обліку електроенергії;
- діагностику повноти даних;
- опис електричних з'єднань об'єктів та їх характеристик;
- діагностику лічильників;
- підтримка єдиного системного часу.

Організація АСКОЕ з проведенням опитування лічильників переносним комп'ютером через перетворювач інтерфейсів, мультиплексор чи модем.

Лічильники, об'єднані загальною шиною RS-485, або за інтерфейсом "струмова петля" на мультиплексор (наприклад, типу МПР-16), або пристроєм збору та підготовки даних (ПЗПД)

Між лічильниками та центром збору даних немає постійного зв'язку. ПЗПД виконує роль комунікаційного сервера. На комп'ютері центру збору даних необхідні програмні модулі, що формують файл-завдання на опитування та завантажують інформацію в основну базу даних. Синхронізація часу лічильників відбувається під час опитування з часом переносного комп'ютера. Синхронізація часу переносного комп'ютера з часом центру збору даних проводиться у момент прийому файлів завдань на опитування лічильників. Виділений комп'ютер для центру збору даних у цьому варіанті також може бути відсутнім, його роль може виконувати переносний комп'ютер.

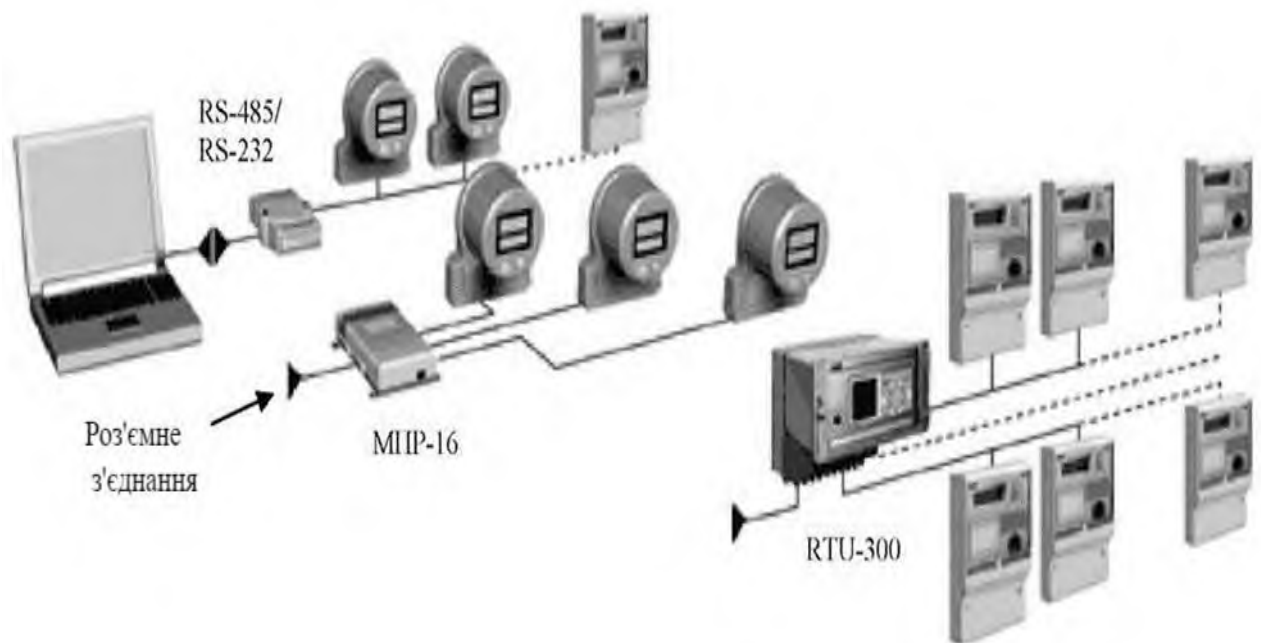


Рисунок 3.3 Організація опитування лічильників персональним комп'ютером через перетворювач інтерфейсів, мультиплексор чи модем

Організація АСКОЕ з проведенням опитування лічильників переносним комп'ютером через перетворювач інтерфейсів, мультиплексор чи модем дозволяє вирішувати такі завдання:

- точне вимірювання параметрів постачання/споживання;

- комерційний та технічний облік енергоресурсів по підприємству, його інфраструктурним елементам (котельня та об'єкти житлового побуту, цехи, підрозділи, субабоненти); точное измерение параметров поставки/потребления;
- комерційний та технічний облік енергоресурсів по підприємству, його інфраструктурним елементам (котельня та об'єкти житлового побуту, цехи, підрозділи, субабоненти);
- контроль енергоспоживання за точками та об'єктами обліку в заданих часових інтервалах (30 хвилин, зони, зміни, доба, декади, місяці, квартали та роки) щодо заданих лімітів та технологічних обмежень потужності;
- обробку даних та формування звітів з обліку електроенергії;
- діагностику повноти даних;
- опис електричних з'єднань об'єктів та їх характеристик;
- діагностику лічильників;
- підтримка єдиного системного часу.

Організація АСКОЕ з проведенням автоматичного опитування лічильників локальним центром збору та обробки даних

Лічильники постійно пов'язані з центром збору даних прямими каналами зв'язку та опитуються відповідно до заданого розкладу опитування (рисунок 3.4). Первинна інформація з лічильників записується у БД. Синхронізація часу лічильників відбувається під час опитування з часом комп'ютера центру збору даних. Як комп'ютер центру збору даних використовується локальна ПЕОМ. На ній відбувається обробка даних і ведення БД. Залежно від кількості користувачів, кількості лічильників та інтервалів їхнього профілю, кваліфікації користувачів, складності математичної обробки тощо. Локальна БД може функціонувати або під MS Access або під СУБД ORACLE8.X. Збір даних у БД відбувається періодично із заданими інтервалами.

