

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Проект системи електропостачання багатоквартирного житлового будинку з торгівельно-офісними приміщеннями**

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи ЕТмз-61
спеціальності 141
електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

	<u>Палій М. В.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Лупенко А. М.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Коваль В. П.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Коваль В. П.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Шелестовський Б. Г.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)

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

Коваль В. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 24 » листопада 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Палію Михайлу Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект системи електропостачання багатоквартирного житлового будинку з торгівельно-офісними приміщеннями

Керівник роботи Лупенко Анатолій Миколайович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » листопада 2025 року № 4/7-1023

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи Поверхові плани багатоквартирного будинку; характеристика будівлі; дозволена потужність житлової та нежитлової частини; технічні умови підключення; вимоги ПУЕ, ДБН, ГОСТів; дані щодо навантажень електроприймачів та категорій надійності; вимоги до заземлення, блискавкозахисту та резервування для споживачів I категорії.

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)

Вступ. Однолінійна схема електропостачання будинку (ВРУ, вводи, групові лінії, АВР).

Схема внутрішнього електропостачання по поверхах (стояки, щитки, магістралі).

План освітлення будівлі (розміщення світильників, аварійне й евакуаційне освітлення).

Поверховий план будинку з трасуванням електричних мереж.

Схема заземлення та блискавкозахисту.

Графіки електричних навантажень та результати розрахунку струмів КЗ.

Висновки.

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		
	Стручок В.С., старший викладач		

7. Дата видачі завдання 24 листопада 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	грудень 2025	
2	Аналітичний розділ	грудень 2025	
3	Розрахунково-дослідницький розділ	грудень 2025	
4	Проектно-конструкторський розділ	грудень 2025	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	грудень 2025	
6	Висновки	грудень 2025	
7	Оформлення пояснювальної записки	грудень 2025	
8	Оформлення графічної частини	грудень 2025	

Студент

(підпис)

Палій М. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Лупенко А. М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Палій Михайло Вікторович – Проект системи електропостачання багатоквартирного житлового будинку з торгівельно-офісними приміщеннями

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Стор.– 68; рис. - 15; табл. - 27; слайдів - ____; джерел - 24; додатків - _.

Кваліфікаційна робота містить результати комплексного проектування системи електропостачання житлового будинку, який включає житлові та комерційні приміщення. У роботі наведено методику визначення розрахункових навантажень, розроблено схеми живлення, визначено параметри внутрішніх та зовнішніх електричних мереж.

Виконано підбір трансформаторного та розподільного обладнання, кабелів, автоматичних вимикачів, диференційного захисту, приладів обліку та освітлювальних приладів. Проведено розрахунки падіння напруги, струмів короткого замикання, а також перевірку відповідності обраних рішень нормативам ПУЕ, СП та стандартам пожежної безпеки.

Отриманий проєкт відповідає сучасним вимогам до надійності, енергоефективності й безпеки та може бути використаний як приклад для модернізації аналогічних будівель.

Перелік ключових слів: ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ЕЛЕКТРИЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ, РОЗРАХУНОК ОСВІТЛЕНOSTІ, ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ, РОЗПОДІЛЬЧИЙ ПРИСТРІЙ, АВТОМАТИЧНИЙ ВИМИКАЧ, СИСТЕМА ЗАЗЕМЛЕННЯ, БЛИСКАВКОЗАХИСТ, КАБЕЛЬНІ ЛІНІЇ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, НАПРУГА, СТРУМ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ, ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Загальна характеристика багатоквартирного житлового будинку	9
1.2 Особливості проектування систем електропостачання житлових і громадських приміщень	10
1.3 Огляд методів розрахунку електропостачання житлових і громадських приміщень	14
1.4 Обґрунтування необхідності проектування системи електропостачання багатоквартирного житлового будинку	15
1.5 Висновки до розділу 1	18
2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	20
2.1 Розрахунок освітлення для приміщень загального користування та комерційних зон	20
2.2 Визначення параметрів ВРП в приміщеннях комерційного призначення приміщень	28
2.3 Розрахунок навантаження ВРП житлового будинку	29
2.4 Розрахунок освітлювального навантаження	31
2.5 Розрахунок навантажень електроприймачів	37
2.6 Фазовий розподіл несиметричного електричного навантаження	43
2.7 Розрахунок навантаження споживачів I категорії	45
2.8 Висновки розділу 2	47
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	48
3.1 Вибір комутаційних пристроїв	48
3.2 Вибір кабелів	51
3.3 Вибір розподільчих пунктів	54
3.4 Вибір лічильників	55
3.5 Розрахунок струмів КЗ	56
3.6 Висновки розділу 3	57

