

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Розробка системи електропостачання багатоквартирного будинку у м. Вараш**

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи ЕТМ-61
спеціальності 141

енергоенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

	Грицюк О. О. <small>(прізвище та ініціали)</small>
Керівник	Куземко Н. А. <small>(прізвище та ініціали)</small>
Нормоконтроль	Мовчан Л. Т. <small>(прізвище та ініціали)</small>
Завідувач кафедри	Тарасенко М. Г. <small>(прізвище та ініціали)</small>
Рецензент	 <small>(прізвище та ініціали)</small>

Тернопіль
2022

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Тарасенко М. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 10 » листопада 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Грицюк Олені Олександрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи електропостачання багатоквартирного будинку у м. Вараш

Керівник роботи Куземко Наталія Анатоліївна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «09» листопада 2022 року № 4/7-883

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Електрична схема мережі району, значення активних та реактивних опорів мережі, прогнозована споживана потужність проєктованого багатоквартирного будинку, графік навантаження трансформаторної підстанції

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

1. Аналітичний розділ

2. Розрахунково-дослідницький розділ

3. Проектно-конструкторський розділ

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

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

Підключення електрообладнання в підсистемі TN-C-S. План розміщення обладнання в електрощитовій. Схема підключення електрообладнання до електрощитової та приміщення засобів зв'язку. Схема розташування освітлення електрообладнання в електрощитовій.

Заземлення електрощитової. Принципова електрична схема підключення поверхових щитків.

Схема електрична щитка квартирнього. Підключення квартирних споживачів до під'їзного щитка.

Схема електропостачання квартир. Схема електрична принципова розподільчого щита.

Система блискавкозахисту будівлі. Система зрівнювання потенціалів.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 10 листопада 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.11.2022	
2	Аналітичний розділ	25.11.2022	
3	Розрахунково-дослідницький розділ	20.11.2022	
4	Проектно-конструкторський розділ	15.12.2022	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.12.2022	
6	Висновки	15.12.2022	
7	Оформлення пояснювальної записки	20.12.2022	
8	Оформлення графічної частини	20.12.2022	

Студент

_____ (підпис)

Грицюк О. О.
_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Куземко Н. А.
_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Грицюк О. О. «Розробка системи електропостачання багато-квартирного будинку у м. Вараш».

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Стор.– 63; рис. - 19; табл. - 5; слайдів - ____; джерел - 21; додатків - _.

Метою випускної кваліфікаційної роботи є розробка системи електропостачання багатоквартирного житлового будинку.

Розглянуто питання розробки системи електропостачання однієї секції двосекційного багатоквартирного будинку; вибір системи електророзподілу у будівлі; розрахунок загального електричного навантаження та окремо за висновками; вибір силового та розподільчого електрообладнання, його перевірка; вибір обладнання та його розміщення в електрощитовій; розробка однолінійних електричних схем; розробка схем підключення до поверхових та квартирних електричних щитків; розробка схеми зрівнювання потенціалів; розгляд питань блискавкозахисту та заземлення; підбір електричних апаратів для вступного розподільчого пристрою, щитків; розробка схем розташування розеток, освітлювальних приладів; вивчення електропроводки аварійного освітлення, пожежного ліфта та протипожежного обладнання.

Ця робота актуальна не тільки для конкретного житлового будинку, а й для інших багатоквартирних будинків.

Ключові слова: СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, РОЗПОДІЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ, ЗРІВНЮВАННЯ ПОТЕНЦІАЛІВ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Вибір об'єкту проектування	9
1.2 Обґрунтування прийняття рішень під час проектування системи електропостачання	10
1.3 Мережа TN-S, TN-C-S	15
1.4 Висновки до розділу 1	17
2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	18
2.1 Розрахунок електричних навантажень	18
2.2 Розподіл електричних навантажень по РП	20
2.3 Розрахунок числа та кількості трансформаторів ТП	21
2.4 Розрахунок кабельних ліній	22
2.5 Специфікація обладнання	25
2.6 Електрощитова та приміщення засобів зв'язку	33
2.7 Висновки до розділу 2	36
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	37
3.1 Схеми підключення поверхових та розподільних щитів	37
3.2 Система блискавкозахисту та заземлення	40
3.3 Система зрівнювання потенціалів	42
3.4 Електроосвітлення	44
3.5 Проектування АСКОЕ	46

3.6 Висновки до розділу 3	5 50
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	52
4.1 Основні причини ураження людини електричним струмом	52
4.2 Захисне заземлення та занулення	53
4.3 Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	61

ВСТУП

У всьому світі за зручне та якісне проживання у квартирах чи будинках відповідають енергетичні ресурси, головний з яких – електрична енергія. У висотних багатоквартирних будинках роль електрики стала ще значною, оскільки електрична енергія бере участь у багатьох процесах, що відбуваються в будівлі: забезпечує енергією ліфти, приводить в дію електропривод насосів подачі води та опалення, пожежних гідрантів, вентиляційних установок. Тому надійність електропостачання багатоквартирного будинку для забезпечення безпеки людей, що проживають у ньому, виходить на перший план.

Одним із перших заходів, що підвищують надійність електропостачання будинків, є присвоєння йому високої першої категорії надійності, що дозволяє будинку жититися від двох незалежних ліній. До першої вищої категорії належать електроживлення ліфтів, теплових пунктів, пожежних насосів. Потім передбачається автоматичне перемикання між цими лініями у разі виникнення аварійної ситуації однією з них. Для цього використовується пристрій автоматичного введення резерву (АВР). Завдяки цьому напруга буде недоступна буквально одну дві секунди [1].

Постійна присутність у будівлі людей вимагає виконання певних правил для безпечного співіснування електрики та людини в частині:

- заземлення,
- недоступності контактності електровузлів,
- ізоляції,
- обліку вологості,
- захисту дітей,
- розташування розеток та світильників.

Останнім часом особлива увага приділяється системам вентиляції, які з природних витяжних перетворюються на примусові витяжні з електровентиляторами. Це покращує вентиляцію квартир і робить проживання у них більш комфортним.

Електропостачання багатоквартирного будинку регламентується:

- ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення [1];
- ДБН В.2.2-24:2009. Проектування висотних житлових і громадських будинків [2];
- Правила улаштування електроустановок [3];
- ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд

У разі розвитку ринку електроенергії ринкової, 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 енергозбереження. 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).

Якісне та професійне проектування електропостачання житлового будинку гарантує безпеку та комфортність мешканців. Складаючи проект електропостачання, детально визначають місце розташування побутових електроприладів, місце знаходження розеток та вмикачів світла, можливе навантаження тощо. Усі розрахунки за розташуванням повинні відповідати стандартам техніки безпеки.

Мета і завдання дослідження.

Метою кваліфікаційної роботи є проектування системи електропостачання багатоквартирного житлового будинку.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- здійснити аналіз об'єкту проектування, та провести обґрунтування прийняття рішень проектування системи електропостачання;

- вибір та обґрунтування електрообладнання системи електропостачання багатоквартирного будинку;
- розробка електричних схем, питання безпеки;
- визначення перерізу та марки кабелів, живлячих кабельних ліній (КЛ-0,4кВ) та переріз кабелів на освітлення території;
- розглянути питання блискавкозахисту та заземлення;
- розробити систему зрівнювання потенціалів;
- розглянути питання підвищення ефективності управління енергоспоживанням.

Об'єкт дослідження – електрична мережа багатоквартирного будинку.

Предмет дослідження – розробка технічних заходи для забезпечення надійного електропостачання багатоквартирного будинку.

Наукова новизна отриманих результатів.

– Дістало подальший розвиток дослідження та впровадження шляхів побудови надійної системи електропостачання для багатоквартирних будинків.

Практичне значення отриманих результатів.

Якісне та професійне проектування електропостачання житлового будинку гарантує безпеку та комфорт для його мешканців.

Апробація.

Основні положення та результати досліджень доповідались та обговорювались на XI Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 7 - 8 грудня 2022 р., на базі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (21 найменування).

Загальний обсяг текстової частини – 63 сторінок.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вибір об'єкту проектування

Як об'єкт проектування обрали багатоквартирний житловий будинок №3А, що будується, з інженерними комунікаціями у м. Вараш. Будинок двосекційний (рис 1.1).

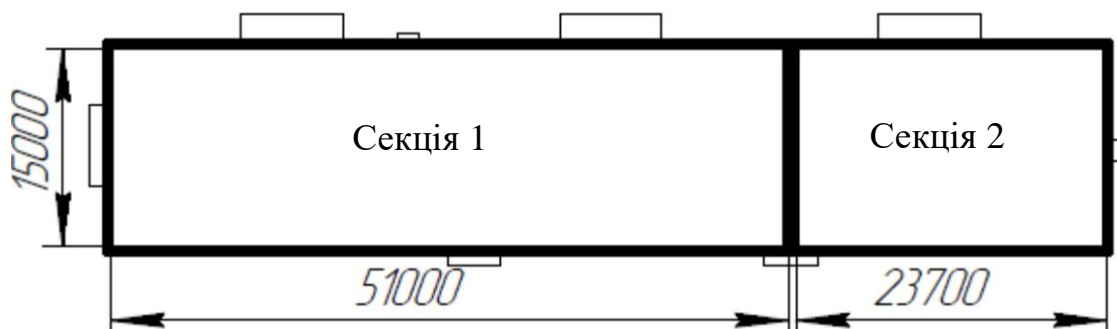


Рисунок 1.1 – Габаритні розміри багатоквартирного будинку.

У будинку дві секції: секція 1, що складається з двох під'їздів та секція 2, що складається з одного під'їзду. Обидві секції включають:

- підвальне приміщення;
- житлові поверхи з першого до сімнадцятого;
- технічний поверх (горищне приміщення);
- покрівля.

У секції №1 168 квартир: у кожному під'їзді на першому поверсі одна однокімнатна квартира, дві – двокімнатні та одна трикімнатна, на решті поверхів додається ще одна двокімнатна квартира.

У секції №2 67 квартир: на першому поверсі одна трикімнатна квартира, дві – двокімнатні, на решті поверхів три двокімнатні та одна трикімнатні квартири.

1.2 Обґрунтування прийняття рішень під час проектування системи електропостачання

Даний проект системи електропостачання розроблено відповідно до вимог діючих технічних регламентів, стандартів, ПУЕ, ДБН В.2.5-23:2010, ДБН В.2.2-24:2009. Інструкція з влаштування блискавкозахисту будівель, споруд та промислових комунікацій (ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд), забезпечує безпечну експлуатацію об'єкта за дотримання передбачених проектом заходів [4].

У цій частині проекту розглядаються питання внутрішнього силового обладнання та електроосвітлення житлового будинку.

У підвальному приміщенні передбачено дві електрощитові електропостачання житлового будинку.

Проектом передбачено приєднання будинку до міської електричної мережі напругою 380/220В із глухозаземленою нейтраллю трансформаторів на підстанції. Система розподілу електроенергії в будівлі прийнята п'ятипровідною TN-CS з використанням робочого та захисного нульових провідників [5].

За ступенем надійності електропостачання споживачі проектового житлового будинку належать:

- до I категорії-електрообладнання індивідуального теплового пункту (ІТП), аварійне освітлення, ліфти, протипожежне обладнання [6];
- до II категорії-комплекс інших електроприймачів будинку [6].

В електрощитовій №1 встановлюється ввідно-розподільний пристрій ВРП-1 секції 1 житлового будинку (рис. 1.2).

У електрощитовій 2 встановлюється ввідно-розподільний пристрій ВРП-2 секції 1 і 2 житлового будинку.



Рисунок 1.2 – Електрощитова сучасного багатоквартирного будинку

У поверхових щитах передбачається встановлення диференціальних автоматів зі струмом витоку 100 мА . У квартирних щитках на групах, що живлять штепсельні розетки, передбачається встановлення диференціальних автоматів зі струмом витоку трохи більше 30 мА .

Поверхові щити передбачаються вбудованого виконання, квартирні щитки - навісного виконання.

Електропостачання споживачів I категорії проектується через шафу автоматичного введення резерву ВРП (АВР).

Облік електроенергії передбачається: комунальний – електричними лічильниками, встановленими у приміщенні електрощитової та поквартирно – електричними лічильниками встановленими у поверхових щитах [7].

У загальнобудинкових приміщеннях житлового будинку робоче та аварійне освітлення проектується світлодіодними світильниками. Окрім робочого освітлення у коридорах, ліфтових холах та на сходових майданчиках

передбачається евакуаційне освітлення.

Проектується також освітлення безпеки та ремонтне освітлення (на 36 В) у приміщеннях електрощитової, приміщенні ліфтової кімнати.

Управління робочим освітленням вестибюля та тамбурів здійснюється автоматизовано, робоче освітлення ліфтових холів та міжквартирних коридорів здійснюється за допомогою датчиків руху. Електроосвітлення сходових кліток керується автоматично від вимикача, встановленого на панелі освітлення в щиті. У приміщеннях без природного освітлення аварійне освітлення включено постійно.

Групові загальнобудинкові мережі освітлення проектується кабелем $BBG_{н2}(A) - LS$ в трубах ПНД приховано в моноліті стін і в трубах ПВХ відкрито в підвальному приміщенні.

У монолітних стінах та перекриттях труби ПНД закладаються в процесі будівництва.

У технічних приміщеннях електропроводка проектується кабелем марки $BBG_{н2}(A) - LS$, що прокладається в трубах ПВХ відкрито з кріпленням скобами.

Вертикальна прокладка мереж в електротехнічних нішах з 1-го до останнього поверху виконується в транзитному коробі.

Для електропроводки аварійного освітлення, пожежного ліфта та протипожежного обладнання використовується кабель марки $BBG_{н2}(A) - FRLS$ з низьким димо- та газовиділенням, вогнестійкий.

Групові мережі в квартирах проектується змінними, кабелем $BBG_{н2}(A) - LS$, що прокладається в штробах стін і за натяжною стелею класу Г1 в гофрованих трубах ПВХ з кріпленням скобами до перекриття, а також в монолітних стінах в трубах ПНД. Розпаювальні коробки квартир повинні бути встановлені на стіні на відстані 150 мм (центр коробки) від натяжної стелі. У місцях для протягування кабелю в моноліті має бути виконане підрізування бетону за натяжною стелею.

Висота установки від рівня чистої підлоги до центру рамки повинна бути: для вимикачів – 950 мм, штепсельних розеток у кімнатах та кухнях (крім зони кухонного фартуха) - 250 мм, у санвузлах та ванних кімнатах для побутових приладів – 1.01 м, у зоні кухонного фартуха – 1.1 м, біля квартирної щитки передбачити розетку для підключення Wi-Fi роутера. Відстань від штепсельних розеток до ванн та душових піддонів має бути не менше 0.6 м.

Усі металеві неструмоведучі частини електрообладнання підлягають зануленню шляхом з'єднання із нульовим захисним проводом мережі (РЕ), заземленим на вводі.

Відповідно до ПУЕ гл.1.7 у проекті виконано систему зрівнювання потенціалів [8]. Між собою повинні бути з'єднані такі провідні частини:

- PEN провідник, приєднаний до зовнішнього контуру заземлення;
- провідник, що заземлює, приєднаний до зовнішнього контуру заземлення на введенні в будівлю;
- металеві труби комунікацій, що входять до будівлі;
- заземлювальні пристрої системи блискавкозахисту.

Провідні частини, що входять до будівлі ззовні, мають бути з'єднані з контуром заземлення якомога ближче до точки їх вводу в будівлю. Металеві труби водопроводу та ванні у квартирах з'єднати з РЕ провідником поверхово-квартирних щитків за допомогою дроту *ПВ 1–4 мм²*, через коробки зрівнювання потенціалів відкритої установки, *HEGEL [KUP2604]*.

Захист житлового будинку виконується шляхом з'єднання металевої сітки з комірками не більше 10×10 м зі сталі діаметром 10 мм на покрівлі будівель з контуром заземлення з оцинкованої сталі 40×5 сталлю діаметром 10 мм [9].