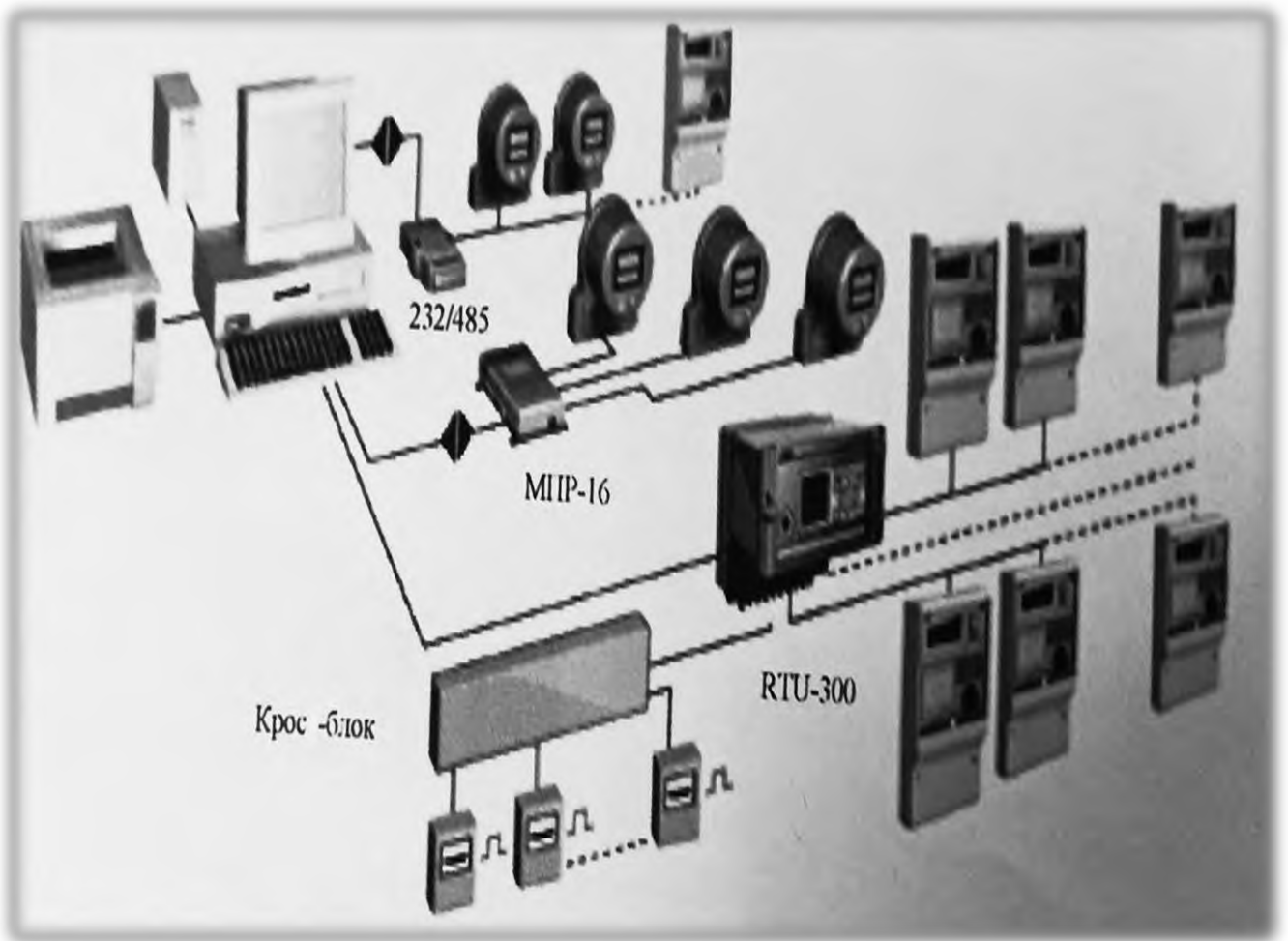


Рисунок 3.4 Організація автоматичного опитування лічильників локальним центром збору та обробки даних.

Організація АСКОЕ з проведенням автоматичного опитування лічильників локальним центром збору та обробки даних дозволяє вирішувати такі завдання:

- система дозволяє точно вимірювати параметри електроенергії, що включає в себе якість та кількість енергії, споживаної та постачальної;
- комплексний автоматизований комерційний та технічний облік енергоресурсів по підприємству, його інфраструктурним елементам (котельня та об'єкти житлового побуту, цехи, підрозділи, субабоненти);
- контроль енергоспоживання та параметрів якості електроенергії (ПКЕ) за точками та об'єктами обліку у заданих часових інтервалах (5 хвилин, 30 хвилин, зони, зміни, доба, декади, місяці, квартали та роки) щодо заданих лімітів та технологічних обмежень потужності;

- обробка даних та формування звітів з обліку електроенергії та контролю ПKE;
- фіксація відхилень контрольованих параметрів енергоресурсів, їх оцінка в абсолютних та відносних одиницях для аналізу як енергоспоживання, так і виробничих процесів;
- сигналізація (кольором, звуком) про відхилення контрольованих величин від допустимого діапазону значень;
- здійснює діагностику для перевірки повноти та достовірності зібраних даних;
- опис електричних з'єднань об'єктів та їх характеристик;
- параметризацію комунікацій та характеристик опитування;
- діагностику системи;
- підтримка єдиного системного часу.

Організація багаторівневої АСКОЕ для територіально розподіленого підприємства чи енергосистеми передбачає впровадження багаторівневої системи для більш ефективного управління та моніторингу.

Основна частина лічильників постійно пов'язана з центрами збору даних першого рівня прямими каналами зв'язку та опитується відповідно до заданого розкладу опитування, як у третьому способі організації АСКОЕ (Рисунок 3.5).

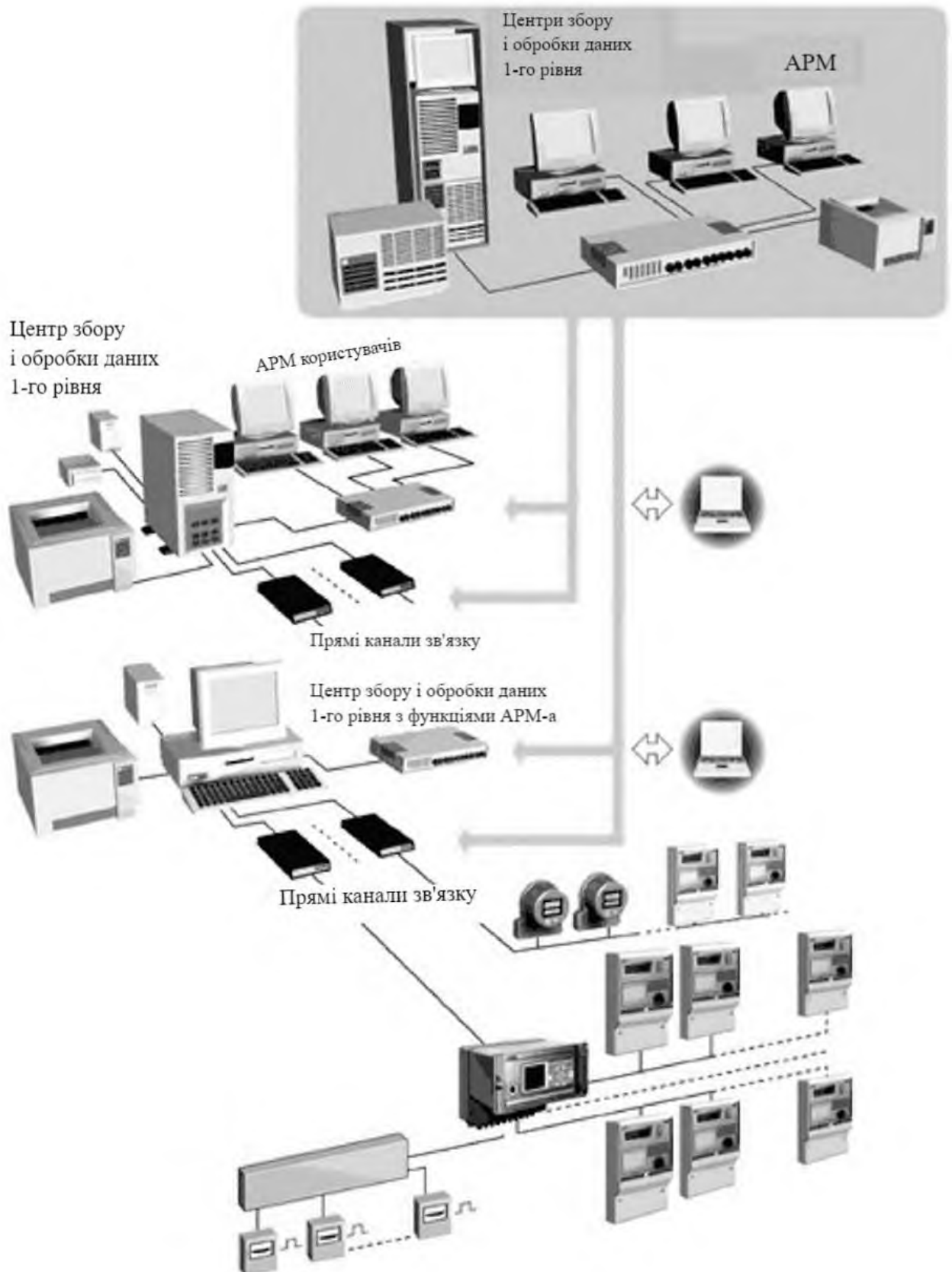


Рисунок 3.5 Організація багаторівневої АСКОВЕ для територіально розподіленого середнього та великого підприємства чи енергосистеми