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	58
4.1 Заходи з електробезпеки	58
4.2 Заходи протипожежної безпеки	61
4.3 Класифікація надзвичайних ситуацій	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	66

ВСТУП

Стан проблеми. У сучасному світі комфорт та якість проживання в житлових будівлях безпосередньо залежать від доступності та стабільності енергоресурсів, ключовим серед яких є електрична енергія. У багатоповерхових житлових комплексах значення електрики ще більше зростає, оскільки вона забезпечує роботу більшості інженерних систем: приводить у дію ліфтове обладнання, електроприводи насосів водопостачання, опалення, пожежогасіння, а також вентиляційні установки. Тому гарантування безперебійного електроживлення багатоквартирних будинків є визначальним чинником для забезпечення безпеки та нормальних умов проживання їх мешканців [1].

У сучасних умовах розвитку енергетичної інфраструктури питання забезпечення надійного та безпечного електропостачання житлових будівель набуває особливого значення. Зростання щільності забудови, розширення комерційних зон у житлових комплексах, збільшення кількості електроприймачів та складні режими роботи електричних мереж вимагають застосування оптимізованих підходів до проєктування систем електроживлення. Наявні системи у багатьох житлових будинках були розроблені за морально застарілими нормативами та не відповідають сучасним вимогам енергоефективності, електробезпеки та надійності, що зумовлює необхідність їх модернізації або повторного проєктування [1].

Актуальність теми. Актуальність теми полягає у необхідності створення ефективної системи електропостачання, здатної забезпечити стабільне функціонування житлового будинку та вбудованих комерційних приміщень за умов зростаючого енергоспоживання. Розроблення сучасної системи електроживлення дозволяє підвищити рівень безпеки, скоротити енерговтрати, забезпечити надійність роботи обладнання та відповідність нормативним вимогам ПУЕ, ДБН, та стандартам пожежної безпеки [2-11]. Проєктування

електропостачання будинку є прикладом актуальної інженерної задачі, пов'язаної з оновленням технічної інфраструктури будівлі.

Мета роботи – Метою кваліфікаційної роботи є розроблення комплексного проєкту системи електропостачання багатоквартирного житлового будинку з комерційними приміщеннями, що забезпечує надійність, безпеку та енергоефективність роботи електричної мережі.

Для досягнення поставленої мети вирішуються такі **основні задачі**:

- аналіз вихідних даних об'єкта та характеристик будівлі;
- визначення та розрахунок електричних навантажень для житлових і нежитлових приміщень;
- розроблення схем внутрішнього та зовнішнього електропостачання;
- розрахунок систем робочого, аварійного та евакуаційного освітлення;
- вибір кабельних ліній, комутаційної та захисної апаратури;
- розрахунок падіння напруги та струмів короткого замикання;
- розроблення системи заземлення та блискавкозахисту;
- оцінка відповідності проєктних рішень чинним нормам і стандартам;

Об'єкт дослідження – Багатоквартирний житловий будинок із вбудованими комерційними приміщеннями.

Предмет дослідження – Процеси проєктування та функціонування системи електропостачання будівлі, включно з внутрішніми та зовнішніми мережами, освітленням, апаратурою захисту, заземленням і блискавкозахистом.

Наукова новизна отриманих результатів: полягає у застосуванні комплексного підходу до проєктування електропостачання будівлі з урахуванням сучасних технічних вимог, оптимізації параметрів електричних мереж та удосконалення методики добору обладнання й схем живлення. Робота демонструє поєднання теоретичних моделей, нормативних вимог і практичних розрахунків для створення високонадійної та енергоефективної системи.

Практичне значення полягає у можливості використання розробленого проєкту як технічної основи для модернізації електромереж будинку, а також як прикладного матеріалу під час проєктування електропостачання аналогічних

житлових комплексів. Запропоновані рішення можуть бути впроваджені у реальних умовах експлуатації для підвищення надійності та безпеки системи електроживлення.

Апробація. Основні положення та результати досліджень доповідались та обговорювались на науковій конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“, присвячена 180-річчю з дня народження Івана Пулюя та 65-річчю з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (2025), на базі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (24 найменування).

Загальний обсяг текстової частини – 68 сторінки.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика багатоквартирного житлового будинку

Для даної будівлі був ретельно розроблений проект, який включає в себе комплексний аналіз на основі архітектурних і санітарно -технічних планів, а також враховує всі необхідні законодавчі вимоги і норми. Особлива увага в рамках проекту була приділена вивченню та проектуванню систем комунікацій, що забезпечують взаємозв'язок між житловими зонами та вбудованими приміщеннями для комерційного використання в цій будівлі.