У робочій документації передбачається встановлення диференціальних автоматів, що призначаються:

- для захисту від ураження електричним струмом при випадковому дотику до неструмоведучих частин електрообладнань, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції;
- для запобігання пожежам, викликаним займанням ізоляції проводів

та кабелів через великі струми витоку на землю або короткі замикання;

- для захисту електричних мереж змінного струму напругою 220 В від перевантажень та коротких замикань.

Електропроводка повинна забезпечувати легке розпізнавання по всій довжині провідників за кольорами згідно з розділом 2.1 "Правил улаштування електроустановок" [3].

Кількість проводів (три, п'ять) електричної мережі приймається згідно з пунктом 7.1.36 "Правил улаштування електроустановок" [3].

Згідно з п.2.1.58 ПУЕ, у місцях проходження через стіни, перекриття повинні бути загорнуті зазори між проводами, кабелями і трубою (коробом, отвором) легко віддаленої масою від незгоряного матеріалу. Закладення має забезпечити межу вогнестійкості не менше межі вогнестійкості стіни (перекриття).

Кабельні лінії (сукупність кабелів, елементів кріплень, з'єднувальних коробок) повинні бути сертифіковані відповідно до ДСТУ EN 50575:2018. Електромонтажні роботи слід виконувати згідно з ДБН В.2.5-23:2010 "Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення". Електромонтажні роботи слід виконувати згідно з В.2.2-24:2009. «Проектування висотних житлових і громадських будинків».

Електроустаткування, яке застосовується при монтажі, повинно мати сертифікат відповідності.

При виконанні електромонтажних робіт згідно з ПУЕ п 1.8.40, та ДБН В.2.5-23:2010 надаються:

- акт виміру опору ізоляції проводів та кабелів;
- акт фазування електричних ліній із мережею напругою до 1 кВ;
- протокол-перевірка наявності ланцюга між заземлювачами та заземленими елементами;
- протокол вимірювання опору кола фаза-нуль для найбільш віддалених та потужних електроприймачів;
- протокол випробування кабелів підвищеною напругою промислової частоти

Відповідно до ДБН В.2.5-23:2010. "Електропроводки" повинні бути виконані протипожежні заходи.

1.3 Мережа TN-S, TN-C-S

Найбільшого поширення набула підсистема TN-C-S, яка разом з підсистемою TN-S рекомендована ПУЕ до застосування. Підсистема TN-C-S спрощує підключення споживачів електроенергії до мережі. Так, для заземлення електричної розетки досить з'єднати її заземлюючий контакт з PEN – провідником (рис. 1.3).

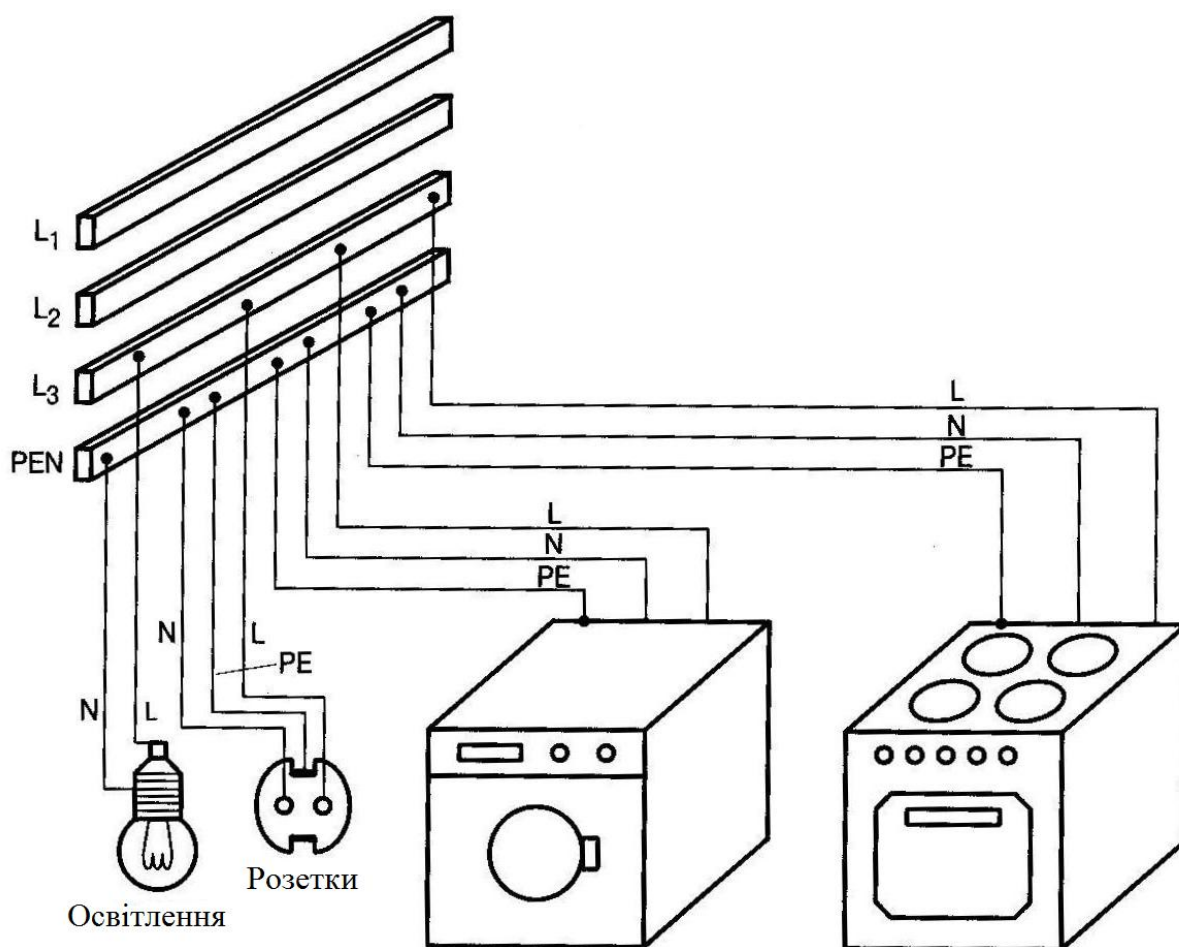


Рисунок 1.3 – Підключення електрообладнання в підсистемі TN-C-S

Мережі 0,4 кВ з таким режимом заземлення нейтралі та відкритих провідних часток називаються п'ятидротяними. У них нульовий робочий і нульовий захисний провідники розділені. Само по собі використання мережі TN-S не забезпечує електробезпеки при непрямому дотику, оскільки при пробі

ізоляції на корпусі, як і в мережі TN-C, виникає небезпечний потенціал. Проте в мережах TN-S можливе використання ПЗВ. За наявності цих пристроїв рівень електробезпеки в мережі TN-S істотно вищий, ніж в мережі TN-C. При пробі ізоляції в мережі TN-S також виникає винесення потенціалу на корпуси інших електроприймачів, зв'язаних провідником РЕ. Проте швидка дія ПЗВ в цьому випадку забезпечує безпеку. На відміну від мереж TN-C, обрив нульового робочого провідника в мережі TN-S не спричиняє за собою появу фазної напруги на корпусах всіх, зв'язаних даною лінією живлення, електроприймачах за точкою розриву.

Пожежна безпека мереж TN-S при застосуванні ПЗВ порівняно з мережами TN-C істотно вище. ПЗВ чутливі до дефектів ізоляції, що розвиваються, і запобігають виникненню значних струмів однофазних КЗ.

Відносно безперебійності електропостачання і виникнення перенапружень, мережі TN-S не відрізняються від мереж TN-C.

Електромагнітна обстановка в мережах TN-S в нормальному режимі істотно краще, ніж в мережах TN-C. Це пов'язано з тим, що нульовий робочий провідник ізольований і відсутнє відгалуження струмів в сторонні провідні шляхи. При виникненні однофазного КЗ створюються такі ж електромагнітні збурення, як і в мережах TN-C.

Наявність в мережах TN-S пристроїв ПЗВ істотно знижує об'єм пошкоджень при виникненні однофазних КЗ в порівнянні з мережами TN-C. Це пояснюється тим, що ПЗВ ліквідує пошкодження в його початковій стадії.

Відносно проектування, налаштування захистів та обслуговування, мережі TN-S не мають будь-яких переваг в порівнянні з мережами TN-C. Можна відзначити, що мережі TN-S дорожчі порівняно з мережами TN-C із-за наявності п'ятого дроту, а також ПЗВ.

Мережа TN-C-S - це комбінація мереж TN-C та TN-S. Для цієї мережі будуть справедливі всі переваги і недоліки, вказані вище.

1.4 Висновки до розділу 1

В даному розділі здійснено обґрунтування прийняття рішень під час проектування системи електропостачання багатоквартирного будинку.

Передбачено приєднання будинку до міської електричної мережі напругою 380/220В із глухозаземленою нейтраллю трансформаторів на підстанції. Система розподілу електроенергії в будівлі прийнята п'ятипровідною TN-CS з використанням робочого та захисного нульових провідників.

Здійснено аналіз та представлено усі переваги і недоліки застосування системи розподілу електричної енергії типу TN-CS.

2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок електричних навантажень

Виконаємо розрахунок для першої секції будинку.

Розрахункове електричне навантаження квартир, яке поступає на ввід до житлового комплексу, визначається за формулою:

$$P_{KB} = P_{KB.ПИТ} \cdot n$$

де $P_{KB.ПИТ}$ – питоме розрахункове електричне навантаження електроприймачів квартир житлових будівель. Приймаємо згідно [1]

$P_{KB.ПИТ} = 1.97 \text{ кВт} / \text{кв}$ для будинків із електричними плитами;

$n = 168$ – кількість квартир у будинку.

$$P_{KB} = 1,97 \cdot 168 = 331 \text{ кВт}.$$

Розрахункове навантаження силових електроприймачів, яке поступає на ввід до житлового комплексу, визначається за формулою:

$$P_C = P_{Л.У} + P_{СТ.У}$$

де $P_{Л.У}$ – потужність ліфтових установок, кВт;

$P_{СТ.У}$ – потужність електродвигунів насосів водопостачання, вентиляторів та інших санітарно-технічних пристроїв.

У секції №1 два ліфти: пасажирський ліфт, комплект якого (електропривід плюс система управління) споживає 5 кВт та вантажною потужністю $6,7 \text{ кВт}$.

$$P_{Л.У} = k'_C \cdot \sum_1^n P_{Л.У}$$

де $k'_C = 0,7$ – коефіцієнт попиту ліфтових установок.

$$P_{Л.У} = 0,7 \cdot (5 + 6,7) \cdot 2 = 16,4 \text{ кВт}$$

Потужність електродвигунів насосів водопостачання, вентиляторів та інших санітарно-технічних пристроїв:

$$P_{CT.П} = k_C'' \cdot \sum_1^n P_{CT.У}$$

де $k_C'' = 0,7$ – коефіцієнт попиту електродвигунів санітарнотехнічних пристроїв (СТП).

У проектуваному будинку розташовані такі СТП:

- вентилятор димовидалення 2,2 кВт (2 шт.);
- вентилятор витяжний 0,4 кВт (2 шт.);
- вентилятор припливної 0,4 кВт (2 шт.);
- насос ГВП циркуляційний 0,75 кВт (6 шт.);
- циркуляційний насос опалення 3,0 кВт (6 шт.);
- електронагрівач ІТП 12 кВт (1 шт.).

$$P_{СТП} = 0,75 \cdot (4,4 + 0,8 + 0,8 + 4,5 + 18 + 12) = 30,4 \text{ кВт} ;$$

$$P_C = 164 + 304 = 468 \text{ кВт} .$$

Розрахункове електричне навантаження житлового комплексу (квартир та силових електроприймачів):

$$P_{P.Ж.Б} = P_{KB} + k \cdot P_C,$$

$$P_{P.Ж.Б.№1} = 331 + 0,9 \cdot 46,8 = 373,1 \text{ кВт} .$$

Повна потужність навантаження житлового комплексу і лінії живлення:

$$S_{розр} = \frac{P_{P.Ж.Б}}{\cos \varphi},$$

$$S_{розр} = \frac{373,1}{0,98} = 380,7 \text{ кВА}$$

Розрахункове значення сили струму:

$$I = \frac{S_{розр}}{\sqrt{3} \cdot U_H},$$

$$I = \frac{380,7}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 549,5 \text{ А}.$$

Виконаємо розрахунок для другої секції будинку:

$$P_{KB} = 1,97 \cdot 67 = 131,9 \text{ кВт}$$

$$P_{Л.У} = 0,7 \cdot (5 + 6,7) = 8,2 \text{ кВт}$$

$$P_{СПП} = 0,75 \cdot (2,2 + 0,4 + 0,4 + 2,25 + 9 + 6) = 15,2 \text{ кВт} ;$$

$$P_C = 8,2 + 15,2 = 23,4 \text{ кВт} .$$

$$P_{Р.Ж.Б.№2} = 131,9 + 0,9 \cdot 23,4 = 152,9 \text{ кВт} .$$

$$S_{розр} = \frac{152,9}{0,98} = 156,1 \text{ кВА}$$

$$I = \frac{156,1}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 225,3 \text{ А} .$$

Отримані значення занесемо до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку

Найменування	n	$P_{ПИТ},$ кВт	$P_{розр},$ кВт	$\cos \varphi$	$S_{розр},$ кВА	$I,$ А
Секція № 1	168	1.97	373.1	0.98	380.7	549.5
Секція № 2	67	1.97	152.9	0.98	156.1	225.3
Разом	235	-	526	-	536.8	774.8

2.2 Розподіл електричних навантажень по РП

Розрахункова потужність ввід №1:

$$P_P = P_{кв.лит} \cdot n + 0,9 \cdot (0,9 \cdot P_{Л} + P_{ІТК})$$

де $P_{кв.лит}$ – питоме навантаження на одну квартиру, кВт/кв. Приймаємо

$P_{кв.уд} = 1,97$ кВт [1];

n – кількість квартир;

$P_{Л}$ – номінальна потужність ліфтів, кВт;

$P_{ІТК}$ – споживана потужність інженерно-технічного обладнання, кВт.

$$P_P = 1,97 \cdot 39 + 0,9 \cdot (0,9 \cdot 11,7 + 9,55) = 94,9 \text{ кВт} .$$

Розрахункова потужність по вводу №1 під час пожежі:

$$P_P = P_{кв.лит} \cdot n + 0,9 \cdot (0,9 \cdot P_{Л.П} + P_{ІТК}) + P_{П.О}$$

де $P_{П.О}$ – споживана потужність пожежного обладнання, кВт;

$P_{Л.П}$ – споживана потужність ліфтів під час пожежі, кВт;

$$P_p = 1,97 \cdot 39 + 0,9 \cdot (0,9 \cdot 11,7 + 9,55) = 94,9 \text{ кВт}.$$

Розрахункова потужність по вводу №2:

$$P_p = P_{кв.пит} \cdot n + 0,9 \cdot P_{ІТК}$$

$$P_p = 1,89 \cdot 45 + 0,9 \cdot 10,0 = 94 \text{ кВт}.$$

Розрахункова потужність по вводу №2 при аварійному режимі на АВР:

$$P_p = P_{кв.пит} \cdot n + 0,9 \cdot (P_{Л.П} + P_{ІТК})$$

$$P_p = 1,89 \cdot 45 + 0,9 \cdot (6,7 + 10) = 100,1 \text{ кВт}.$$

Розрахункова потужність АВР у робочому режимі:

$$P_p = P_{осв} + 0,9 \cdot P_{Л}$$

де $P_{осв}$ – споживана потужність аварійного освітлення, кВт

$$P_p = 1,83 + 0,9 \cdot 11,7 = 12,4 \text{ кВт},$$

Розрахункова потужність АВР під час пожежі:

$$P_p = P_{осв} + P_{Л}$$

$$P_p = 1,83 + 6,7 = 8,5 \text{ кВт}$$

Розрахункова потужність при аварії на кабелі живлення [1]:

$$P_p = P_{кв.пит} \cdot n + 0,9 \cdot (0,9 \cdot P_{Л} + P_{ІТК})$$

$$P_p = 1,58 \cdot 84 + 0,9 \cdot (0,9 \cdot 11,7 + 19,55) = 159,8 \text{ кВт}.$$

2.3 Розрахунок числа та кількості трансформаторів ТП

Оскільки частина електроприймачів має І категорію, то приймемо число трансформаторів у ТП $n = 2$ з коефіцієнтом завантаження $k_3 = 0,7$ [1].