Між деякими лічильниками та центром збору даних першого рівня може бути постійного зв'язку, вони можуть опитуватися з допомогою переносного комп'ютера, як у другому способі організації АСКОЕ. Первинна інформація з лічильників записується в БД центрів збору даних першого рівня, на них відбувається обробка даних. У центрах збору даних другого рівня здійснюється додаткове агрегування та структурування інформації, запис її до БД центрів збору даних другого рівня. При такому способі організації АСКОЕ як БД рекомендується використовувати СУБД ORACLE8.X.

Основна конфігурація програмного комплексу Альфа ЦЕНТР дозволяє організувати паралельний збір даних з 4, 8, 16, 32 каналів зв'язку. При 16, 32 каналах необхідно використовувати окрему ЕОМ як комунікаційний сервер. Канали зв'язку можуть бути виділеними, комутованими, а також може використовуватися пряме з'єднання [7].

Параметри кожного каналу налаштовуються індивідуально, залежно від типу лінії та її характеристик. У системі може паралельно працювати кілька комунікаційних серверів. При цьому опис усіх параметрів системи збору даних, опис всіх електричних та розрахункових схем об'єктів, а також усі первинні та розрахункові дані зберігаються лише на сервері БД та додатків центру збору даних [17].

Центри збору даних, як правило, виконують лише функції збору та обробки даних, АРМи користувачів підключаються до них через локальну мережу. При невеликій кількості лічильників об'єкті центр збору даних першого рівня може виконувати функції АРМа. Центри збору даних 1 рівня пов'язані з центрами збору даних 2 рівня каналами зв'язку. Канали зв'язку можуть бути виділеними, комутованими, прямим з'єднанням локальної мережі. Сервер збору даних центру збору даних 2-го рівня автоматично запитує необхідну інформацію з БД центрів збору даних 1-го рівня відповідно до встановленого розкладу.

Організація багаторівневої АСКОВЕ для територіально розподіленого середнього та великого підприємства чи енергосистеми дозволяє вирішувати такі завдання:

- точне вимірювання параметрів постачання/споживання;
- комплексний автоматизований комерційний та технічний облік енергоресурсів по підприємству, його інфраструктурним елементам (котельня та об'єкти житлового побуту, цехи, підрозділи, субабоненти);
- ведення договорів та формування платіжних документів для розрахунків за електроенергію;
- контроль енергоспоживання та ПОВЕ за точками та об'єктами обліку в заданих часових інтервалах (5 хвилин, 30 хвилин, зони, зміни, доба, декади, місяці, квартали та роки) щодо заданих лімітів та технологічних обмежень потужності;
- супровід нормативно-довідкової інформації;
- обробку даних та формування звітів з обліку електроенергії та контролю ПОВЕ;
- фіксацію відхилень контрольованих параметрів енергоресурсів, їх оцінка в абсолютних та відносних одиницях для аналізу як енергоспоживання, так і виробничих процесів;
- сигналізацію (кольором, звуком) про відхилення контрольованих величин від допустимого діапазону значень;
- діагностику повноти даних;
- опис електричних з'єднань об'єктів та їх характеристик;
- параметризацію комунікацій та характеристик опитування;
- діагностику системи;
- підтримка єдиного системного часу.

3.5 Побудова автоматизованої системи обліку

Вимірювання параметрів електричних мережах відбувається лише на рівні ІВК в розподільчих щитах ГРЩ 1...5. Сигнали від трансформаторів струму та напруги надходять на вимірювальні входи лічильників електроенергії (РІК), з

ВИСНОВКИ

Основними критеріями при проектуванні електропостачання є вимоги до безпеки, безперебійності, якості електропостачання, крім того, економічність проекту. Внаслідок виконання даної ВКР було спроектовано електропостачання багатоквартирного житлового будинку.

У розділі “ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ З ВИХІДНИМИ ДАНИМИ НА РОЗРОБКУ ПРОЄКТУ” було описано характеристика багатожитлового будинку. Було описано що саме є споживачем електроенергії у багатожитловому будинку а саме:

- електроприймачі квартир (з електроплитами потужністю 10 кВт);
- робоче освітлення;
- аварійне освітлення;
- протипожежні пристрої (пожежні насоси, системи підпору повітря, димовидалення, пожежна сигналізація та оповіщення про пожежу);
- ліфтове обладнання;
- насосне обладнання;
- зовнішнє освітлення;
- електроприймачі ІТП.

У розділі “РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ БАГАТОКВАРТИРНОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ” було проведено повний розрахунок системи електропостачання.

У першому підрозділі розглянуто зовнішнє освітлення. Проведено розрахунок зовнішнього освітлення та його навантаження, після чого дані було занесено до таблиці. Таким чином ми дізналися, що для території багатожитлового будинку потрібно 39 світильників.

У другому підрозділі було проведено розрахунок по визначено навантаження електроприймачів квартир секції А, секції Б та секції В.

У третьому підрозділі було проведено розрахунок та вибір силового трансформатора, котрий буде відповідати вимогам. В даному випадку це ТМГ-1000-6/0,4кВ. Він повністю задовольняє вимоги по проектуванню.

У четвертому підрозділі було розраховано втрати напруги в шинопроводі ШМА68П котрі становлять 0,67%.

У п'ятому підрозділі була обрана радіальна схема електропостачання так як мають високу надійність.

У шостому та сьомому підрозділі проведено вибір та перевірку перерізів кабелів живлення.

У восьмому та дев'ятому підрозділі проведено розрахунок струмів короткого замикання для вибору комутаційної апаратур, шино проводів, кабелів. Результати розрахунків зведені до таблиці. Після чого, проведена перевірка правильності вибору захисної апаратури.

У розділі “ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТИ І ОБЛІК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ” описуються заходи щодо зниження втрат електричної енергії у електромережах. Всі заходи розподіляються на три групи: Всі заходи розподіляються на три групи:

- організаційні, до яких відносяться заходи щодо удосконалюванню експлуатаційного обслуговування електричних мереж і оптимізації їхніх схем і режимів. Ці заходи є практично без затратними.

- технічні заходи, спрямовані на реконструкцію, модернізацію і будівництво мереж. Ці заходи потребують додаткових капітальних вкладень.