Будівля каркасна залізобетонно-цегляна. Тип перекриттів – перекриття із залізобетонних плит. Матеріал несучих стін – стіни цегляні. Тип будинку – багатоквартирний будинок. Дата побудови 1985 р. 12 поверхів. 88 квартир.

Під час розробки комунікаційних систем використовувалися наведені нижче стандарти та керівництва:

«Правила улаштування електроустановок».

«Технічна політика: Побудова та експлуатація електричних мереж. Технічна політика».

«ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення».

«ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення».

«ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва».

«ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту».

«ДСТУ EN 50160:2014. Характеристики напруги електроенергії в розподільних мережах загального призначення».

«ДСТУ ІЕС 60364 (серія). Електроустановки низьковольтні. Частина 1–72».

«ДСТУ EN 62305-1:2012. Блискавкозахист. Частина 1: Загальні принципи».

1.2 Особливості проектування систем електропостачання житлових і громадських приміщень

При розробці систем електроживлення для громадських споруд, найбільше значення набувають легкість в управлінні та здатність адаптуватися до змін. Важливе значення має доречне розміщення технічного обладнання та енергетичних вузлів в даних будівлях. Життєво необхідно, щоб інфраструктура була інтуїтивно зрозумілою і мінімалістичною, із забезпеченням ефективності та стислості електричних ліній. Обов'язково передбачити гнучкість систем електропостачання для легкої інтеграції новітніх технологій. Ці основоположні ідеї однаково важливі як для оновлення існуючих, так і для створення нових об'єктів.

Для запобігання надмірного навантаження на систему, кожен об'єкт повинен мати власний пристрій розподілу, розташований неподалік від головного входу в конструкцію. Вкрай важливо, щоб підключення зовнішніх користувачів до даного обладнання відбувалося виключно після отримання схвалення в рамках проекту. Необхідно усвідомлювати, що запобігання перевантажень має вирішальне значення.

Для гарантії безпеки в будівлі загального користування необхідно, щоб електрообладнання відповідало характеристикам приміщення і мало необхідний рівень захисту.

Щоб уникнути частих труднощів, таких як витрати, що перевищують бюджет, і складності, що виникають через перетин інженерних комунікацій під час їх установки, важливо ретельно переглянути і поліпшити проект електроживлення для громадських будівель. Детальне планування дозволить поліпшити взаємодію різних систем будівлі, зменшивши тим самим ризик необхідності подальших правок. У ключових зонах таких споруд перевага надається використанню LED і люмінесцентного освітлення, вибір якого

залежить від специфічних умов і завдань, що стоять перед освітлювальною системою. При цьому системи освітлення та енергопостачання умовно

поділяють на дві основні категорії:

Основними джерелами освітлення служать лампи на основі ксенону, металогалогенні та натрієві, тоді як для підсвічування приміщень на зразок складів і комор перевага надається світлодіодам. Важливу роль у функціонуванні будівель відіграє силове обладнання, до якого відносяться холодильні установки, різні підйомно-транспортні системи, а також обладнання механічного, електротеплового та санітарно -технічного призначення, включаючи системи протипожежного пристрою, зв'язку, а також сигналізації. Для підтримки оптимального мікроклімату в громадських приміщеннях широко застосовуються системи кондиціонування та припливно - витяжної вентиляції. Водопостачання, будь то гаряче або холодне, забезпечується за рахунок насосів. Більшість механічних пристроїв і обладнання отримують рушійну силу від електричних двигунів з ротором, що має коротке замикання, і функціонують за принципом асинхронності.

У будівлях для роботи електрообладнання необхідні спеціальні силові пристрої з унікальними функціональними особливостями, на відміну від стандартних пристроїв, що використовуються в житлових комплексах. Окремі приміщення в таких будівлях висувають особливі вимоги до освітленості, які не можна порівняти з житловими приміщеннями. Застосування інтегрованих модульних підстанцій рекомендується для об'єктів, що споживають більше 400 кВА електроенергії. Це забезпечує об'єднання функцій розподілу потужності в одному місці з розподільними пристроями на рівні 0,4 кВ. У деяких громадських спорудах можна провести монтаж підстанцій, які трансформують енергію.

Згідно з існуючими нормами, установка підстанцій заборонена в приміщеннях, таких як освітні установи, дитячі садки, лікарняні відділення, номери в готелях та в інших аналогічних локаціях. Щоб гарантувати стабільне постачання електроенергії для споживачів найвищого пріоритету, використовуються підходи, що включають в себе установку двох

трансформаторних підстанцій. Однак, альтернативним рішенням може служити застосування одиночних підстанцій, доповнених системами резервування, що передбачає наявність перемикаючого обладнання та автоматичних вимикачів для систем з низьким рівнем напруги.