Зробимо орієнтовний вибір числа та потужності трансформаторів за питомою щільністю навантаження:

$$\sigma_H = \frac{S_{НАВ}}{F}, \frac{\text{кВА}}{\text{М}^2}$$

де $S_{НАВ}$ – 536,8 кВА – розрахункове навантаження;

$F = 19048 \text{ м}^2$ – площа всіх поверхів.

$$\sigma_H = \frac{536,8}{19048} = 0,0282 \frac{\text{кВА}}{\text{м}^2}$$

Виходячи з питомої щільності навантаження, одинична потужність трансформаторів, що встановлюються, буде перебувати в діапазоні 1000...1600 кВА [1]. Проведемо вибір трансформаторів для ТП [13]. Розрахункова номінальна потужність трансформатора:

$$S_{T.HOM.розр} = \frac{S_{HAB}}{n \cdot k_3}, \text{кВА}$$

де $n = 2$ – кількість трансформаторів на ТП [13];

$k_3 = 0,7$ – коефіцієнт завантаження трансформаторів [13].

Приймається герметичний масляний трансформатор серії *ТМГ* класу напруги до 35 кВ потужністю 400 кВА (таблиця 2).

Таблиця 2.2 – Вибір трансформаторів.

Найменування	S_{HAB} , кВА	$S_{T.HOM.розр}$, кВА	$S_{T.HOM}$, кВА	Тип трансформатора	Втрати ХХ, Вт	Втрати КЗ, Вт	Струм ХХ, %	Струм КЗ, %
Житловий будинок	536.8	383.4	400	ТМГ – 400 10 / 0,4	870	5600	4.5	1.2

2.4 Розрахунок кабельних ліній

Виконаємо розрахунок для двох кабельних ліній: від підстанції 110/10 кВ до ТП, що живить будинок (відстань 1,6 км) та від ТП до електрощитової (відстань 0,06 км).

Визначимо розрахунковий струм в лінії:

$$I_{розр} = \frac{S_{HAB}}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}},$$

$$I_{розр.ПС-ТП} = \frac{383,4}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 18,5 \text{ А},$$

$$I_{розр.ТП-ЕЩ} = \frac{383,4}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,4} = 276,7 \text{ А},$$

Визначимо струм у лінії при аварійному режимі:

$$I_{АР} = \frac{S_{НАВ}}{(n-1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}};$$

$$I_{АР.ПС-ТП} = \frac{383,4}{(2-1) \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 36,9 \text{ А}$$

$$I_{АР.ТП-ЕЩ} = \frac{383,4}{(2-1) \cdot \sqrt{3} \cdot 0,4} = 553,4 \text{ А}$$

Визначимо тривало допустиме струмове навантаження:

$$I_{ДОП} = \frac{I_{АР}}{k_{ПЕР} \cdot k_{СН} \cdot k};$$

де $k_{ПЕР} = 1,13$ – коефіцієнт перевантаження

$k_{СН} = 0,93$ – коефіцієнт зниження

k – поправочний коефіцієнт на кількість працюючих кабелів, що лежать поряд у землі

$$I_{ДОП.ПС-ТП} = \frac{36,9}{1,13 \cdot 0,93 \cdot 0,92} = 38,2 \text{ А}$$

$$I_{ДОП.ТП-ЕЩ} = \frac{553,4}{1,13 \cdot 0,93 \cdot 0,92} = 572,4 \text{ А}$$

З отриманого значення тривало допустимого струму, виберемо кабель потрібного перерізу (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Вибір КЛ

Ділянка	$S_{НАВ}$, кВА	n	$I_{розр}$, А	$I_{АР}$, А	$I_{ДОП}$, А	Кабель
Підстанція 110/10 кВ ТП	383.4	2	18.5	36.9	38.2	ПвБП – 3×10
ТП-ЕЩ	383.4	2	276.7	553.4	572.4	ПвБбШв – 3×240

Перевіримо вибрані кабельні лінії по втраті напруги.

У нормальному та аварійному режимах втрата напруги визначається за формулами і заноситься до таблиці 2.4:

$$\Delta U_H = \sqrt{3} \cdot I_{розр.} \cdot \frac{l_{ПС-ТП}}{1000} \cdot (r_{num} \cdot \cos \varphi + x_{num} \cdot \sin \varphi)$$

$$\Delta U_{AP} = \sqrt{3} \cdot I_{AP} \cdot \frac{l_{ТП-ЕЩ}}{1000} \cdot (r_{num} \cdot \cos \varphi + x_{num} \cdot \sin \varphi)$$

де r_{num} – питомий активний опір кабелю. Приймаємо:

$$r_{num.ПС-ТП} = 0,195 \text{ Ом / км}$$

$$r_{num.ТП-ЕЩ} = 0,154 \text{ Ом / км}$$

де x_{num} – питомий реактивний опір кабелю. Приймаємо:

$$x_{num.ПС-ТП} = 0,078 \text{ Ом / км}$$

$$x_{num.ТП-ЕЩ} = 0,076 \text{ Ом / км}$$

$$\Delta U_{H.ПС-ТП} = \sqrt{3} \cdot 18,5 \cdot \frac{1600}{1000} \cdot (0,195 \cdot 0,9 + 0,078 \cdot 0,436) = 8,8 \text{ В}$$

$$\Delta U_{H.ТП-ЕЩ} = \sqrt{3} \cdot 276,7 \cdot \frac{60}{1000} \cdot (0,154 \cdot 0,9 + 0,076 \cdot 0,436) = 5,32 \text{ В}$$

$$\Delta U_{AP.ПС-ТП} = \sqrt{3} \cdot 36,9 \cdot \frac{1600}{1000} \cdot (0,195 \cdot 0,9 + 0,078 \cdot 0,436) = 15,7 \text{ В}$$

$$\Delta U_{AP.ТП-ЕЩ} = \sqrt{3} \cdot 553,4 \cdot \frac{60}{1000} \cdot (0,154 \cdot 0,9 + 0,076 \cdot 0,436) = 12,1 \text{ В}$$

Таблиця 2.4 – Втрати напруги у кабельних лініях

Ділянка	$I_{розр.},$ А	$I_{AP},$ А	$L,$ м	$r_{num},$ Ом / км	$x_{num},$ Ом / км	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	$\Delta U_H,$ В	$\Delta U_{AP},$ В
ПС-ТП	18.5	36.9	1600	0.195	0.078	0.90	0.436	8.8	15.7
ТП-ЕЩ	276.7	553.4	60	0.154	0.076	0.90	0.436	5.32	12.1

Розрахунки, результати яких наведені в таблиці 2,4, показують, що в нормальному режимі втрати напруги в мережі 10 кВ не перевищують 2,8% , а в мережі 0,4 кВ – 8,7% , що відповідає прийнятим нормативам [1].

2.5 Специфікація обладнання

Специфікацію обладнання, виробів та матеріалів наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Специфікація обладнання, виробів та матеріалів. Секція №1.

Позначення	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа	Од. вимір.	К-сть
1. Силове електрообладнання				
1	2	3	4	5
ВРП-1	Ввідно-розподільний пристрій (у відповідност до схеми)	Індивідуальне виготовлення	Комплект	1
ВРП-2	Ввідно-розподільний пристрій (у відповідност до схеми)	Індивідуальне виготовлення	Комплект	1
ВРП-ІТП	Ввідно-розподільний пристрій (у відповідност до схеми)	Індивідуальне виготовлення	Комплект	1
ВРП-ДУ	Ввідно-розподільний пристрій (у відповідност до схеми)	Індивідуальне виготовлення	Комплект	2
ЩП	Щит поверховий обліково-розподільчий на 5 квартир, вбудованого типу	Індивідуальне виготовлення	Комплект	16
	1) корпус 1520×1381×187	УЕРВ ПІК 2.0-5 з ТБ ЩП	Шт.	1
	2) вимикач навантаження двополюсний 230В, 1P + N, I _n = 63А	<i>ВН – 63 2P 63А</i>	Шт.	5
	3) автоматичний вимикач диференціального струму 230В, 1P + N, 50А/30мА із захисною характеристикою С	<i>АВДТ63 С50, 50А, 100 мА</i>	Шт.	5
	4) лічильник однофазний активної енергії 5 – 60А, кл.1	ЦЭ6807Б-У К1.0 220В (5-60А) М6Р5.1	Шт.	5
ЩП	Щит поверховий обліково-розподільний на 4 квартири, вбудованого типу (На схемі ЩЕ1)	Індивідуальне виготовлення	Комплект	16
ЩП	Щит поверховий обліково-розподільчий на 2 квартири, вбудованого типу (На схемі ЩП1.1, ЩП1.2,	Індивідуальне виготовлення	Комплект	3
ЩП	Щит поверховий обліково-розподільний на 1 квартиру, вбудованого типу (На схемі ЩП1)	Індивідуальне виготовлення	Комплект	1

продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5
ЩК	Щиток квартирний розподільний навісний (На схемі ЩК1) що складається із:	Індивідуальне виготовлення	Комплект	34
	1) корпус розподільного щита модульний, пластиковий, навісний, IP41, однорядний розміром 256×200×95 на 18 модулів з N та PE шинами	<i>ЩРН – П – 18 IP41</i>	Шт.	1
	2) на вводі: вимикач навантаження двополюсний 230В, 1Р + N, $I_n = 63A$	<i>ВН – 63 2Р 63А</i>	Шт.	1
	3) на відходящих лініях:			
	3.1) автоматичний вимикач однополюсний 230В, 1Р, $I_n = 10A$, із захисною характеристикою В	<i>ВН47 – 29 1Р 16А х – ка С</i>	Шт.	5
	3.2) автоматичний вимикач однополюсний 230В, 1Р, $I_n = 16A$, із захисною характеристикою С	<i>ВН47 – 29 1Р 16А х – ка С</i>	Шт.	5
	3.3) автоматичний вимикач диференціального струму 230В 1Р + N, 50А / 30мА із захисною характеристикою С	<i>АВДТ63 С 40А / 30мА</i>	Шт.	5
3.4) автоматичний вимикач двополюсний 230В, 2Р, $I_n = 40A$, із захисною характеристикою С	<i>ВН47 – 29 1Р 16А х – ка С</i>	Шт.	5	
ЩК	Щиток квартирний розподільний навісний (На схемі ЩК2)	Індивідуальне виготовлення	Комплект	2
ПД1-ДК, ПД7-ДК	Шафа керування вентилятором, 400В, $P_v = 2,2 \text{ кВт}$	<i>ШУВ 5141 – 2874 – 31У4</i>	Шт.	1
ЩР1	Щиток силовий обліково-розподільний навісний (На схемі ЩР1) що складається з:	Індивідуальне виготовлення	Комплект	2
	1) корпус щита обліку та розподілення, металевий, для однофазного лічильника, навісний, IP31, розміром 400х300х140 с монтажною панеллю під лічильник на 12 модулів	<i>ЩОРн 1/12 IP31</i>	Шт.	1

продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5
ЩР1	2) автоматичний вимикач однополюсний 230В, 1Р, $I_n = 25А$, із захисною характеристикою С	<i>ВН47 – 29 1Р</i> <i>25А х – ка С</i>	Шт.	1
	3) на відходящих лініях встановлюються:			
	3.1) автоматичний вимикач однополюсний 230В, 1Р, $I_n=16А$, із захисною характеристикою С	<i>ВН47 – 29 1Р</i> <i>16А х – ка С</i>	Шт.	4
	3.2) автоматичний вимикач диференціального струму 230В, 1Р + N, 16А / 30мА із захисною характеристикою С	<i>АД – 12 С</i> <i>16А / 30мА</i>	Шт.	1
	4) нульова шина в корпусі, 125 А	2×15	Шт.	1
	5) лічильник однофазний активної енергії 5–60 А, кл. 1	Меркурій 200.02	Шт.	1
ЩР2	Щиток силовий обліково-розподільний навісний (На схемі ЩР2)	Індивідуальне виготовлення	Комплект	1
ЩВ1	Щиток силовий розподільний навісний (На схемі ЩВ1) що складається з:	Індивідуальне виготовлення	Комплект	1
	1) корпус щита обліку та розподілу, металевий, навісний, ІР31, розміром 350х300х120 на 48 модулів	<i>ЩРН – 48 ІР31</i>	Шт.	1
	2) на вводі: вимикач навантаження триполюсний 400В, 3Р, $I_n = 25А$	<i>ВН – 63 3Р 25А</i>	Шт.	1
	3) на відходящих лініях встановлюються:			
	3.1) автоматичний вимикач триполюсний 400В, 3Р, $I_n = 6А$, із захисною характеристикою С	<i>ВН47 – 29 3Р</i> <i>6А х – ка С</i>	Шт.	2
	3.2) автоматичний вимикач однополюсний 400В, 1Р, $I_n = 6А$, із захисною характеристикою С	<i>ВН47 – 29 1Р</i> <i>6А х – ка С</i>	Шт.	11
ЩВ1	Щиток силовий розподільний навісний (На схемі ЩВ2)	Індивідуальне виготовлення	Комплект	1
ЯРЗ	Ящик з рубильником та запобіжниками 400 / 230В ІР54 $I_{уст} = 100А$	<i>ЯРП – 100А 74 У1 ІР54</i>	Шт.	1
	Запобіжник плавкий типу gG, що встановлюються в ЯРЗ	<i>ППНІ – 33 заб. 00С, 40А</i>	Шт.	3

продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5
ЯРЗ	Транзитний короб	ТК ЩЕ ПК2.0	Шт.	74
	Гільза	ГК – 4	Шт.	74
2. Електроустановлювальні вироби				
ЯТП	Ящик з понижувальним трансформатором	ЯТП 0,25 кВА 220 / 36В	Шт.	6
	Розетка одномісна з кришкою для відкритої установки із заземлюючим контактом, 16А, 250В, IP54	РА16 – 04 4В	Шт.	17
	Вимикач одноклавішний для відкритої установки, 10А, 220В, IP44	ВА10 – 04 1В	Шт.	17
	Перемикач одноклавішний для відкритої установки, 10А, 220В, IP44	ВА10 – 04 6В	Шт.	6
SA	Перемикач кулачковий 400В, 3Р, I _n = 25А, IP54	ПКП25 – 13 / К 25А	Шт.	37
SA – 1,3аН, SA – ПД4	Перемикач кулачковий 400В, 3Р, I _n = 32А, IP54	ПКП32 – 13 / К 32А	Шт.	4
3. Освітлення				
	Фотореле 1,1 кВ	ФР 601	Шт.	2
	Загороджувальне світло 30 – 265V, АС / DC, IP65 м	ЗОМ – 1	Шт.	8
	Трубостійка для загороджувальний вогнів 1000 мм	–	Шт.	4
	Тримач для двох загороджувальних вогнів 30М	–	Шт.	4
	Освітлення входів у під'їзди:			
	1) Профіль алюмінієвий, L = 2 м	SL-LINE-7477-2000 ANO	Шт.	4
	2) Екран для профілю, L = 2 м	SL – W68 – 2000 OPAL	Шт.	4
	3) Заглушка	SL – LINE – 7477	Шт.	8
	4) світлодіодна стрічка, 1200 LED	RTW 2 – 5000SE 24V WARM 2x2	Шт.	16
	5) Блок живлення, 100W, 24V, 4.2A	APRV – 24100 – SLIM – B	Шт.	4
	Світильник світлодіодний 18Вт, 230В, 4000К, 1350Лм, 640мм	ССП – 159	Шт.	293
	Світильник світлодіодний накладний 15Вт IP65	SDSBET – LED – ЖКГ – 0260 – 15W / IP65	Шт.	3
	Світильник для стелі Грильято	ARM – GR – 12W – 10x10 – 4000К	Шт.	87
Драйвер на 6 світильників стелі Грильято	–	Шт.	15	

продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5
	Панель СД кругла RLP-eco 18Вт 220В 4000К 1060Лм 205/225 мм, біла, IP40, In Home	<i>RLP – eco 18Вт</i>	Шт.	192
	Датчик руху інфрачервоний, вбудований	<i>ДД301</i>	Шт.	96
	Датчик руху інфрачервоний	<i>ДД025</i>	Шт.	36
	Світловий показчик «ВИХІД»	<i>V1 – R0 – 70354 – 02A02 – 2000365</i>	Шт.	80
4. Кабельно-провідникова продукція				
	Кабель силовий з ізоляцією та оболонкою з полівінілхлоридних композицій зниженої пожежної небезпеки, перетином:			
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	4042
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	200
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	245
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	1832
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	232
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	245
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	5
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	5
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	1936
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	5
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	75
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	50
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	272
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	408
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	25
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	711
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	25
		<i>ВВГн2 (А) – LS</i>	м.	252
	Кабель силовий вогнестійкий, що не розповсюджує горіння з низьким димо- та газовиділенням, з мідними жилами, перетином:			
		<i>ВВГн2 (А) – FRLS</i>	м.	550
		<i>ВВГн2 (А) – FRLS</i>	м.	121
		<i>ВВГн2 (А) – FRLS</i>	м.	308
		<i>ВВГн2 (А) – FRLS</i>	м.	20
		<i>ВВГн2 (А) – FRLS</i>	м.	46

		<i>BBΓ_{н2}(A) – FRLS</i>	м.	3774
продовження таблиці 2.5				
1	2	3	4	5
		<i>BBΓ_{н2}(A) – FRLS</i>	м.	17
		<i>BBΓ_{н2}(A) – FRLS</i>	м.	520
		<i>BBΓ_{н2}(A) – FRLS</i>	м.	25
		<i>BBΓ_{н2}(A) – FRLS</i>	м.	25
		<i>BBΓ_{н2}(A) – FRLS</i>	м.	1440
5. Труби				
		<i>CTR10 – 020 – K02 – 100 – 1</i>	м.	230
		–	м.	1269
		–	м.	90
		–	м.	382
		–	м.	120
6. Монтажні матеріали				
		–	м.	15
		–	м.	18
		–	м.	15
		–	м.	21
		–	шт.	31
		–	шт.	3
		–	шт.	3
		–	шт.	4
		–	шт.	5
		–	м.	15
		–	м.	18
		–	м.	15
		–	м.	21
		–	м.	81
		–	шт.	29
		–	шт.	14
		–	шт.	28
		–	шт.	142
		–	шт.	142
		–	шт.	284
		–	шт.	242

продовження таблиці 2.5

1		3	4	5
		10131	шт.	
		<i>КМ 41234</i>	шт.	
		<i>У859М</i>	шт.	
		<i>У733М</i>	шт.	
			м/кг	700/ 1099
			м/кг	1292/ 797
7. Захисні засоби з техніки безпеки				
		МІН-2	шт.	2
		–	шт.	4
		–	шт.	4
		–	шт.	12
		0-12	шт.	2
		ВВК-1,4 (ОУ-2)	шт.	2
		–	шт.	2
		–	шт.	2
		–	шт.	4
8. Електроустаткування квартир				
		<i>Пкб27 – 04 – К01</i>	шт.	810
		КЛЛ	шт.	810
		<i>КСП3 – L + N + PE</i>	шт.	842
		<i>КСП4 – 2L + N + PE</i>	шт.	672
		<i>ЗКГ – 10</i>	шт.	471
		<i>ЗКГ – 60</i>	шт.	436
		<i>Varton, 16 Вт</i>	шт.	251
		–	шт.	218
		<i>ШУДП У4</i>	шт.	251
		<i>GLS000111</i>	шт.	151

продовження таблиці 2.5

1		3	4	5
		<i>GLS000151</i>	шт.	556
		<i>GLS000017</i>	шт.	65
		<i>GLS000165</i>	шт.	102
		<i>GLS000142</i>	шт.	101
		<i>GLS000145</i>	шт.	3272
		<i>GLS000146</i>	шт.	474
		<i>GLS000101</i>	шт.	2992
		<i>GLS000102</i>	шт.	864
		<i>КМ 41004</i>	шт.	1520
		<i>КМ 40002</i>	шт.	3962
		<i>КМ 43001</i>	шт.	1330
		10131	шт.	1363
9. Кабель силовий з ізоляцією та оболонкою з полівінілхлоридних композицій зниженої пожежної небезпеки, перетином:				
	3×1, 5–0, 66	<i>ВВГнг2(А)–LS</i>	м.	7702
		<i>ВВГнг2(А)–LS</i>	м.	24190
		<i>ВВГнг2(А)–LS</i>	м.	2110
		<i>ВВГнг2(А)–LS</i>	м.	2265
		<i>ВВГнг2(А)–LS</i>	м.	2608
		<i>СТР10–020–R02–100–1</i>	м	2246
		<i>СТР10–032–R02–100–1</i>	м.	102

2.6 Електрощитова та приміщення засобів зв'язку

У електрощитовій розташовується силове обладнання системи електропостачання багатоквартирного будинку. Це ВРП (ввідні панелі, шафи керування), розподільні пункти, щити керування електроприводами ІТК.

У приміщенні засобів зв'язку розташовані щит засобів зв'язку, щиток обліково-розподільний, щит автоматизованої системи контролю та обліку електроенергії, шафа оперативної мережі передачі даних, шафа автоматизованої системи управління та диспетчеризації інженерним обладнанням.

Схема підключення електрообладнання до електрощитової та приміщення засобів зв'язку показана на рис. 2.1. Через ввід №1 та №2 підводиться напруга 0,4 кВ на ввідні панелі ВП-1 та ВП-2 ВРП. Потім електроенергія рівномірно розподіляється по фазах та електроприймачах на групи за допомогою розподільчих пунктів.

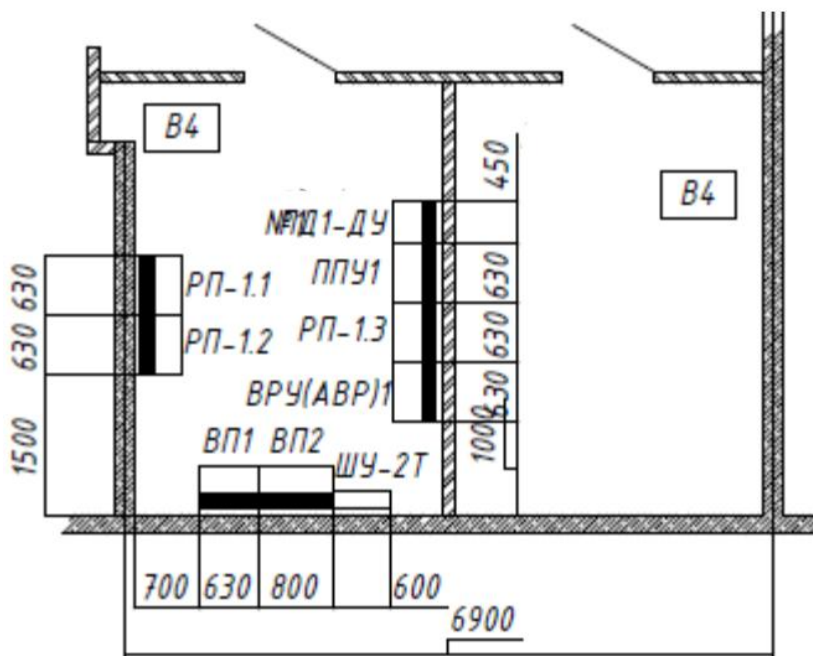


Рисунок 2.1 – План розміщення обладнання в електрощитовій

Типи розміщеного електрообладнання представлені в таблиці 2.5. Однією з вимог, що висуваються до приміщення електрощитової – це неможливість

виходу полум'я за її територію у разі виникнення пожежі [1]. Для цього застосовуються різні протипожежні заходи: кабелі та проводи з негорючою ізоляцією, оздоблення приміщення негорючими матеріалами, протипожежні двері. З електрощитової є кілька точок виходу до ВРП ІТП та поверхових щитків. Необхідна наявність робочого, ремонтного та резервного освітлення (рис. 2.2). Рівень освітленості має становити 200 лк. Для виконання ремонтних робіт та обслуговування потрібне встановлення розетки з напругою не більше 50В.

У електрощитовій встановлюється головна заземлююча шину ГЗШ (сталева смуга 40x5 перетином 200 мм², виходячи з перерізу живильного вступного кабелю 240 мм²). Такою самою смугою виконую магістральний контур по периметру електрощитової по стіні (рис. 2.3). До цього контуру мідним проводом 16 мм² приєднуються (занулюються) корпуси електричних щитів та металеві двері, розміщені в електрощитовій.

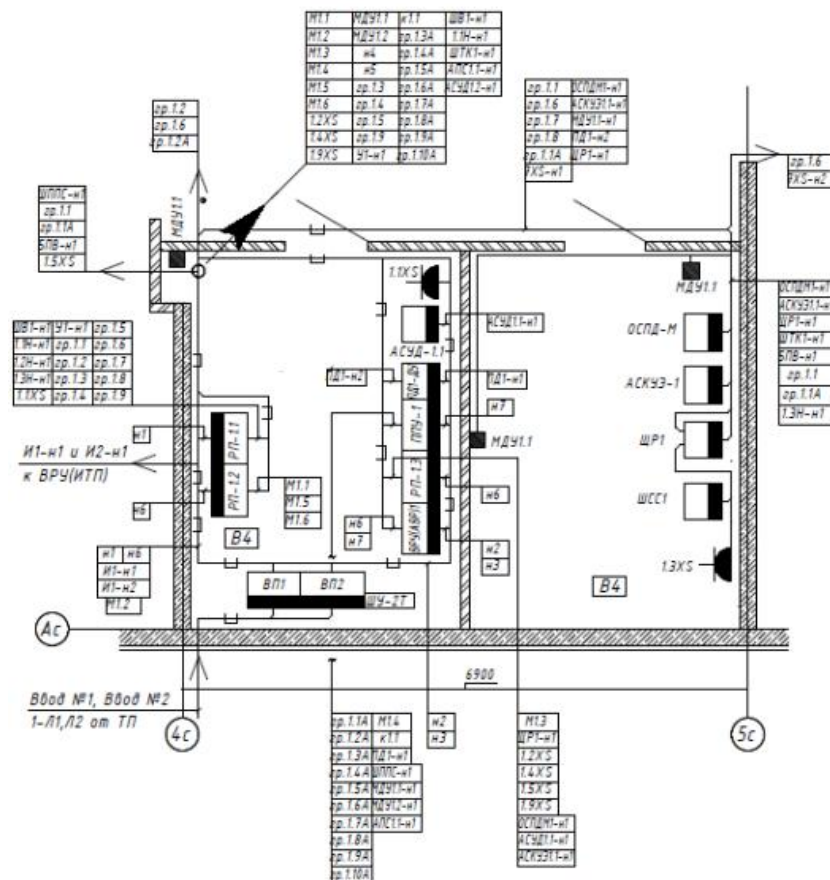


Рисунок 2.2 – Схема підключення електрообладнання до електрощитової та приміщення засобів зв'язку.

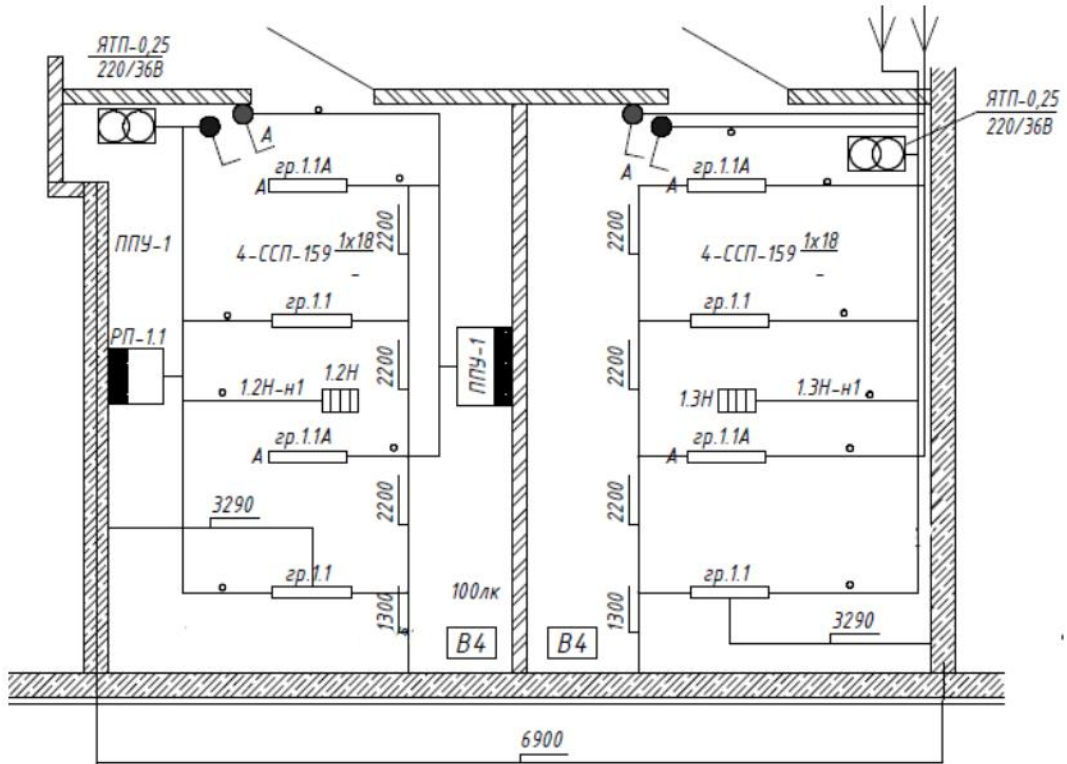


Рисунок 2.3 – Схема розташування освітлення електрообладнання в електрощитовій

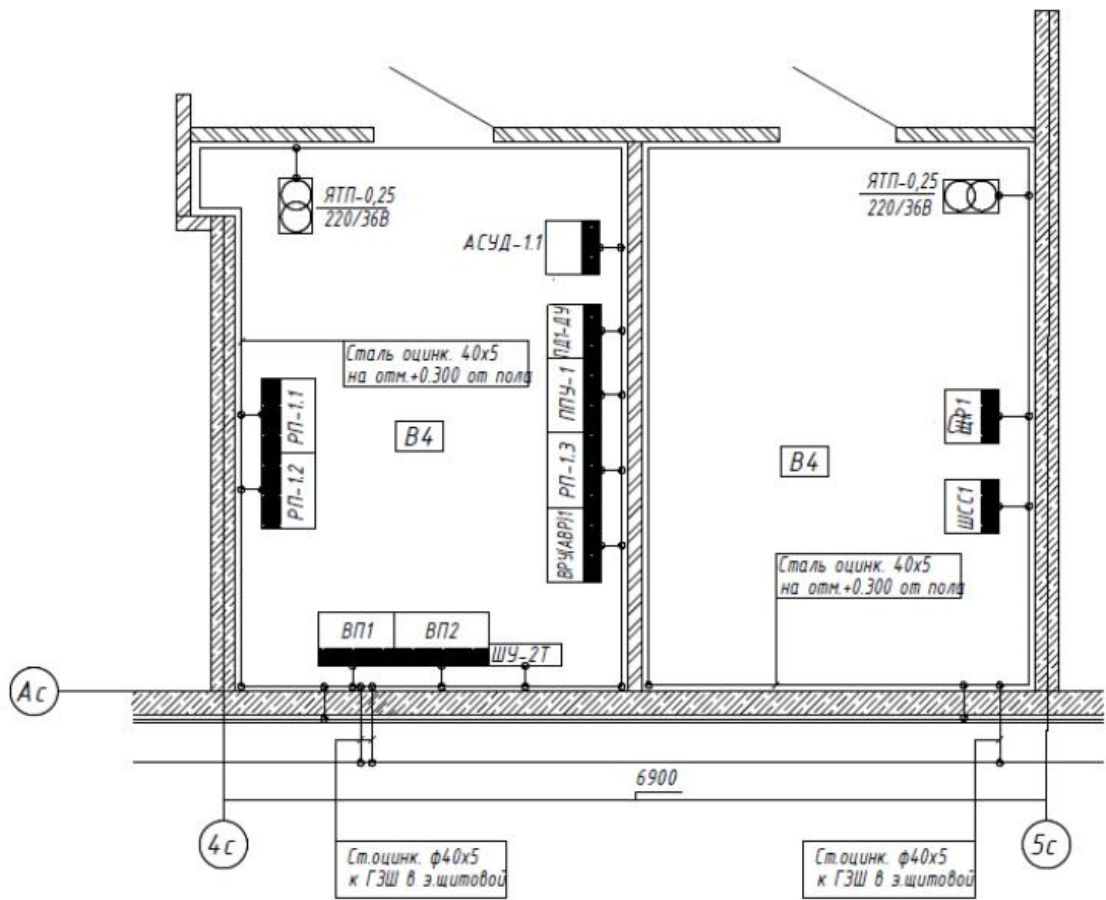


Рисунок 2.4 – Заземлення електрощитової та приміщення СС

2.7 Висновки до розділу 2

У цьому розділі виконано розрахунок електричних навантажень за секціями будинку. Для секції №1 сумарне навантаження склало 373,1 *кВт* при робочому струмі 549,5 *А*, для секції №2 - навантаження склало 152,9 *кВт* при струмі 225,3 *А*. Кількість та потужність трансформаторів для електричної підстанції для живлення даного багатоквартирного будинку визначено методом питомої густини навантажень. Вибрали два трансформатори *ТМГ – 400 / 6 / 0,4*. Розраховано дві кабельні лінії: від головної підстанції 110 / 10 *кВ* до будинкової трансформаторної підстанції та від ТП до електрощитової. Вибрали кабелі *ПвБП – 3×10* та *ПвБбШв – 3×240*. Перевірили кабелі на втрату напруги. Втрати відповідно склали у номінальному режимі 8.8% та 5.32%, що не перевищують 2.8 % для мереж 10 *кВ* та 8.7 % у мережах 0.4 *кВ*. Складено специфікацію обладнання для першої секції будинку.