- заходи щодо удосконалювання урахування електроенергії, що можуть бути без затратними і витратними.

Також, у цьому розділі було розглянуто принцип та побудова автоматизованої системи контролю, обліку та управління електроспоживанням.

Для функціонування системи електропостачання відповідно до вимог, що передбачаються, виконано наступні завдання:

- виконані розрахунки електричних навантажень;
- на підставі розрахунку електричних навантажень, зроблено вибір силових трансформаторів
- вибір схеми електропостачання;

- визначено переріз і марки кабелів, що живлять кабельних ліній та переріз кабелів для освітлення території;
- виконано розрахунок струму короткого замикання (КЗ);
- обрані та перевірені комутаційні та захисні апарати для живильних та розподільчих мереж;
- розглянуто питання про сучасні методи енергообліку.

Використання кабелів з ізоляцією із силанольшитого поліетилену збільшує надійність електропостачання, а за аварійної ситуації тривалість роботи кабелю збільшується до 8 годин на добу.

Захист трансформаторів здійснюється ВА 50-43 Про з МРТ-43 Про. Захист кабельних ліній зовнішньої системи електропостачання здійснюється автоматичними вимикачами ВА 50-45 Про з МРТ-43 Про.

Організована система АСКОЕ із проведенням опитування лічильників переносним комп'ютером через перетворювач інтерфейсів.

Таким чином завдання вирішені в повному обсязі, мета досягнута - спроектована система електропостачання багатоповерхової житлової будівлі, яка забезпечує необхідний рівень надійності електропостачання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Заходи з енергозбереження в сфері електропостачання [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.roe.vsei.ua/zahody-z-energozberezhennya-usferi-elektropostachannya/pressrelease/>
2. Енергоефективність в Україні: [електронний ресурс] Режим посилання: http://nbuviar.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=745:pidvishchennya-energoefektivnosti&catid=8&Itemid=350
3. Підручник "Електротехніка та основи електроніки" Гуржій А.М., Мещанінов С.К., Нельга А.Т., Співак В.М.
4. Технологія електромонтажних робіт : підручник / В. В. Чорна, С. В. Чорний. — Х. : Компанія СМІТ, 2014
5. Освітлення промислових об'єктів: Навч. посібник / Укл. Говоров П.П., Пилипчук Р.В., Токань А.І. та ін.— Тернопіль: Джура, 2008.
6. ДСТУ-Н Б В.2.5-80-2015 Настанова з проектування систем електропостачання промислових підприємств. Київ, 2015. 83 с.
7. Коцар О. В. Застосування АСКОЕ для контролю характеристик режимів електропостачання та керування режимами електроспоживання на підприємстві фармацевтичної галузі / О. В. Коцар, Ю. О. Кот, Ю. О. Расько, С. В. Полевик // Управління, економіка та забезпечення якості в фармації. –2010.
8. Автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням [електронне видання] / О. В. Коцар // Навч. посібн. – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, —Дніпро: Середняк Т. К., 2017.
9. СОУ-Н ЕЕ.20.179:2008 Розрахунок електричних і магнітних полів ліній електропередавання .
10. Правила користування електричною енергією для населення (затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 26.07.1999 р. № 1357)
11. Методика обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами (затверджена наказом Мінпаливенерго України від 17.01.2002 р. № 19)

12. Електропостачання : підручник / П.О. Василега. –Суми : Сумський державний університет, 2019. –521с.

13. Як підвищити енергоефективність багатоповерхівок [електронний ресурс] Режим доступу:

<http://osbb.jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/jakpdvishhiti-jenergojefektivnst-bagatopoverkhvok-39462>

14. Р.О. Буйний. Використання інформації від АСКОЕ та нейронних мереж для розрахунку недовідпуску електричної енергії споживачам / Р.О. Буйний, В.В. Зорін, В.В. Козирський // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2009. – № 2. – С. 82 – 86.

15. Правила улаштування електроустановок. Київ, 2017. 617 с.

16. Галузеві будівельні норми України. Електротехнічні пристрої. Київ : Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2012. 139 с.

17. Василега П.О. Електропостачання. Суми : вид-во «Університетська книга», 2018, 415 с.

18. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. Київ : Укрархбудінформ, 2001, 117с.

19. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 104 с.

20. Шестеренко Е.В. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Вінниця : вид-во «Нова книга», 2004. 655 с.

21. Бурбело М.Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання. Вінниця : Вінницький національний технічний університет, 2017. 123 с.

22. Козирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М. Електропостачання агропромислового комплексу. Київ : Аграрна освіта, 2011. 448 с.

23. Бурбело М.Й., Бірюков О.О., Мельничук Л.М. Системи електропостачання. Елементи теорії та приклади розрахунків. Вінниця : Вінницький національний технічний університет, 2011. 204 с.

ДОДАТКИ

CHAPTER 1. CHARACTERISTICS OF THE OBJECT WITH INITIAL DATA FOR PROJECT DEVELOPMENT

1.1. General characteristics of the designed object

A residential building with built-in (attached) premises of a semicircular configuration with a through passage forms a courtyard space inside. The residential building consists of eight sections of different number of floors from 7 to 12 floors.

The power supply to the multi-apartment residential building is supposed to be carried out from the designed two-transformer substation TP6/0.4 kV.

Input, metering and distribution of electricity is carried out in five designed two-section (2 input) main distribution boards (MSB1-5).

Main switchboards are installed on the ground floor of the building in the electrical switchboard rooms.

For electrical receivers in the residential part of the building:

- Main switchboard 1 – sections A, B, B1;
- Main switchboard 2 – sections V2, G, D;
- Main switchboard 3 – sections E, G.

For electrical receivers in built-in and attached rooms GRShch4, GRShch5.

Consumers of electricity in the residential part of the house are:

- apartment electrical receivers (with electric stoves with a capacity of 10 kW);
- working lighting;
- emergency lighting;
- fire-fighting devices (fire pumps, air pressure, smoke removal, fire alarm and fire warning systems);
- elevator equipment;
- pump equipment;
- Outdoor Lighting;
- electrical receivers ITP

To distribute electricity and protect inputs to apartments, mounted combined floor panels (SBFs) with protective grounding terminal blocks are provided on each floor.

In apartments, a hinged type apartment panel (ASB) is installed.

The first and ground floors of the residential building are occupied by a commercial enterprise with administrative premises. The trading enterprise trades in manufactured goods: household electrical equipment, cellular communication products, photo and video equipment, etc.

Consumers of electricity of a trading enterprise are:

- electric lighting;
- household sockets;
- air conditioners;
- thermal curtains;
- ventilation units.

For the distribution of electricity in built-in and attached premises, input and metering panels (ICB) are provided.

Internal power supply of built-in (attached) premises is not considered in this project.

1.2. Initial data for design

Type of construction – new construction.

Supply voltage – 380/220V.

Input to apartments is single-phase 220V.

Grounding system TN-C-S.

The total number of apartments is 406.

Trading area:

- retail area $S=290\text{m}^2$;
- office space $S=349\text{m}^2$

Area of the territory adjacent to the building $S_t = 126 \text{ m}^2$.

Sandy-clayey soil (loam) with a moisture content of more than 1%.

Soil resistivity $100 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$.