Одиначні підстанції встановлюються для забезпечення енергопостачання клієнтів другої та третьої категорій надійності. У громадських будівлях для розподілу електроенергії застосовуються радіальні або магістральні мережі.

Рекомендується застосовувати радіальні схеми подачі електроенергії для ефективного забезпечення великих споживачів електрики, включаючи, але не обмежуючись, холодильним обладнанням, насосними установками і системами вентиляції. Їх використання є найбільш оптимальним підходом в таких ситуаціях. У ситуаціях, коли дрібні споживачі електроенергії рівномірно розподілені по об'єкту, перевага віддається магістральним схемам. Коли мова йде про будівлі громадського призначення, доцільним є поділ ліній на силові та освітлювальні мережі, а також оснащення вводів електроенергії в ці будівлі комплексними високовольтними розподільними системами, що включають в себе пристрої захисту, управління та підрахунку спожитої енергії. Для моніторингу та контролю споживання електроенергії у великих об'єктах необхідна установка відповідних вимірювальних приладів.

Для одночасного виконання управлінських і захисних функцій застосовуються автоматичні вимикачі. Пристрої управління розміщують на початкових точках підключення споживачів, забезпечуючи їх ізоляцію, а також вони знаходяться на вході кожного розподільного вузла і панелі управління. За кожен ліній, підключену до ВРУ, відповідає індивідуальний захисний пристрій. У разі ліній, що працюють в аналогічних умовах і мають схожі цілі, можливе використання одного керуючого пристрою для групи таких ліній.

З метою поліпшення роботи системи освітлення і зниження енерговтрат, настійно рекомендується віддавати перевагу трифазним чотирипровідним мережам перед однофазними. Це пов'язано з тим, що при організації робочого освітлення через окремі трансформатори в умовах двотрансформаторної

підстанції (ТП), можна домогтися ефективної сегрегації робочого, аварійного та евакуаційного освітлення. Підключення освітлення до щитів ТП або до ВРП при даній конфігурації надає можливість відокремити світильники аварійного та евакуаційного освітлення від основної мережі. Слід зауважити, що це забезпечує додаткову безпеку і надійність системи освітлення. Крім того, для максимальної ефективності, розподільні пристрої, такі як пункти, щити і щитки, доцільно розміщувати на одному поверсі зі споживачами електроенергії, тим самим забезпечуючи легкість підключення і управління споживачами, об'єднаними за їх функціональним призначенням [4].

Щоб гарантувати ефективність мереж освітлення, що працюють групами, вкрай важливо стежити за тим, щоб навантаження розподілялося між фазами рівномірно. Ця вимога підкріплюється стандартами, які вказують на необхідність такого розподілу при проектуванні цих мереж. Крім того, коли є можливість використовувати денне світло завдяки розташуванню бічних вікон, система освітлення може бути налаштована на автоматичне вимкнення ламп, що знаходяться поблизу цих вікон, щоб зменшити споживання електроенергії. Це рішення активується в залежності від досягнутого рівня освітленості, що дозволяє не тільки економити ресурси, але і підтримувати необхідний рівень освітленості без надмірностей.

У процесі модернізації містобудівних об'єктів, управління і розробка систем електроживлення висувають нові високі вимоги до складності і різноманітності. У зонах, де використовується бічне денне освітлення, з'явилася ініціатива введення системи, яка б автоматично вимикала лінійно встановлені світильники вздовж вікон для зниження споживання електроенергії. При цьому велике значення набувають трифазні чотирипровідні ланцюги через їх здатність витримувати високі навантаження і ефективність, що проявляється в шестикратному зниженні втрат напруги в порівнянні з однофазними аналогами.

Після модернізації громадських будівель, для розробки і підтримки систем електроживлення, необхідні комп'ютерні технології і висока кваліфікація фахівців. З огляду на впровадження новітніх технологій і обладнання, які

піднімають планку якості і надійності електроенергії, завдання стає більш складним і багатогранним.

1.3 Огляд методів розрахунку електропостачання житлових і громадських приміщень

Для аналізу електричних навантажень на різних етапах в електропостачальній системі необхідно правильно вибрати перерізи проводів, а також визначити пристрої для розподілу енергії, комутаційну та захисну апаратуру. Крім того, важливо враховувати кількість і потужність трансформаторів. Цей аналіз ґрунтується на місці розташування, де необхідно розрахувати навантаження, і бажаному ступені точності, використовуючи методику, яка включає в себе впорядкований аналіз графіків навантажень, враховуючи їх середню потужність і пікові значення.