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Схеми підключення поверхових та розподільних щитів

Принципова електрична схема підключення поверхових щитків на 2 квартири показана на рис. 3.1, схема щитка квартирної (ЩК) для трикімнатних квартир – рис. 3.2.

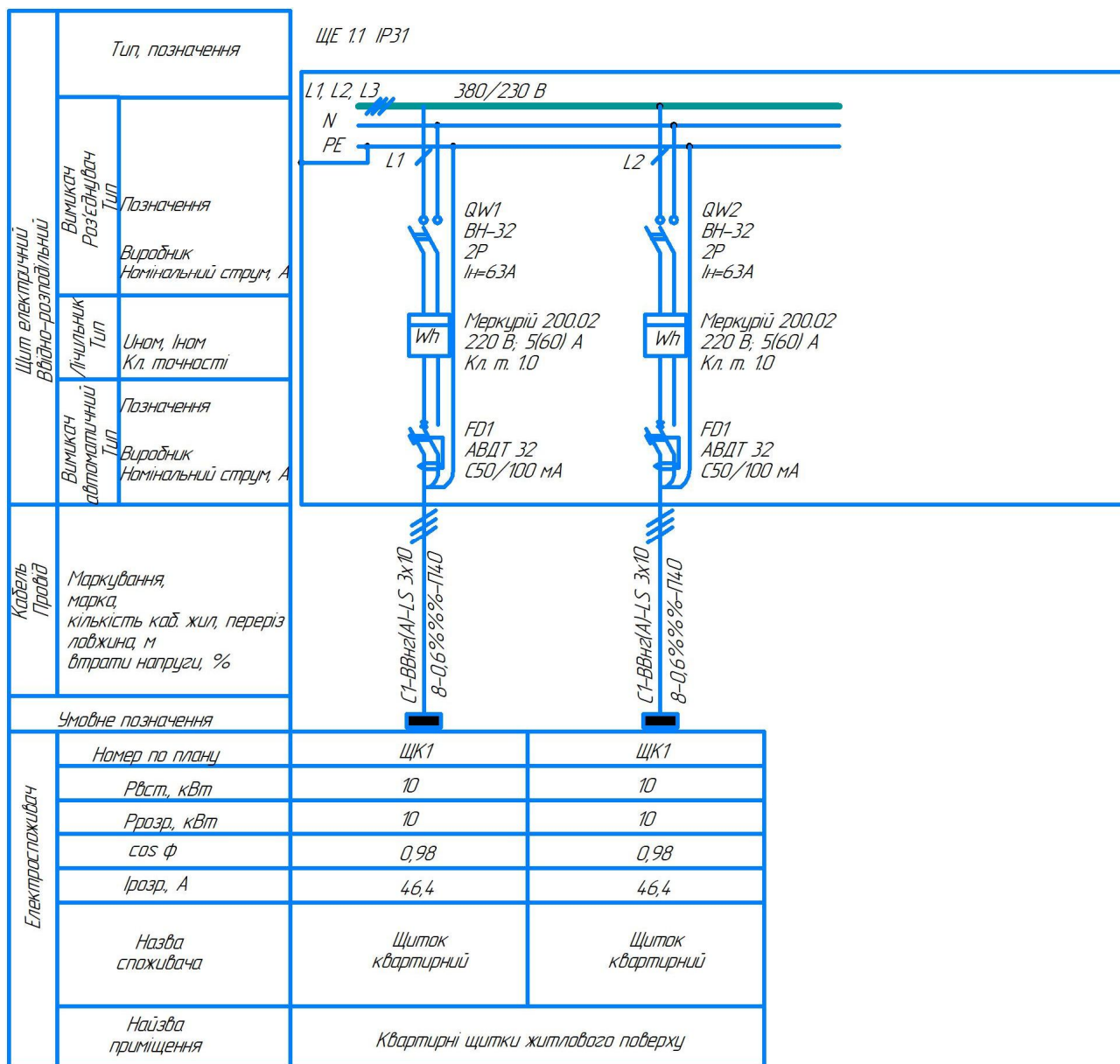


Рисунок 3.1 – Принципова електрична схема підключення поверхових щитків на 2 квартири.

До складу під'їзних щитків, зазвичай, входять лічильники електричної енергії, автоматичні вимикачі і пристрої захисного відключення. Автоматичні вимикачі групуються за кожним колом електроживлення (розетки, освітлення, пральна машина, електроплита). Для рівномірного розподілу навантаження на мережу, кола живлення різних квартир під'єднуються до різних фаз. (рис. 3.4).