1.3. Characteristics of electricity consumers and determination of power supply category

The most important issue in the rational construction of distribution networks is the establishment of the required level of reliability of power supply to consumers. Depending on these requirements, the volume of reserve elements in their power supply system is determined, which directly affects all technical and economic indicators of the networks.

With regard to ensuring the reliability of power supply, power receivers are divided into the following three categories.

Electrical receivers of the first category are electrical receivers, the interruption of power supply to which may entail a danger to human life, a threat to state security, significant material damage, disruption of a complex technological process, disruption of the functioning of particularly important elements of public utilities, communications and television facilities.

From the first category of electrical receivers, a special group of electrical receivers is distinguished, the uninterrupted operation of which is necessary for an accident-free shutdown of production in order to prevent threats to human life, explosions and fires.

Electrical receivers of the second category are electrical consumers whose power supply interruption leads to a massive undersupply of products, massive downtime of workers, machinery and industrial vehicles, and disruption of the normal activities of a significant number of urban and rural residents.

Electrical receivers of the third category - all other electrical consumers that do not fall within the definitions of the first and second categories.

Electrical receivers of a residential building are divided into two main groups: electrical receivers for apartments and electrical receivers for general building purposes. The first include lighting and household electrical appliances. The latter include lamps for staircases, technical undergrounds, attics of lobbies, halls, service and other premises, elevator installations, various fire-fighting devices, dispatch elements, intercoms (intercoms), combination locks, etc.

A residential building has electric stoves, fire-fighting devices, elevators, evacuation and emergency lighting, and according to the PUE, residential buildings with electric stoves belong to the second category of electrical receivers, the interruption of power supply to which leads to disruption of the normal activities of a significant number of urban residents.

Electrical receivers for fire-fighting devices, elevators, evacuation and emergency lighting belong to category I electrical receivers, interruption of the power supply to which can entail a danger to human life and disruption of the functioning of particularly important elements of the municipal economy. For category I electrical receivers, power supply from two independent sources is required, which may include power transformers if they are connected to different, unconnected sections of the high voltage switchgear. In this case, the backup power supply of electrical receivers must have automatic switching on (ATS). A break in the power supply of the first category is allowed only for the duration of the operation of the automatic transfer switch, and a break in the power supply of the second category is allowed for the time necessary to turn on the backup power by the actions of the operational personnel on duty.

УДК 621.3

Р.В. Захарченко, к.т.н., доцент,

П.Б. Митрофанов, к.т.н., доцент,

В.Ю. Кушнір, магістрант

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

В Україні продовжується масштабна програма будівництва житла, навіть у воєнний час. Розподільчі мережі забезпечують електроенергією житлові будинки, громадські установи та промислові підприємства. Основна частина електроенергії, виробленої у країні, транспортується через міські та сільські розподільчі мережі.

Зі зростанням споживання електроенергії зростають вимоги до надійності електричних мереж та якості електропостачання. Цей ріст споживання пов'язаний із широким використанням електроенергії в усіх сферах життя людини. Сучасні житлові будинки обладнані великою кількістю електрообладнання, що потребує нового підходу — точного розрахунку, раціонального планування витрат, а також використання сучасних систем захисту та автоматики.

У зв'язку з розвитком ринку електроенергії виникає потреба в підвищенні управління електроспоживанням. Один із способів вирішення цього полягає у точному контролі та обліку електроенергії, що може сприяти загальному збереженню енергії. Технологічне забезпечення ринку електроенергії включає системи, пристрої та алгоритми для контролю та управління параметрами енергоспоживання. Основою цього забезпечення є автоматизовані системи контролю та обліку споживання електроенергії.

Проблема постачання електроенергії та забезпечення якості і надійності електропостачання у житлових будинках залишається актуальною. Мета дослідження полягає в побудові раціональної системи електропостачання для багатоквартирного житлового будинку, яка забезпечить необхідний рівень надійності електропостачання споживачів і враховує економічні інтереси постачальників та споживачів електроенергії.

У рамках дослідження поставлені наступні завдання:

- провести розрахунки електричних навантажень та обґрунтувати вибір силового трансформатора;
- обрати схему електропостачання;
- визначити перерізи та марки кабелів для кабельних ліній 0,4кВ та переріз кабелів для освітлення;
- провести розрахунок струму короткого замикання;
- вибрати та перевірити комутаційні і захисні пристрої для живильних та розподільчих мереж;

- розглянути питання підвищення ефективності управління енергоспоживанням.

Розробка системи електропостачання ускладнена великою кількістю нормативів і вимог, необхідністю точних розрахунків електричних навантажень та застосуванням раціональних підходів у використанні енергії. Електроприймачі багатоквартирних житлових будинків відносяться до першої чи другої категорії надійності електропостачання (згідно норм) та потребують підключення від двох незалежних джерел.

Об'єктом дослідження є розташування всіх елементів електромережі на об'єкті, а також відповідні нормативні вимоги, якими необхідно керуватися під час проектування електропостачання багатоквартирного житлового будинку.

Під час проектування системи електропостачання ключовим є вибір оптимального розташування джерела живлення для споживачів електроенергії. Найбільш вигідним розташуванням джерела живлення (головної низьковольтної підстанції, центральної підстанції тощо) є точка, в якій зосереджено центр електричних навантажень.

Якщо джерело живлення знаходиться в центрі електричних навантажень, то витрати на систему електропостачання досягають мінімального значення, оскільки навантаження розподілені симетрично навколо центру. Правильна побудова електричної схеми електропостачання, ретельний вибір необхідного обладнання, точні розрахунки електричних навантажень та перерізів провідників, улаштування захисту на всіх рівнях мережі електропостачання забезпечать зручність та простоту експлуатації, а також високий рівень безпеки об'єкта.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *СОУ-Н ЕЕ.20.179:2008 Розрахунок електричних і магнітних полів ліній електропередавання*
2. *Правила користування електричною енергією для населення (затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 26.07.1999 р. № 1357)*
3. *Методика обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами (затверджена наказом Мінпаліверенерго України від 17.01.2002 р. № 19)*

DEVELOPMENT OF THE ENERGY SUPPLY SYSTEM OF A MULTI-STORY RESIDENTIAL BUILDING

R. Zakharchenko, Ph.D., Associate professor,

P. Mytrofanov, Ph.D., Associate professor,

V. Kushnir, Master's student

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

Міністерство освіти та науки України

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» Кафедра
автоматики, електроніки та телекомунікацій

Розроблення системи енергозабезпечення багатопверхового житлового будинку

Кваліфікаційна робота магістра

ВИКОНАВ:

Студент 601-МЕ групи

Кушнір В. Ю.

Керівник:

Захарченко Р. В.

Полтава 2023

Метою роботи *полягає в побудові раціональної системи електропостачання для багатоквартирного житлового будинку, яка забезпечить необхідний рівень надійності електропостачання споживачів і враховує економічні інтереси постачальників та споживачів електроенергії.*

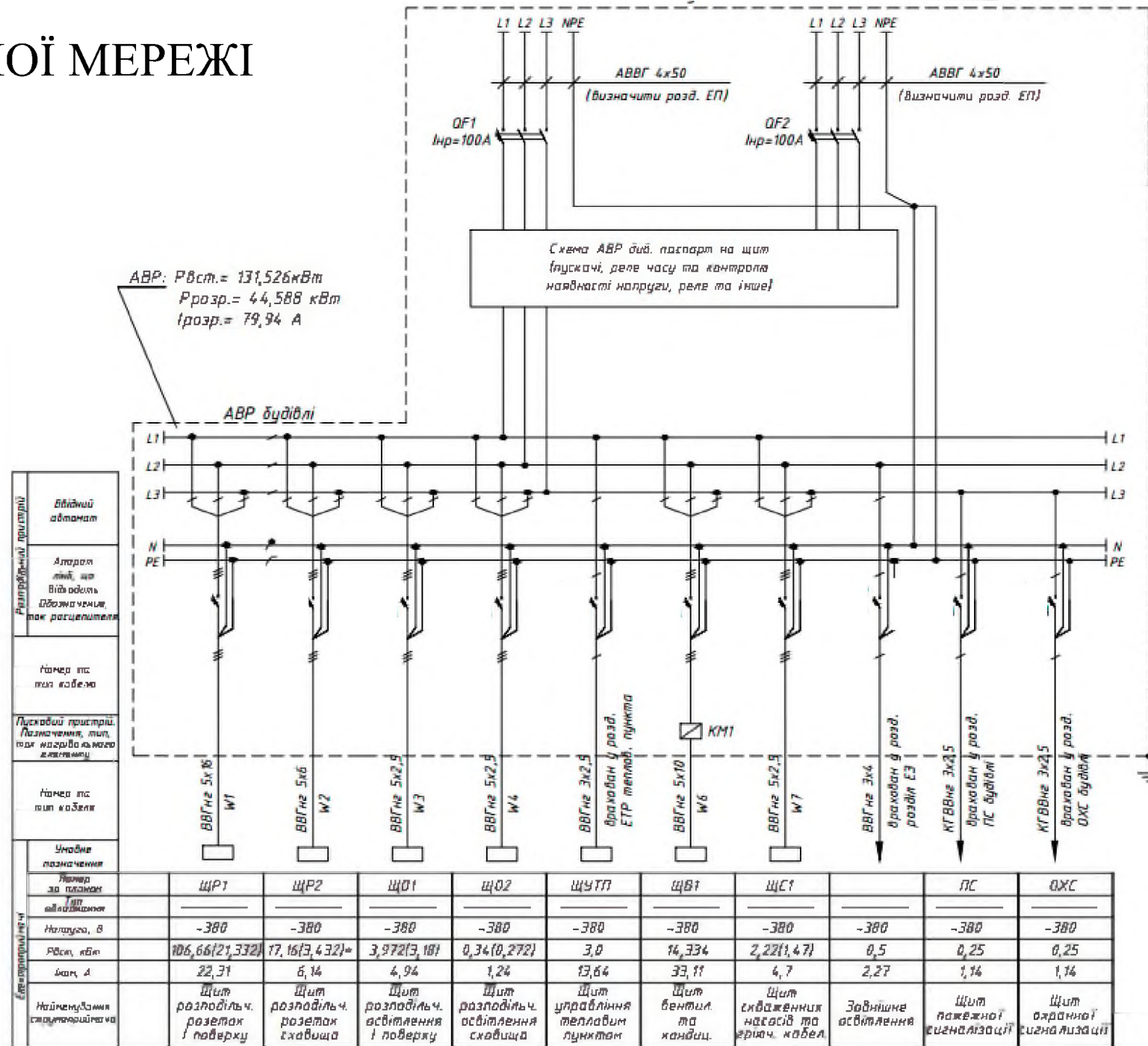
Основними завданнями дослідження є:

- проведення розрахунків електричних навантажень та обґрунтування вибору силового трансформатора;
- обрання схеми електропостачання;
- визначити перерізи та марки кабелів для кабельних ліній 0,4кВ та переріз кабелів для освітлення;
- провести розрахунок струму короткого замикання;
- вибрати та перевірити комутаційні і захисні пристрої для живильних та розподільчих мереж;
- розглянути питання підвищення ефективності управління енергоспоживанням.

Об'єкт дослідження – багатоповерховий житловий будинок.

Предмет дослідження – розроблення системи енергозабезпечення

СХЕМА РОЗПОДІЛЬЧОЇ МЕРЕЖІ



* - потужність тільки у випадку надзвичайної ситуації

СХЕМА ЩИТА АВР

Дані розподільчого щитка	Запобіжник або автомат		№ розподільчої лінії	Розподільча лінія до пускача					Пусковий апарат		Лінія до електроприймачу				Електроприймач					
	Тип	Уставка		Розр. кВт	Ірозр. А	Марка проводу	Число та переріз проводу	Спосіб прокладки	Діаметр	Тип	Іном. Іст.м	Марка проводу	Число та переріз проводу	Спосіб прокладання	Довжина м	Метр по плану	Тип	Розр. кВт	Ірозр. А	Умове позначення на плані
АВР Рвст=131,526 Ррозр=44,588 Ірозр=0,851 Ірозр=39,94	QF3 ETI & B	63A	W1								ВВГнг	5x16	схрито або лід паталком у гофрі Ø32	4			106,66 (27,332)	22,31A	■	
	QF4 ETI & B	40A	W2								ВВГнг	5x6	схрито або лід паталком у гофрі Ø25	56			17,16 (3,432)	6,74A	■	
	QF5 ETI & B	16A	W3								ВВГнг	5x2,5	схрито або лід паталком у гофрі Ø20	5			3,972 (3,18)	4,94A	■	
	QF6 ETI & B	10A	W4								ВВГнг	5x2,5	схрито або лід паталком у гофрі Ø20	56			0,34 (0,272)	1,24A	■	
	QF7 ETI & B	16A	W5								ВВГнг	3x2,5	схрито або лід паталком у гофрі Ø40				3,0	13,64A	■	
	QF8 ETI & C	50A				ПВЗ 9(1x10)				KM1 W6		ВВГнг	5x10	схрито або лід паталком у гофрі Ø40	5			14,334	33,71A	■
	QF9 ETI & C	10A	W7									ВВГнг	5x2,5	схрито або лід паталком у гофрі Ø18	4			2,22 (1,47)	4,7A	■
	QF10 ETI & C	4A	W8									КГВВнг	3x4	схрито або лід паталком у гофрі Ø16				0,5	2,27A	▶
	QF10 ETI & C	10A	W8									КГВВнг	3x2,5	схрито або лід паталком у гофрі Ø16				0,25	1,14A	▶
	QF11 ETI & C	10A	W9									КГВВнг	3x2,5	схрито або лід паталком у гофрі Ø16				0,25	1,14A	▶

Керування KM1 з ПС будівлі при пожежі або відключенні від мережі ПС повинен бути розамкнут