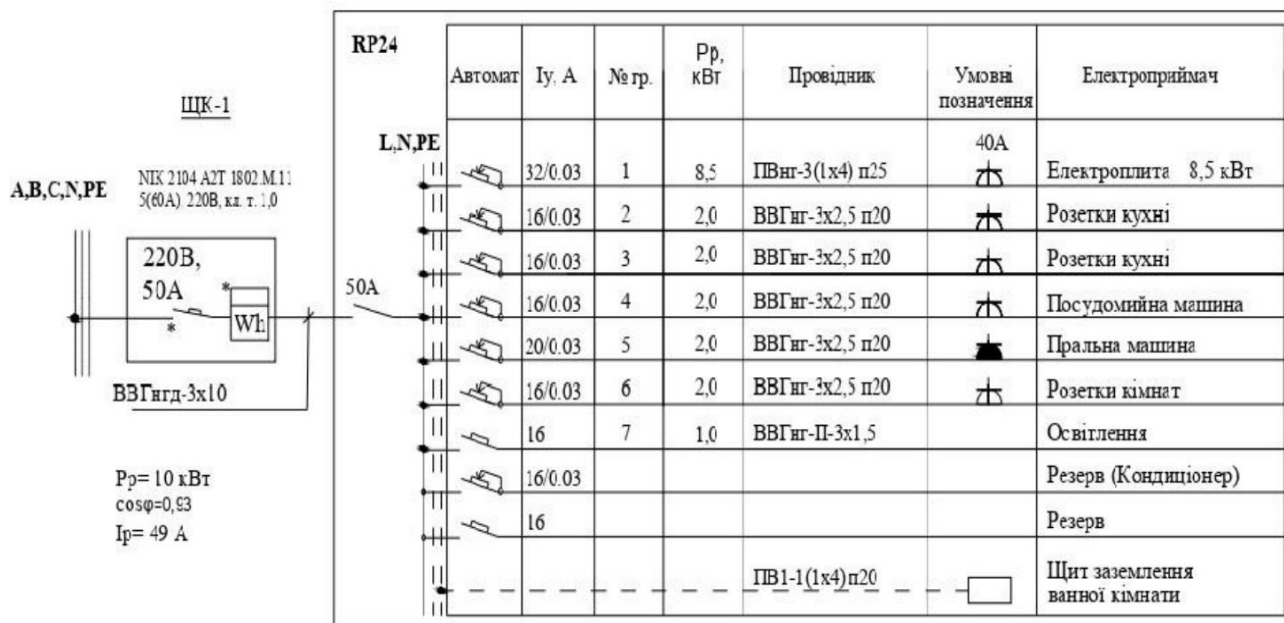


Рисунок 3.2 – Щиток квартирний (ЩК) для одно та двокімнатних квартир

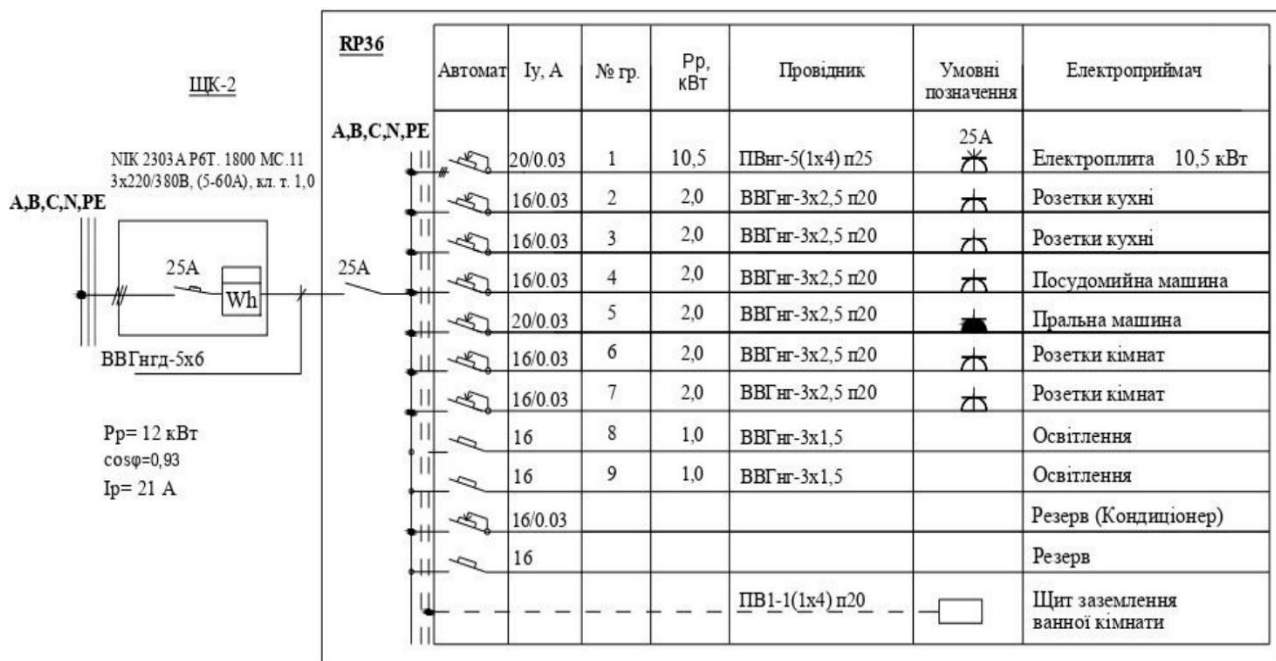


Рисунок 3.3 – Щиток квартирний (ЩК) для трикімнатних квартир

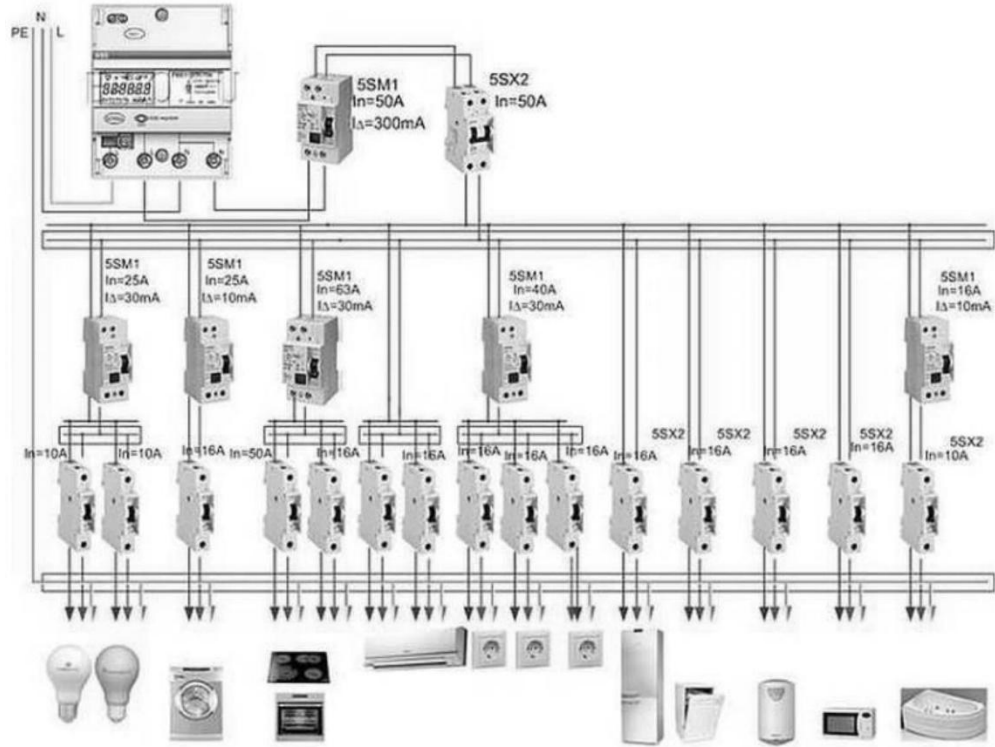


Рисунок 3.4 – Підключення квартирних споживачів до під'їзного щитка

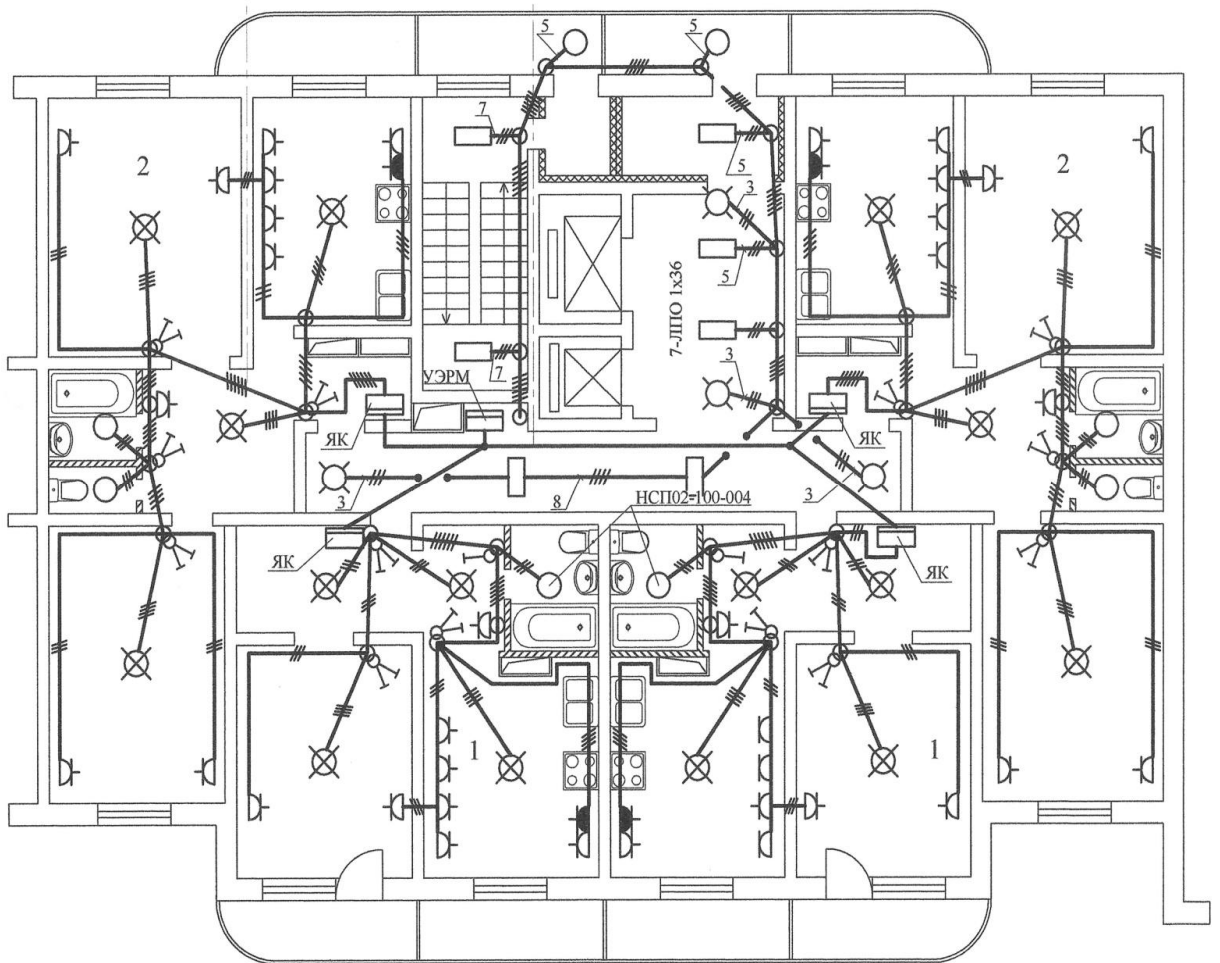


Рисунок 3.5 – Схема електропостачання квартир

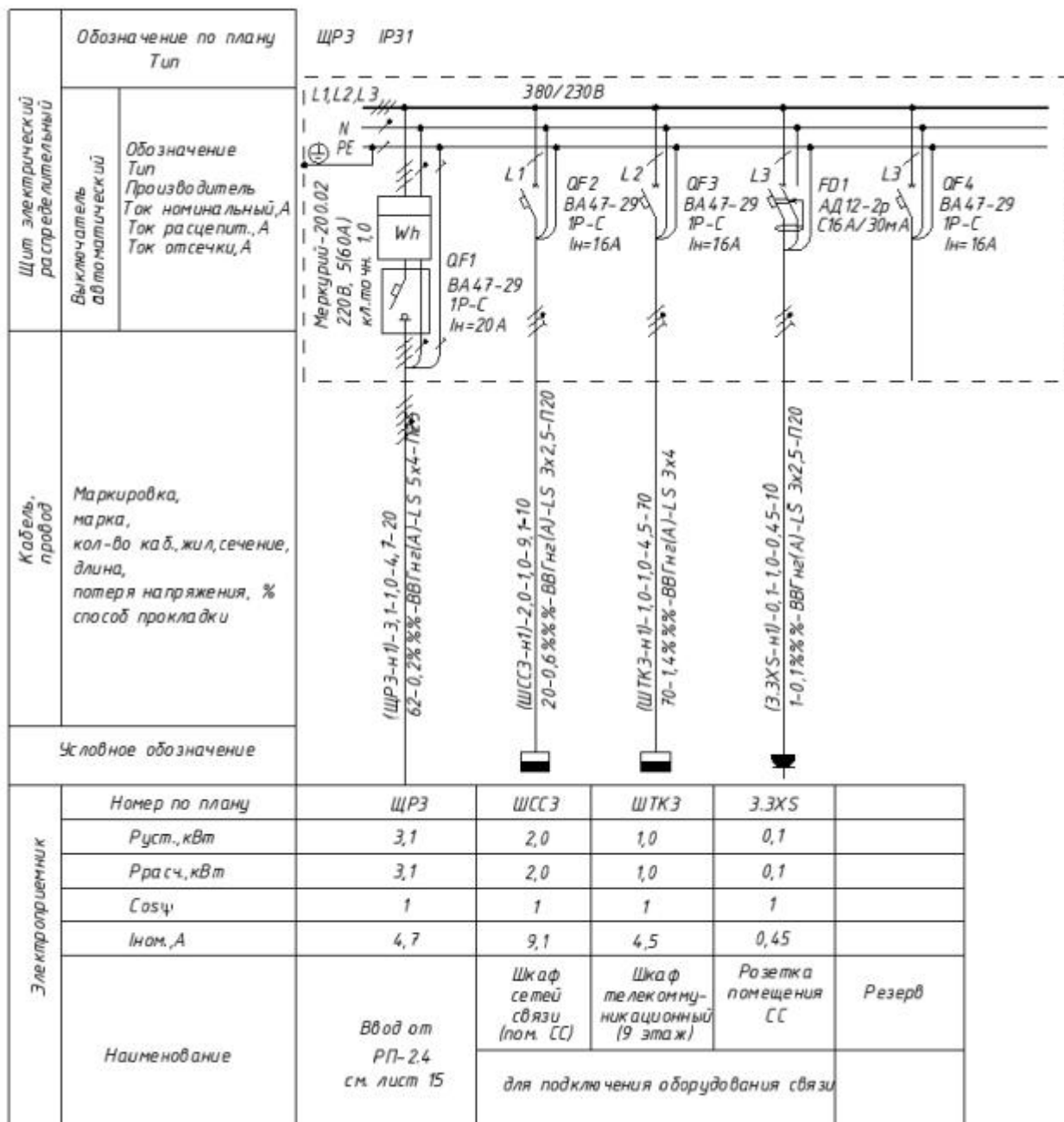


Рисунок 3.6 – Схема электрична принципова розподільчого щита ЩР-3

3.2 Система блискавкозахисту та заземлення

Відповідно до ДСТУ Б В.2.5-38:2008 «Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд», будівля відноситься до III рівня надійності від прямих ударів блискавки [13].

Блискавкоприймачем служить блискавкоприймальна сітка, виконана сталевую катанкою $d = 10 \text{ мм}$, укладена між шарами негорючого утеплювача

покрівлі безрулонної будівлі під шар негорючого утеплювача. Крок сітки трохи більше 10×10 м.

Всі виступаючі над покрівлею елементи: дефлектори, вентилятори та венткороби, телеантена, радіостійка, сходи та огороження покрівлі обладнуються стрижневими блискавкоприймачами з круглої сталі $\varnothing 10$ мм, висотою на 1000 мм вище виступаючої частини, які приєднуються до блискавкоприймача.

Блискавковідводом служить сталеві катанка $d = 10$ мм. Струмівідводи розташовуються вертикально по периметру об'єкта, що захищається таким чином, щоб середня відстань між ними була не більше 20 м.

Струмівідводи прокладаються за вентфасад під шаром негорючого утеплювача і приєднуються до випусків зовнішнього контуру заземлення [13].

Струмівідводи з'єднуються між собою по горизонталі через кожні 20 м (рис. 3.7).

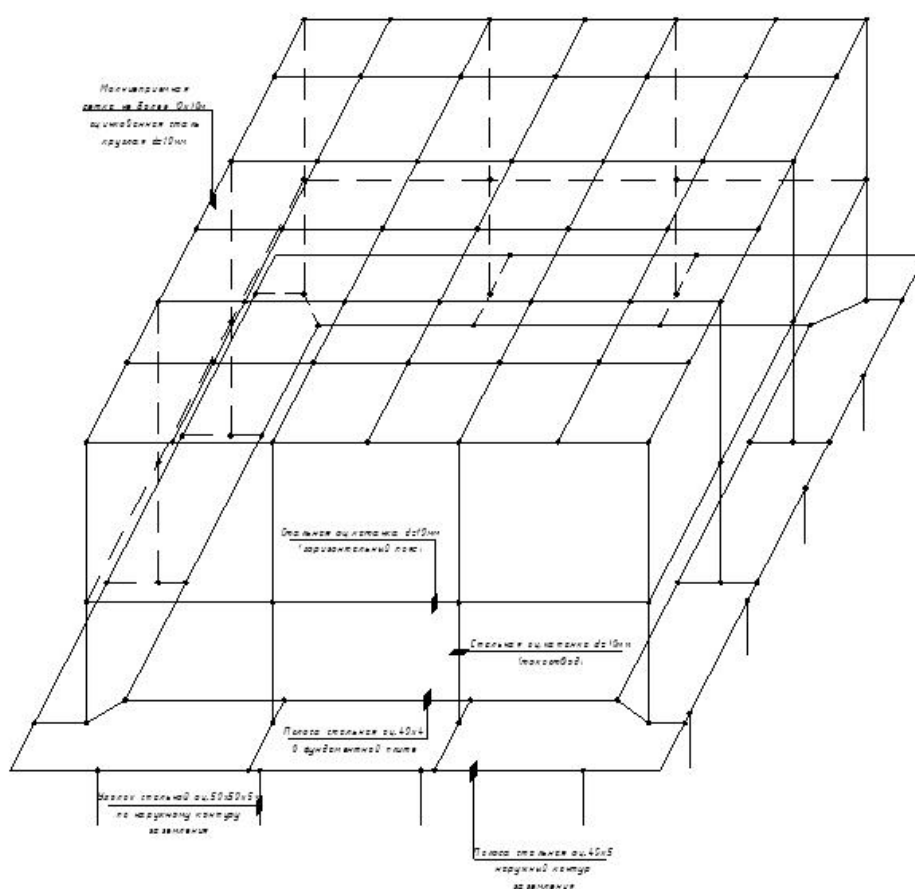


Рисунок 3.7 – Система блискавозахисту будівлі

З'єднання мають бути звареними [13].

Зовнішній контур заземлення прокладається не вище ніж 0,5 м від рівня землі і складається із сталевий смуги 40×5 прокладеної по зовнішньому контуру будівлі, сполученої зі сталевими кутками довжиною $l = 3\text{ м}$ забитими з кроком $l = 5\text{ м}$. Необхідність вертикальних заземлювачів визначається після вимірювання опору струму розтікання електролабораторією.

3.3 Система зрівнювання потенціалів



Рисунок 3.8 – Система зрівнювання потенціалів

Основна система зрівнювання потенціалів повинна задовольняти такі вимоги:

а) система зрівнювання потенціалів повинна бути виконана монтажниками відповідно до ПУЕ вид.7 п.7.1.87, 7.1.88 [3];

б) зовнішній контур заземлення виконати смуговий сталлю $40 \times 5\text{ мм}$. Контур прокладається по периметру будівлі на відстані 1 м від фундаменту та навісів;

в) як головну заземлюючу шину використовувати РЕ-шину ВРП [13]. При кількох відокремлених вводах в будівлю, ГЗШ кожного ввідного пристрою з'єднати провідником зрівнювання потенціалів;

г) переріз РЕ-шини у ввідних пристроях електроустановок будівель і відповідно головна заземляюча шина, приймається згідно ДСТУ Б В.2.5-38:2008;

д) місця для підключення захисних провідників до сторонніх провідних частин повинні зазначатися фахівцями організацій, які здійснюють сантехнічні та інші спеціальні роботи;

е) при використанні для систем водопостачання пластикових труб - виконати металеву вставку для приєднання до основної системи зрівнювання потенціалів;

ж) для виконання основної системи зрівнювання потенціалів, до ГЗШ приєднати [13]:

1) заземлюючий провідник, приєднаний до заземлювача повторного заземлення на введенні до будівлі;

2) металеві труби комунікацій, що входять до будівлі (водопостачання, каналізації, опалення тощо);

3) металеві частини каркасу будівлі;

4) металеві частини централізованих систем вентиляції та кондиціонування;

5) заземлюючий пристрій системи блискавкозахисту;

6) верхні та нижні напрямні ліфтів заземлити;

7) металеві оболонки телекомунікаційних кабелів

Провідні частини, що входять до будівлі ззовні, з'єднати якомога ближче до точки їхнього введення в будівлю.

і) як провідники основної системи зрівнювання потенціалів використати смугу сталеву оцинковану 40×5 мм. З'єднання смуги з провідними частинами виконати за допомогою мідного дроту перерізом 25 мм^2 з ізоляцією жовто-зеленого кольору. Контактні з'єднання в ланцюзі заземлення повинні відповідати класу II згідно з ДСТУ Б В.2.5-38:2008.

Магістралі заземлення та відгалуження від них мають бути доступними для огляду.

3.4 Електроосвітлення

Документ, яким необхідно керуватися при виборі загальнобудинкового освітлення є ДБН В.2.5-28:2018 [14]. Відповідно до цього документу норми освітленості загальнобудинкових приміщень наступні:

- приміщення технічного призначення (машинне відділення ліфту, електрощитова, вентиляційні камери) 30 лк ;
- проходи в технічні приміщення, горища та підвали 10 лк ;
- сходва клітка та під'їзні коридори 10 лк ;
- приміщення перед дверима ліфту 20 лк ;
- шахта ліфту 5 лк .

Вибір типу джерела світла визначається такими основними факторами:

- електричними характеристиками (напругою, потужністю, родом струму, силою струму);
- функціональними світлотехнічними параметрами (світловим потоком, силою світла, колірною температурою, спектральним складом випромінювання);
- стабільністю світлового потоку.

З урахуванням зазначених факторів у освітлювальних установках там, де це можливо, насамперед слід застосовувати газорозрядні лампи високого та низького тиску. Застосування газорозрядних ламп виключається, якщо живлення установки здійснюється від мережі постійного струму або якщо можливе зниження напруги більш ніж 10% від номінального. Необхідність швидкого увімкнення ламп після короткочасного зникнення напруги не дозволяє застосовувати лампи ДРЛ та ДРІ. При температурі навколишнього середовища нижче +5 °С освітлення за допомогою люмінесцентних ламп може виявитися неефективним. Для місцевого освітлення на напрузі 12-42 застосовують лампи розжарювання.

Основна вимога в даному випадку зводиться до розрізнення навколишніх предметів та осіб людей, які працюють у приміщенні, а не до правильної

передачі кольору. Тому в даному випадку при виборі ламп для освітлення вирішальну роль грають їхні показники.

Для електропостачання підвального приміщення будемо використовувати світильники PLI-09-840лм-9Вт-AC12В-А, а для електропостачання сходових прольотів використовуватимемо світильники TN LED 100 4000К

Освітлення сходових майданчиків та входів в житловий будинок керується автоматично від фотореле, яке встановлюється у щиті ВРП (рис. 3.9) і, окрім цього, на проміжних майданчиках передбачено встановлення автоматичних вимикачів типу АВ-01, які обладнані витримкою часу. Фотодатчик встановлюється з внутрішньої сторони віконної рами і захищається екраном від прямого попадання сонячного випромінювання.

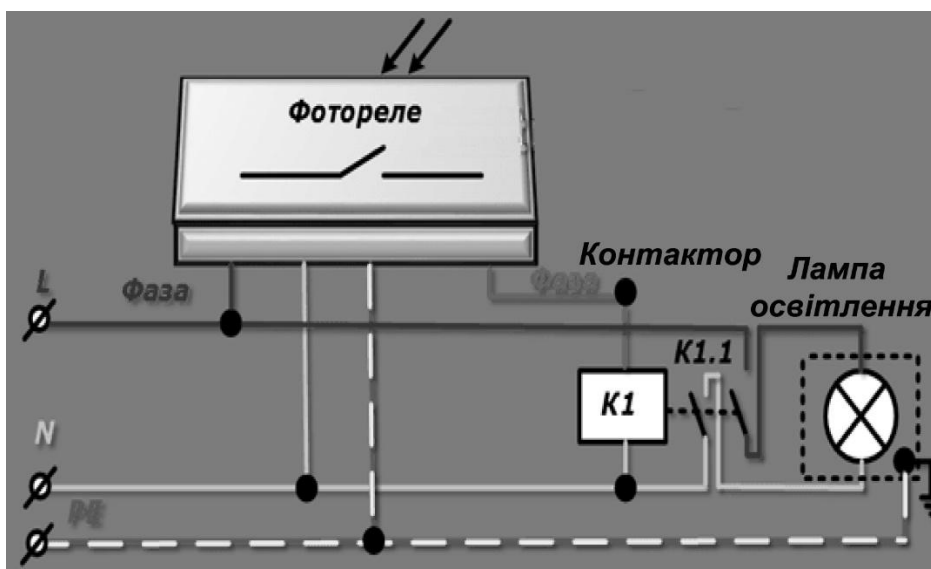


Рисунок 3.9 – Схема підключення ламп під'їздного освітлення через фотореле і контактор.