ПЛАН МЕРЕЖІ ВІД АВР ДО СИЛОВИХ ЩИТІВ

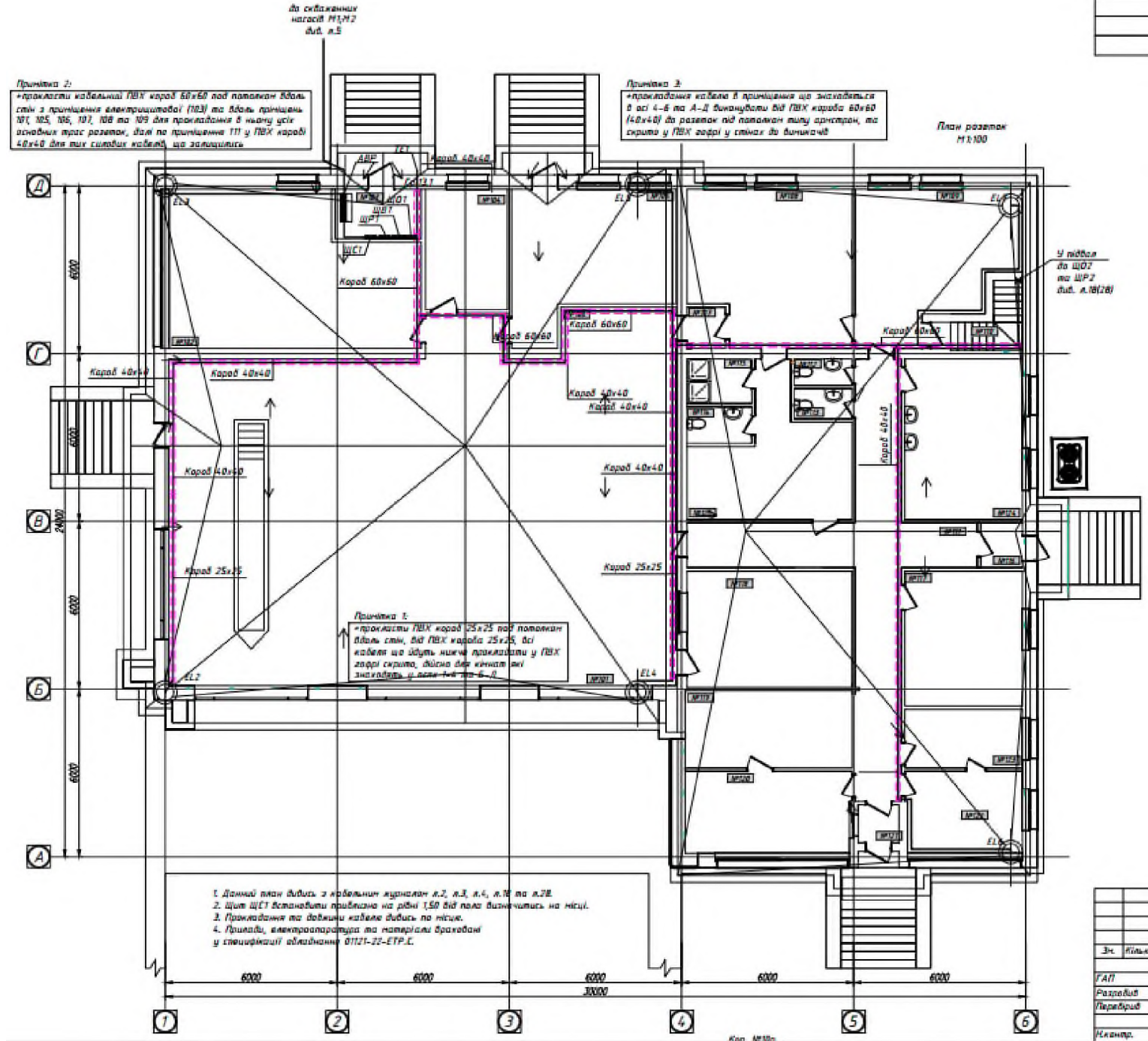


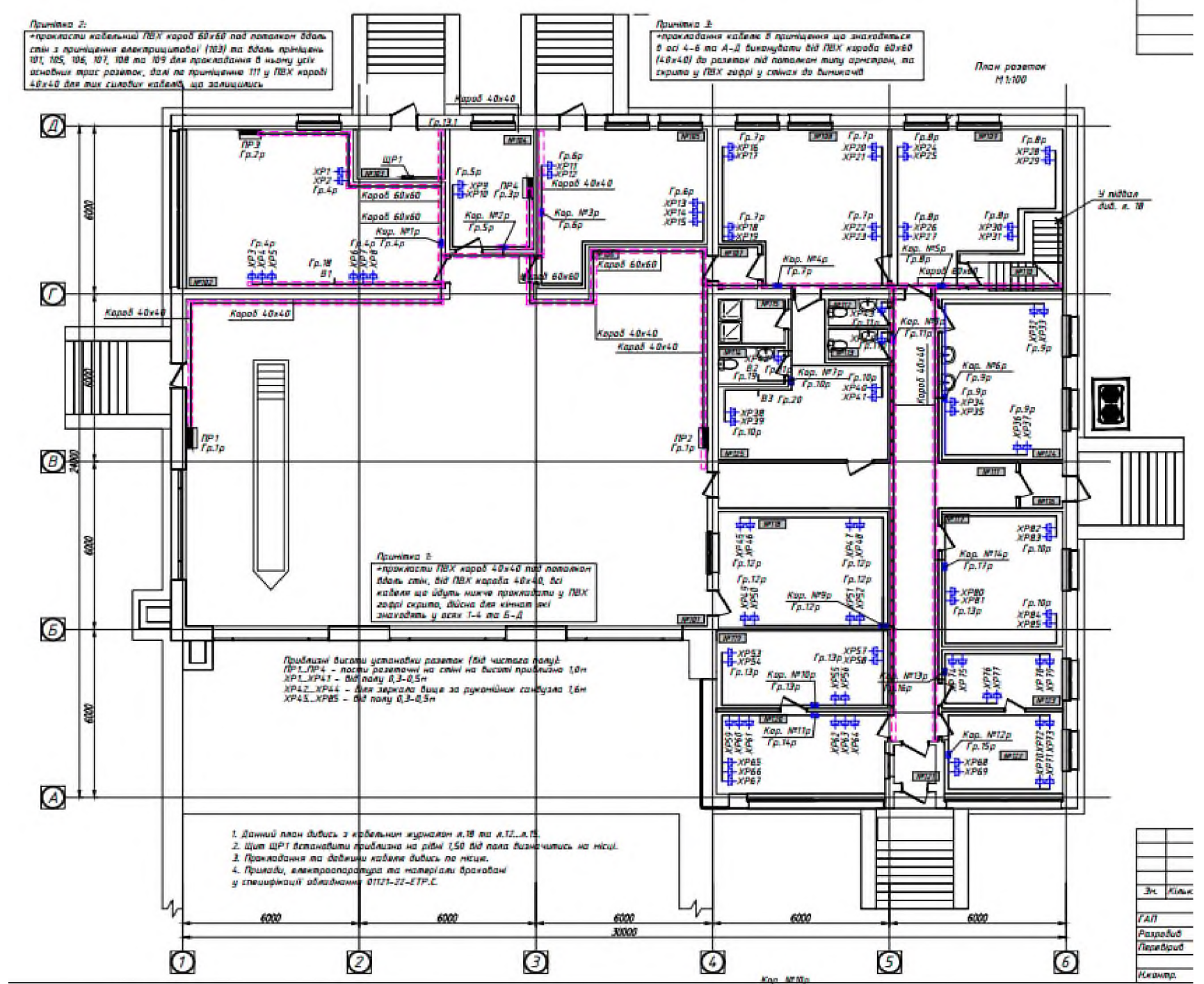
СХЕМА ЩИТА ЩР1

Дані розподільчого щитка	Запобіжник або автомат		№ розподільчої лінії	Розподільча лінія до пускача					Пусковий апарат		Лінія до електроприймачу				Електроприймач				
	Тип	Уставка		Розр. кВт	Ірозр. А	Марка проваду	Чиста та переріз проваду	Спосіб прокладки	Длина м	Тип	Іном /Іост	Марка проваду	Чиста та переріз проваду	Спосіб прокладання	Довжина м	Номер по плану	Тип	Розр. кВт	Ірозр. А
АВР Рвст=131,526 Ррозр=44,588 Іcost=0,851 Ірозр=79,94	QF3 ETI 6 B	63A	W1								ВВГнг 5x16	скрита або під потайком у гофрі Ø32	4				106,66 (27,332)	22,31A	■
	QF4 ETI 6 B	40A	W2								ВВГнг 5x6	скрита або під потайком у гофрі Ø25	56				17,16 (3,432)	6,74A	■
	QF5 ETI 6 B	16A	W3								ВВГнг 3x2,5	скрита або під потайком у гофрі Ø20	5				3,972 (3,18)	4,94A	■
	QF6 ETI 6 B	10A	W4								ВВГнг 3x2,5	скрита або під потайком у гофрі Ø20	56				0,34 (0,272)	1,24A	■
	QF7 ETI 6 B	16A	W5								ВВГнг 3x2,5	скрита або під потайком у гофрі Ø40					3,0	13,64A	■
	QF8 ETI 6 C	50A				ПВЗ 5(1x10)				КМ1 W6	ВВГнг 5x10	скрита або під потайком у гофрі Ø40	5				14,334	33,77A	■
	QF9 ETI 6 C	10A	W7								ВВГнг 3x2,5	скрита або під потайком у гофрі Ø76	4				2,22 (1,47)	4,7A	■
	QF10 ETI 6 C	4A	W8								КГВВнг 3x4	скрита або під потайком у гофрі Ø76					0,5	2,27A	▶
	QF10 ETI 6 C	10A	W8								КГВВнг 3x2,5	скрита або під потайком у гофрі Ø76					0,25	1,14A	▶
	QF11 ETI 6 C	10A	W9								КГВВнг 3x2,5	скрита або під потайком у гофрі Ø76					0,25	1,14A	▶

Керування КМ1 з ПС будівлі при пожежі або відключенні від мережі ПС повинен бути роз'якнут

РЕТ

ПЛАН СИЛОВОЇ МЕРЕЖІ 1ГО ПОВЕРХУ

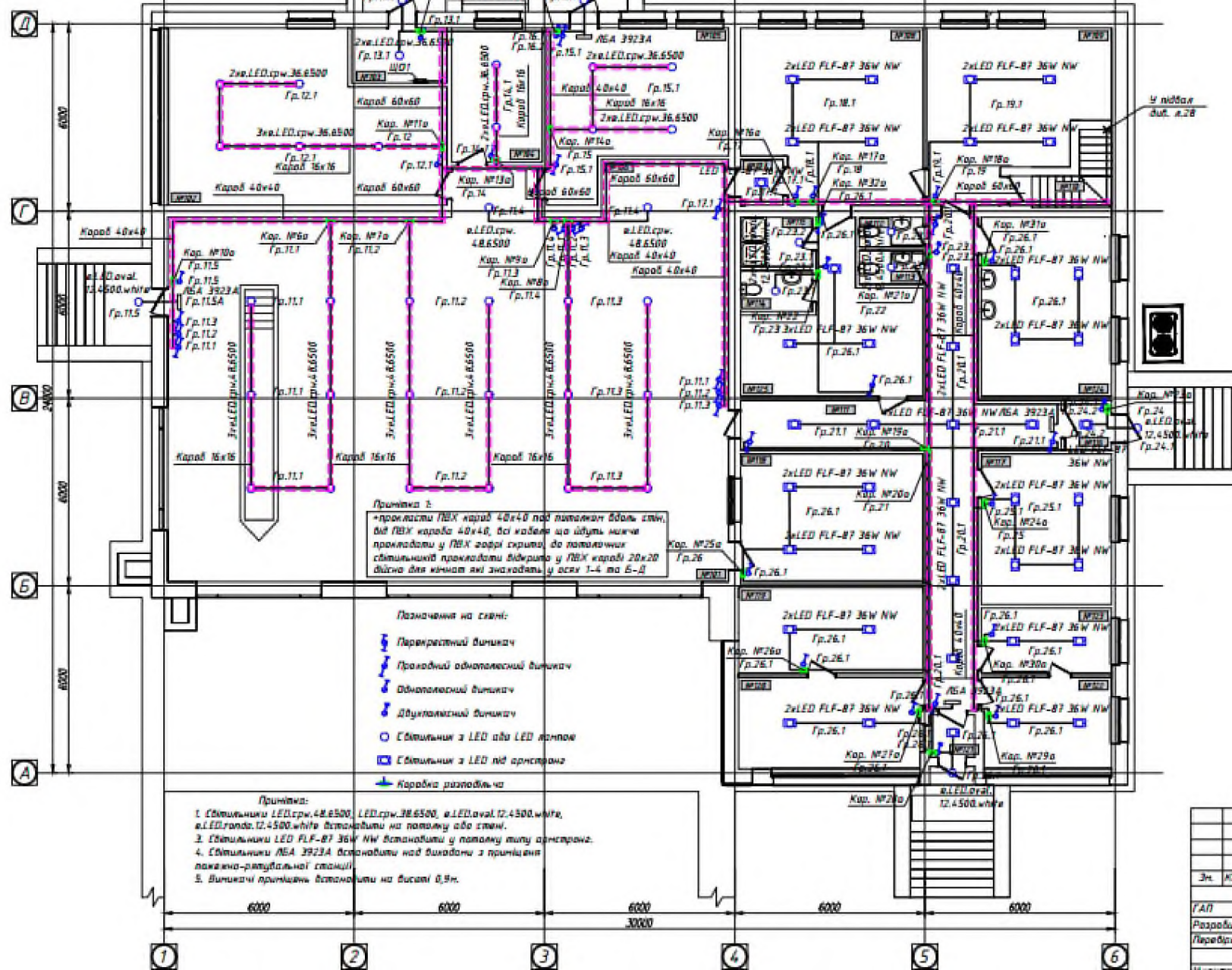


ПЛАН ОСВІТЛЕННЯ 1-ГО ПОВЕРХУ

Примітка 2:
*примітки кабельний ПВХ кароб 60x60 над поточком вдали стін з приміткою електричної (103) та вдали примітки 101, 105, 106, 107, 108 та 109 для прокладання в ній усіх основних прог освітлення, далі по примітці 111 у ПВХ каробі 40x40 для тих силових кабелів, що залишилися.

Примітка 3:
*прокладання кабелі в примітці що знаходяться в осі 4-5 та А-В виконувати від ПВХ кароба 60x60 (40x40) до стілишник під поточком тилу армстронг, та скрито у ПВХ каробі у стінах до вимикачів

План освітлення
М 1:100



Зм.	Кільк.
ГАП	
Розробив	
Перевірив	