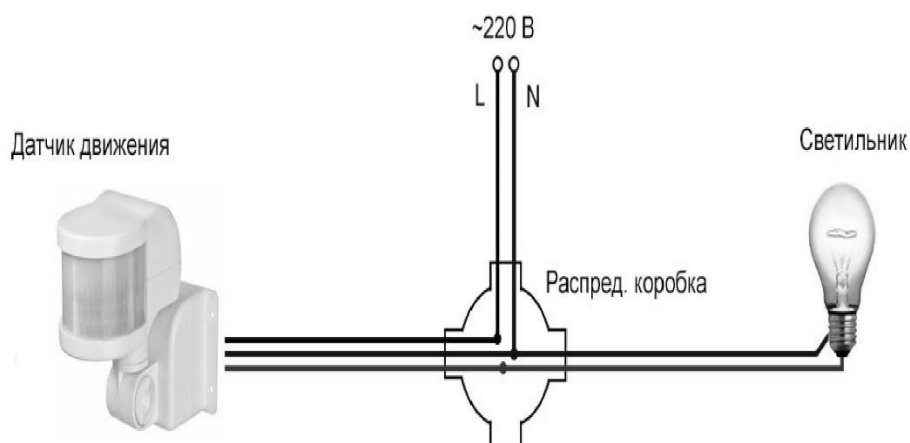


Рисунок 3.10 – Схема підключення світильника з датчиком руху

Додатково для економії електричної енергії використаємо світильники з датчиками руху (рис. 3.10). При застосуванні датчиків руху економія електричної енергії досягається завдяки тому, що світильники вмикаються лише на час перебування людини на сходовій клітці, перед ліфтами, та у інших місцях загального призначення.

Найоптимальнішими за співвідношенням ціна-якість-тривалість експлуатації є світлодіодні світильники.

На сьогоднішній день існує безліч різних модифікацій світильників з індивідуальними датчиками руху, від різних виробників, які мають різні розміри і форму, та призначені для різних умов експлуатації.

3.5 Проектування АСКОЕ

Основне призначення системи АСКОЕ – у розумних інтервалах часу зібрати у центрах управління всі дані про потоки електроенергії на всіх рівнях напруги та обробити отримані дані таким чином, щоб забезпечити складання звітів за спожиту або відпущену електроенергію (потужність), проаналізувати та побудувати прогнози щодо споживання (генерації), Виконати аналіз вартісних показників і, нарешті, - найважливіше - зробити розрахунки за електричну енергію.

Для організації системи АСКОЕ необхідно:

- у точках обліку енергії встановити високоточні засоби обліку - електронні лічильники;
- цифрові сигнали передати так звані «суматори», забезпечені пам'яттю;
- створити систему зв'язку (як правило, останнім часом для цього використовують GSM - зв'язок), що забезпечує подальшу передачу інформації до місцевих (на підприємстві) та на верхні рівні;
- організувати та оснастити центри обробки інформації сучасними комп'ютерами та програмним забезпеченням.

Структурна схема організації АСКОЕ показано рис 3.11. У ньому можна назвати кілька окремих основних рівнів.

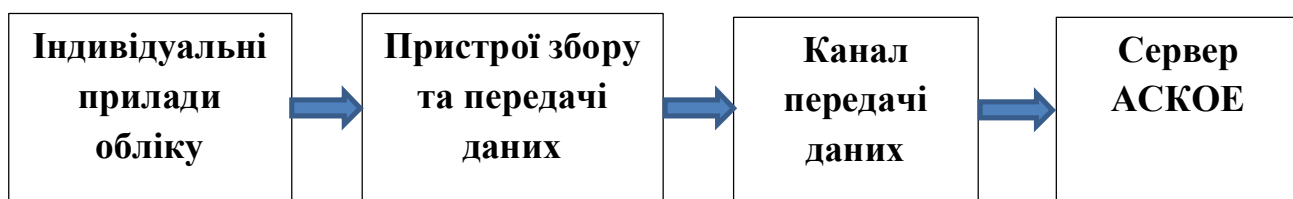


Рисунок 3.11 – Структурна схема АСКОЕ

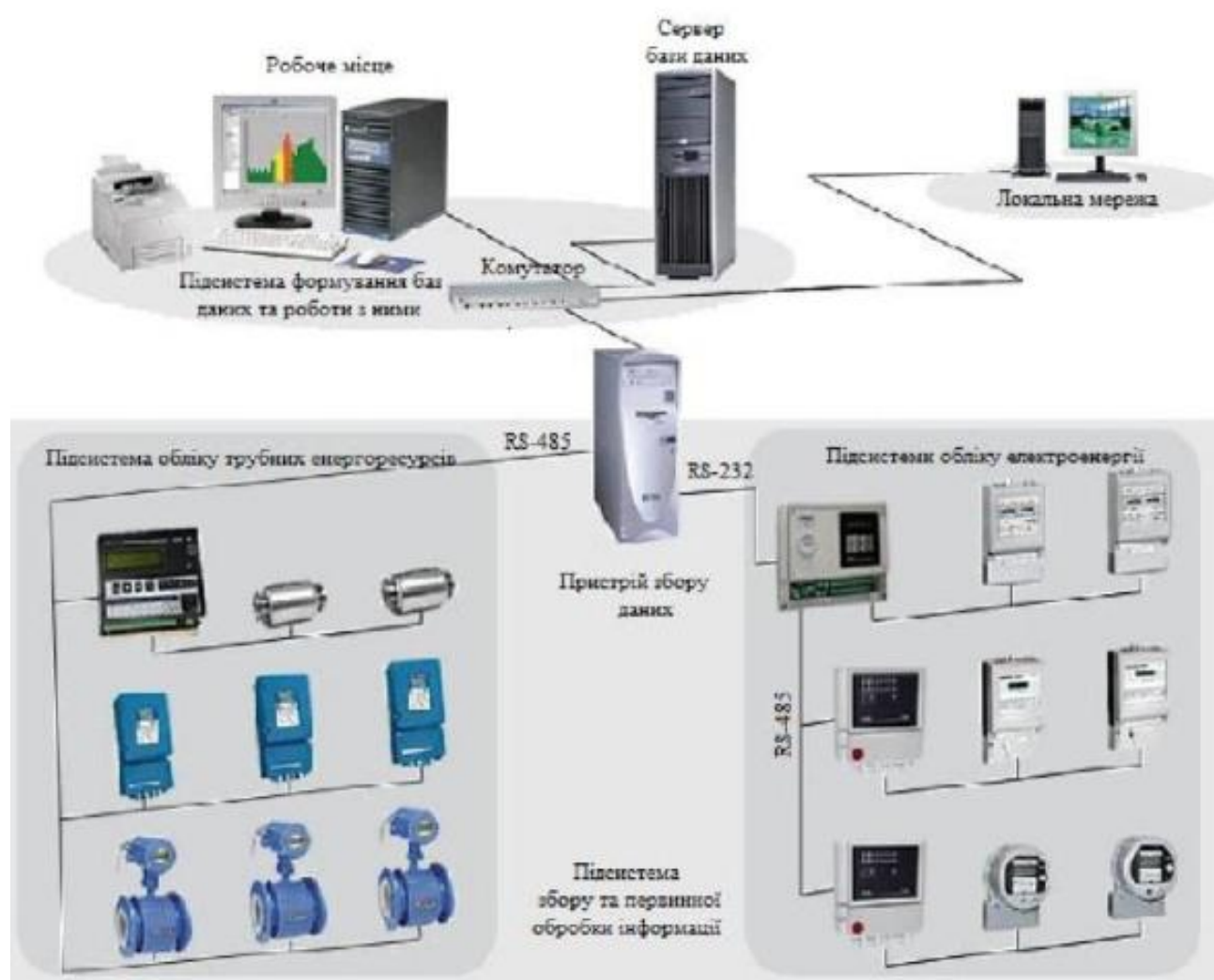


Рисунок 3.12 – Схема АСКОЕ

Рівень перший – рівень збору інформації

Елементами цього рівня є електролічильники та різні пристрої, що вимірюють параметри системи. В якості таких пристроїв можуть застосовуватися різні датчики як вихід для підключення інтерфейсу RS-485, так і датчики, підключені до системи через спеціальні аналого-цифрові перетворювачі.

У системах АСКОЕ для з'єднання датчиків із контролерами застосовують інтерфейс RS-485. Вхідний опір приймача інформаційного сигналу лінії інтерфейсу RS-485 зазвичай становить 12 кОм. Так як потужність передавача обмежена, це створює обмеження і кількість приймачів, підключених до лінії. Відповідно до специфікації інтерфейсу RS-485 з урахуванням резисторів, що узгоджують, приймач може вести до 32 датчиків.

Рівень другий - зв'язуючий рівень

На цьому рівні знаходяться різні контролери, необхідні для транспортування сигналу. Якщо потрібно з'єднання більше 32 датчики, тоді в схемі на цьому рівні з'являються пристрої, звані концентратори.

Третій рівень - рівень збору, аналізу та зберігання даних

Елементом цього рівня є комп'ютер, контролер чи сервер. Основною вимогою до обладнання цього рівня є наявність спеціалізованого програмного забезпечення для налаштування елементів системи.

В даний час практично всі електронні лічильники обладнані інтерфейсом для включення до системи АСКОЕ. Навіть ті, які не мають цієї функції, можуть оснащуватися оптичним портом для локального зняття показань безпосередньо на місці встановлення електролічильника шляхом зчитування інформації в персональний комп'ютер. Тому сьогодні лічильник є складним електронним пристроєм.

Однак не варто думати, що тільки електронні лічильники можна використовувати для дистанційного зняття показань (а саме ця мета є основною в системах АСКОЕ).

Лічильники, у маркуванні яких є буква «Д», наприклад, СРЗУ-І670Д,

мають телеметричний вихід (Імпульсний датчик), що забезпечує передачу по двопровідній лінії зв'язку інформації про активну (реактивну) енергію, що проходить через лічильник, в систему дистанційного збору та обробки даних.

У пристрої індукційного лічильника є такий елемент, як алюмінієвий диск. Швидкість його обертання прямо пропорційна споживаному навантаженню потужності. Ось швидкість обертання диска, точніше кількість обертів і є чисельною характеристикою, яку можна перетворити на імпульси та передати у лінію зв'язку. Тому на лічильники із вбудованими датчиками наносять такий параметр, як кількість імпульсів на 1 кВт·год.

Як джерело імпульсів служить вимірювальний трансформатор, магнітний потік якого періодично перетинає металевий сектор, насаджений на вісь диска. Імпульси, отримані від нього, подаються на схему самого датчика, а потім в лінію зв'язку. Живлення датчик отримує по цій лінії.

Імпульсний датчик - перетворювач має у своїй конструкції фотосвітлодіодну головку - тобто. пару фотодіод – світлодіод. Датчик встановлюється всередині лічильника так, що головка спрямована у бік диска. Випромінений світлодіодом сигнал відбивається від диска і приймається фотодіодом. Завдяки затемненому сектору диска сигнал носить переривчастий характер.

Електронна схема на логічних елементах відстежує ці переривання, перетворює та видає у лінію зв'язку послідовно імпульсів. Свєрдловість (частота проходження) цих імпульсів прямо пропорційна швидкості обертання диска, і, отже, споживаної потужності та її можна візуально оцінити за індикаторним світлодіодом.

З іншого боку лінії зв'язку приймальний пристрій приймає ці імпульси, підраховує їх кількість за певний проміжок часу і видає отриманий результат пристрій відображення інформації. Таким чином, відбувається дистанційне зчитування показань електролічильника. Саме так будувалися перші системи віддаленого збирання інформації.

Однак виникає закономірне питання – вище ми розглядали інтерфейси RS

485 та RS 232, а тут маємо послідовність імпульсів.

Виходить, все одно індукційні лічильники ми не в'яжемо в розглянуті вище сучасні схеми побудови АСКОЕ? У принципі зробити це можна. Перетворити імпульсну послідовність на той же

RS 232 інтерфейс великої праці не складає, даний адаптер буде відносно простою електронною схемою. Але особливого сенсу у цьому немає. Індукційні електролічильники поступово йдуть у минуле, а там, де і встановлюються, використовуються тільки як локальні прилади обліку.

Використання GSM-каналу. Дана система може використовувати для інформаційного обміну такі канали зв'язку, як GSM (GPRS), лінії телефонної мережі та супутникові канали доступу. Застосування GSM-каналу (GPRS-каналу) економічно вигідне, є надійним та раціональним рішенням для побудови розподілених АПС ТУЕ. Система може централізовано знімати та обробляти показання лічильників, розташованих, наприклад, у різних цехах підприємства, значно віддалених один від одного. Як показала практика організації розподілених систем обліку, використання GSM-каналів (GPRS) зв'язку дозволяє в десятки разів скоротити вартість організації інформаційного обміну з обладнанням та заощадити на обслуговуванні мереж зв'язку (здійснюють оператори стільникового зв'язку).

3.6 Висновки до розділу 3

Розроблено схеми підключення поверхових щитків. Кожен щиток підключається через вимикач навантаження типу ВН-32, автоматичний вимикач диференціального струму АВДТ-32 С50 та лічильник електричної енергії типу Меркурій 200.02.

Розроблено схеми підключення квартирних щитків. Освітлення, дзвінок, духова шафа, варильна плита підключені через автоматичний вимикач ВА 47-29. Всі розетки підключені через ПЗВ АВДТ-32 С40 та лічильник електричної

енергії типу Меркурій 200.02

Запропоновано для встановлення автоматизовану систему комерційного обліку електричної енергії. Переваги запропонованої системи обліку електроенергії – автоматичний поквартирний облік спожитої енергії, занесення до бази даних інформації з кожної квартири, формування архіву даних. Система працює у цілодобовому режимі, за будь-яких умов, без необхідності трудомісткого обслуговування.

Відмінною особливістю запропонованої автоматизованої системи обліку витрати електроенергії є застосування мікроелектронних компонентів, висока стійкість до відмови системи, можливість бездротової передачі даних на сервер ресурсопостачальної організації.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Основні причини ураження людини електричним струмом

До основних причин ураження електричним струмом відносять:

- а) випадкове доторкання або приближення на небезпечну відстань до частин електрообладнання, що знаходяться під напругою;
- б) виникнення напруги на металічних конструктивних частинах електрообладнання - корпусах, кожухах, в результаті пошкодження ізоляції чи інших причин;
- в) виникнення напруги на відключених струмоведучих частинах, на яких працюють люди, внаслідок випадкового включення установки;
- г) виникнення крокової напруги на поверхні землі в результаті замикання провідника на землю.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом являються: забезпечення недоступності частин електрообладнання, що знаходяться під напругою, від випадкового до нього доторкання; захисне розділення кола; усунення небезпеки ураження електричним струмом при виникненні напруги на корпусах, кожухах і інших частинах електрообладнання, що досягається завдяки використанню малих напруг та подвійної ізоляції, вирівнюванням потенціалу, захисним заземленням, зануленням, захисним відключенням, використання спеціальних захисних пристроїв - переносних приладів і засобів; організація безпечної експлуатації електрообладнання.

Захисне розділення кола. В розкиданих електричних колах або з великою протяжністю навіть справна ізоляція може мати досить маленький опір, а ємність провідників відносно землі - велику величину. Ці обставини можуть становити велику небезпеку, так як в таких колах до 1000 В із ізолюваною нейтраллю втрачається захисна функція ізоляції провідників і виникає небезпека ураження людини електричним струмом у випадку її доторкання до провідника електричного кола або до іншого предмету, що знаходився під

фазною напругою. Цей недолік електричного кола може бути усунений шляхом захисного розділення кола, тобто розділення досить протяжних гілок електричного кола на декілька менш протяжних і електрично між собою не з'єднаних. Розділення виконують за допомогою спеціальних розділяючих трансформаторів. В результаті такого розділення ізольовані ділянки електричного кола мають великий опір ізоляції та малу ємність провідників відносно землі, завдяки чому можна покращити умови безпеки загалом.

4.2 Захисне заземлення та занулення

Захисне заземлення - спеціальне з'єднання із землею металевих частин обладнання, що не знаходяться під напругою в звичайних умовах, але які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції електрообладнання.

Основна мета захисного заземлення - усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при виникненні напруги на конструктивних частинах електрообладнання тобто при "замиканні на корпус".

Принцип роботи захисного заземлення – зниження до безпечних значень напруг доторкнення та кроку, зумовлених "замиканням на корпус". Це досягається зменшенням потенціалу заземленого обладнання, а також вирівнюванням потенціалів за рахунок підйому потенціалу основи, на якій стоїть людина, до потенціалу, близького по величині до потенціалу заземленого обладнання.

Застосовують захисне заземлення у трифазних колах з напругою до 1000 В з ізольованою нейтраллю і більше 1000 В з любым режимом нейтралі.

Заземлюючим пристроєм називають сукупність заземлювача – металевих провідників, що мають електричний зв'язок із землею, і заземлюючих провідників, що з'єднують заземлені частини електрообладнання із заземлювачем. Відрізняють два типи заземлюючих пристроїв: виносні та контурні.

Виносний заземлюючий пристрій характеризується тим, що його заземлювач поміщений за територію де розміщено заземлююче обладнання, або заземлювач розташовують на невеликій частині цієї території. Недоліком виносного заземлюючого пристрою являється віддалення заземлювача від заземлюючого електрообладнання, внаслідок чого коефіцієнт $a=1$. Тому такий тип заземлення застосовують при малих струмах замикання на землю і частково в установках до 1000 В, де потенціал заземлювача не перевищує допустимої напруги доторкування. Перевагою являється те, що можна вибрати місце розміщення електродів із найменшим опором ґрунту.

Контурний заземлюючий пристрій характеризується тим, що його одиночні заземлювачі розміщуються по контуру або периметру території, на якій знаходиться заземлююче обладнання, або розподіляються по всій території рівномірно. При контурному заземленні забезпечується вирівнювання потенціала на території до такої величини, щоб максимальне значення напруг доторкання та кроку не перевищували допустимих. Це досягається шляхом відповідного розміщення одиночних заземлювачів. В середині приміщення вирівнювання потенціалу відбувається природнім шляхом через металічні конструкції, трубопроводи, кабелі і інші струмопровідні елементи, що зв'язані із колом заземлення.

Розрізняють штучні заземлювачі, що використовують виключно для заземлення та природні - металічні предмети для іншого призначення, що знаходяться в землі. Для штучного заземлення використовують зазвичай вертикальні і горизонтальні електроди. В якості вертикальних електродів використовують металічні труби діаметром 3-5 см і металічні кутники розміром від 40x40 до 60x60 мм і довжиною 2,5-3 м. В останні роки всечастіше почали використовувати металічні прутки 10-12 мм і довжиною до 10м. Для зв'язку вертикальних електродів і в якості горизонтального електрода використовують полосу сталі січенням не менше 4x12 мм або сталі круглого січення діаметром не менше 6 мм. Для розміщення вертикальних заземлювачів риють

траншею глибиною 0,7 - 0,8 м, після чого за допомогою механізмів забивають труби або кутники.

В якості природних заземлювачів можна використовувати проложені в землі водопровідні труби і інші металічні трубопроводи, за виключенням труб, що проводять горючі суміші, газ, а також не можна використовувати в якості природних заземлювачів трубопроводи, що покриті ізоляцією для захисту від корозії. Також використовують металічні конструкції і арматуру залізобетонних конструкцій будинків, що мають з'єднання із землею; свинцеві оболонки кабелів, що проходять під землею.

Відповідно до ПУЕ, опір захисного заземлення в любую пору року не повинно перевищувати 4 Ом в установках із напругою до 1000 В, але якщо потужність джерела струму (генератора або трансформатора) менше 100 кВ·А тоді опір заземлення допускається 10 Ом. Для установок із напругою вище 1000 В та з великими струмами замикання на землю (більше 500 А) опір заземлення не повинен перевищувати 0,5 Ом. Не більше 10 Ом опір заземлення повинен бути для установок більше 1000 В із малими струмами замикання на землю і без компенсації ємнісних струмів; якщо заземлююче обладнання одночасно використовується для електроустановок напругою до 1000 В, то опір заземлення не повинен перевищувати $125/I_3$, але не більше 10 Ом (або 4 Ом, якщо це вимагається для установок до 1000 В).

Захисне заземлення необхідне при експлуатації обладнання, яке може опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції самого електрообладнання. При цьому в приміщеннях із підвищеною небезпекою або заземлення являється обов'язковою умовою при номінальній напрузі електрообладнання вище 36 В змінного і ПО В постійного струму, а в приміщеннях без підвищеної небезпеки - при напрузі 500 В і вище. Тільки у вибухонебезпечних приміщеннях заземлення використовують незалежно від величини напруги. Отже, за допомогою захисного заземлення можна уникнути небезпеки ураження людини електричним струмом при виникненні напруги на конструктивних частинах електрообладнання тобто при "замиканні на корпус".

Занулення

Зануленням називають приєднання до не однократного заземленого нульового проводу живлячих кола корпусів і інших конструктивних сталевих елементів електрообладнання, які у звичайних умовах не знаходяться під напругою, але внаслідок пошкодження ізоляції можуть опинитися під напругою. Принципова схема заземлення показана на рис 4.1. Основна функція занулення така ж як у захисного заземлення: унеможливлення небезпеки ураження людей струмом при пробії на корпус. Вирішується така задача автоматичним відключенням пошкодженого обладнання від кола живлення.

Принцип дії занулення - перетворити пробії на корпус в однофазне коротке замикання, тобто замикання між фазним і нульовим проводами, із метою створення великого по величині струму, що зможе забезпечити ввімкнення захисту і тим самим відключити обладнання від кола живлення. До такого захисту можна віднести: плавкі вставки чи автоматичні вимикачі, що ставлять перед користувачами електричної енергії для захисту від струмів короткого замикання. Швидкість відключення пошкодженого обладнання, тобто час з моменту виникнення напруги на корпусі до моменту відключення установки від кола живлення, складає 5-7 с при захисті обладнання плавкими вставками і 1-2 с при захисті автоматами. Область застосування занулення до 1000 В із глухозаземленою нейтраллю. Зазвичай це кола напругою 380/220 і 220/127 В.

4.3 Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій

Проблема запобігання виникнення надзвичайних ситуацій техногенного походження та ліквідації їх наслідків в Україні є однією з найактуальніших.

Керівництво підприємств, установ та організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовує здійснення евакуаційних заходів, створює сили для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та

забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи з ЦО і несе пов'язані з цим матеріальні та фінансові витрати.

Сутність рятувальних та інших невідкладних робіт – це усунення безпосередньої загрози життю та здоров'ю людей, відновлення життєзабезпечення населення, запобігання або значні зменшення матеріальних збитків. Рятувальні та інші невідкладні роботи включають також усунення пошкоджень, які заважають проведенню рятувальних робіт, створення умов для наступного проведення відновлювальних робіт. РіНР поділяють на рятувальні роботи та невідкладні роботи.

До рятувальних робіт відносять:

- розвідка маршруту руху сил, визначення обсягу та ступеню руйнувань, розмірів зон зараження, швидкості і напрямку розповсюдження зараженої хмари чи пожежі;
- локалізація та гасіння пожеж на маршруті руху сил та ділянках робіт;
- визначення об'єктів і населених пунктів, яким безпосередньо загрожує небезпека;
- визначення потрібного угруповання сил і засобів запобігання і локалізації небезпеки;
- пошук уражених та звільнення їх з-під завалів, пошкоджених та палаючих будинків, із загазованих та задимлених приміщень;
- розкриття завалених захисних споруд та рятування з них людей;
- вивіз або вивід населення із небезпечних місць у безпечні райони;
- організація комендантської служби, охорона матеріальних цінностей і громадського порядку;
- відновлення життєздатності населених пунктів та об'єктів;
- санітарна обробка уражених;
- знезараження одягу, взуття, засобів індивідуального захисту, територій, споруд, а також техніки;
- соціально-психологічна реабілітація населення.

До невідкладних робіт відносять:

- прокладання колонних шляхів та улаштування проїздів (проходів) у завалах та на зараженій території;
- локалізація аварій на водопровідних, енергетичних, газових і технологічних мережах;
- ремонт та тимчасове відновлення роботи комунально-енергетичних систем та мереж зв'язку для забезпечення рятувальних робіт;
- зміцнення або руйнування конструкцій, які загрожують обвалом і безпечному веденню робіт;

РіНР здійснюють у три етапи. На першому етапі вирішуються завдання:

- щодо екстреного захисту населення;
- з запобігання розвитку чи зменшення впливу наслідків;
- з підготовки до виконання РіНР.
- Основними заходами щодо захисту населення є:
 - оповіщення про небезпеку;
 - використання засобів захисту;
 - додержання режимів поведінки;
 - евакуація з небезпечних у безпечні райони;
 - здійснення санітарно-гігієнічної, протиепідемічної профілактики і надання медичної допомоги;
- локалізація аварій;
- зупинка чи заміна технологічного процесу виробництва;
- попередження (запобігання) і гасіння пожеж.

На другому етапі проводять:

- пошук потерпілих;
- витягання потерпілих з-під завалів, з палаючих будинків, пошкоджених транспортних засобів;
- евакуація людей із зони лиха, аварії, осередку ураження;
- надання медичної допомоги;
- санітарна обробка людей;
- знезараження одягу, майна, техніки, території;

- проведення інших невідкладних робіт, що сприяють і забезпечують здійснення рятувальних робіт;
- надання потерпілим першої допомоги та евакуація їх (при необхідності) у лікувальні заходи.

На третьому етапі вирішуються завдання щодо забезпечення життєдіяльності населення у районах, які потерпіли від наслідків НСБ

- відновлення чи будівництво житла;
- відновлення енерго-, тепло-, водо- та газопостачання, ліній зв'язку;
- організація медичного обслуговування;
- забезпечення продовольством і предметами першої необхідності;
- знезараження харчів, води, фуражу, техніки, майна, територій;
- соціально-психологічна реабілітація;
- відшкодування збитків;

Відновлювальні роботи ЦО не виконує, їх здійснює спеціально створені підрозділи (бригади). Залежно від рівня надзвичайної ситуації (загальнодержавного, регіонального, місцевого, чи об'єктового) для проведення РіНР залучають сили та засоби ЦО центрального, регіонального або об'єктового підпорядкування.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній роботі здійснено проектування системи електропостачання багатоквартирного житлового будинку.

Отримані наступні результати:

- проведено аналіз об'єкту проектування, та здійснено обґрунтування прийняття рішень проектування системи електропостачання;
- передбачено приєднання будинку до міської електричної мережі напругою 380/220В із глухозаземленою нейтраллю трансформаторів на підстанції. Система розподілу електроенергії в будівлі прийнята п'ятипровідною TN-CS з використанням робочого та захисного нульових провідників;
- виконано розрахунок електричних навантажень за секціями будинку. Для секції №1 сумарне навантаження склало 373.1 кВт при робочому струмі 549.5 А, для секції №2 - навантаження склало 152.9 кВт при струмі 225.3 А. Кількість та потужність трансформаторів для електричної підстанції для живлення даного багатоквартирного будинку визначено методом питомої густини навантажень;
- розраховано дві кабельні лінії: від головної підстанції 110/10 кВ до будинкової трансформаторної підстанції та від ТП до електрощитової. Вибрано кабелі *ПвБП* – 3×10 та *ПвБбШв* – 3×240. Перевірено кабелі на втрату напруги. Втрати відповідно склали у номінальному режимі 8.8% та 5.32%, що не перевищують 2.8 % для мереж 10 кВ та 8.7 % у мережах 0.4 кВ. Складено специфікацію обладнання для першої секції будинку.
- розроблено схеми підключення поверхових та квартирних щитків. Всі розетки підключені через ПЗВ АВДТ-32;
- розглянуто питання блискавкозахисту та заземлення. Розроблено систему зрівнювання потенціалів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення : Державні будівельні норми і правила // ДП "Укрархбудінформ". Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 169 с.
2. ДБН В.2.2-24:2009. Проектування висотних житлових і громадських будинків. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 105 с.
3. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво "Форт", 2017. - 760 с.
4. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. . – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 54 с.
5. Заземлення й грозозахист Що являє собою система заземлення TN-C-S? // Сам Електрик [Веб-сайт]. - 2018. - URL: <https://samelectryk.in.ua/316-що-являє-собою-система-заземлення-tn-c-s.html> (дата звернення: 20.11.2022).
6. Охріменко В. М. Споживачі електричної енергії : підручник / В. М. Охріменко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 286 с.
7. Муравський, В. (2015). Облік і контроль отриманих комунальних послуг з використанням автоматизованих лічильників енергоресурсів. Бухгалтерський облік і аудит, (7), 17-25.
8. Захисне зрівнювання (вирівнювання) потенціалів // Студопедія. Ваша школопедія [Веб-сайт]. - URL: https://studopedia.com.ua/1_231711_zahisne-zrivnyuvannya-virivnyuvannya-potentsialiv.html (дата звернення: 20.11.2022).
9. Мітюк, Л., & Ницун, Ю. (2020). БЛИСКАВКОЗАХИСТ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД. Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки, 173-177.
10. ДСТУ EN 50575:2018 Кабелі силові, контрольні та зв'язку. Кабелі для загального використання в будівельних спорудах згідно з вимогами щодо реакції на вогонь (EN 50575:2014; A1:2016, IDT)

11. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [Текст] : [затв. ... Наказ М-ва палива та енергетики України 25.07.2006 № 258] / М-во палива та енергетики України. - Х. : Індустрія : Енергетичні рішення, 2012. - 318 с.
12. Лук'яненко Ю. В. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні : Навч. посіб. / Ю. В. Лук'яненко, Ж. І. Остапчук, В. В. Кулик; Вінниц. держ. техн. ун-т. - Вінниця, 2002. - 111 с. 77 23.
13. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд
14. Державні Будівельні Норми України. ДБН В.2.5-28:2018. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. Чинні з 28.02.2019 р.
15. Orobchuk, B., Sysak, I., Babiuk, S., Rajba, T., Karpinski, M., Klos-Witkowska, A., ... & Gancarczyk, J. (2017, September). Development of simulator automated dispatch control system for implementation in learning process. In 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS) (Vol. 1, pp. 210-214). IEEE.
16. Бабюк, С. М., & Комарський, В. В. (2017). Зменшення втрат електроенергії в комунальній мережі міста. Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 3, 92-92.
17. Буняк, О., Бабюк, С., & Сисак, І. (2019). Інтелектуальний пристрій автоматичного регулювання параметрів електомережі. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції „Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп'ютерних технологій “присвячена 80-ти річчю з дня народження професора ЯІ Проця, 268-270.
18. Бабюк, С. М., Клебан, К. М., & Танасійчук, В. В. (2021). Шляхи підвищення надійності електропостачання. Збірник тез доповідей X

Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 5-6.

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

20. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. 5-е вид. / За ред. М.П. Гандзюка. - К.: Каравела, 2011. - 384 с.

21. Бабюк С. М. Раціональне електропостачання багатоквартирних будинків / С.М. Бабюк, О.О. Грицюк, І.С. Косткіна // Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 7-8 грудня 2022 року. — Т. : ТНТУ, 2022.