При оцінці граничних навантажень, які можуть бути прикладені до різних груп приймачів електроенергії, ключове значення має підхід, що розмежовує приймачі на основі їх навантажувальних режимів: змінні навантаження позначені як група А, в той час як приймачі з більш стабільною витратою енергії відносять до групи Б. Ця класифікація проводиться в рамках обчислень для конкретного вузла і дає можливість точно розрахувати параметри P_m , Q_m , S_m .

В основі обчислення прогнозованого споживання електроенергії лежить рівняння, де розрахункова потужність, виражена через P_p , отримується множенням коефіцієнта попиту споживача (K_c) на загальну потужність всіх електроприймачів, зазначену як $P_{вст}$. Таким чином, формулювання рівняння набуває вигляду $P_p = K_{\Pi} \times P_{вст}$. Далі, для визначення реального споживання електроенергії, що позначається як Q_p , застосовується інше рівняння $Q_p = P_p \times \text{tg}j$, де $\text{tg}j$ є показником коефіцієнта реактивної потужності, що характеризує споживача.

Інформацію про значення $\text{tg}j$ і K_{Π} для різноманітних споживачів можна

знайти в довідкових матеріалах. При необхідності визначення навантажень на цехи і все підприємство, цей підхід може бути використаний.

Всі групи приймачів, незалежно від їх режиму роботи, повинні забезпечувати рівномірний графік навантажень. Ця вимога актуальна для всіх ситуацій, навіть коли в групі присутні безліч потужних приймачів. Припущення про рівність розрахункового і середньоквадратичного навантажень є основою даного методу і необхідне для ефективної роботи всіх груп приймачів, незалежно від їх кількості та характеру використання.

Зазвичай мало застосовують статистичний підхід, здатний обчислити передбачуване навантаження на колектив приймальних пристроїв, виходячи з двох ключових метрик: середнього навантаження і стандартного відхилення від цієї середньої.

Методика, яка доповнює перші чотири підходи, застосовує унікальний спосіб визначення передбачуваного навантаження, враховуючи показники питомої ваги. Вона виділяється використанням двох ключових параметрів: питомого навантаження за одиницю виробничого простору і споживання електроенергії на одиницю готової продукції, виходячи з конкретної кількості вироблених товарів за встановлений часовий період. Цей підхід дозволяє провести верифікацію і уточнення результатів, отриманих за допомогою попередніх методів.

1.4 Обґрунтування необхідності проектування системи електропостачання багатоквартирного житлового будинку

При розробці електричної системи житлового будинку основна увага була приділена дотриманню існуючих норм і правил, включаючи технічні регламенти, стандарти та інструкції.

Це надає гарантії безпеки при використанні об'єкта відповідно до прийнятих в проекті заходів. Розділ проекту детально зачіпає аспекти внутрішнього силового обладнання та системи освітлення будинку.

Житловий будинок підключений до електрики з напругою 380/220 В і віднесений до першої та другої категорій електропостачання.

Для забезпечення енергією житлових і нежитлових будівель використовуються різні типи кабелів. Наприклад, для житлових приміщень застосовується кабель 185´ 4 АBBбШв, а для нежитлових – 70´ 4 АBBбШв. Все відповідає стандартам і вимогам безпеки, встановленим в ПУЕ і ДБН.

Найбільша доступна потужність на цьому вводі – 174 кВт, а максимальний струм для житлових приміщень становить 294 А. Тут є 88 квартир. У випадку з приміщеннями, не призначеними для проживання, встановлені такі обмеження: максимально допустима потужність становить 60 кВт, тоді як межа для струму становить 114 А.

Електрообладнання, задіяне в системах пожежогасіння, ліфтах і системах аварійного освітлення житлових будівель, класифікується як споживачі першої категорії. У той же час, категорія друга включає в себе інше електричне обладнання.

На вузлі з'єднання повинні бути виконані норми якості електроенергії, як це передбачено в стандартах.

Для нормальної роботи, приймачі електрики категорії 1 повинні отримувати електроенергію з двох окремих джерел, які доповнюють один одного. Після того, як було успішно виконано підключення, всі необхідні роботи на проектованій трансформаторній підстанції (ТП) проведені з урахуванням всіх вимог.

При проходженні кабелів через проїжджу частину слід укласти їх в азбестоцементні труби на глибину 0,7 метра відповідно до технічних умов ТП, забезпечуючи таким чином їх захист.

Після того як були виконані перевірки, пов'язані з втратою напруги і параметрами струму при однофазних коротких замиканнях, був отриманий варіант маршруту для укладання кабелів, які підходять для заданого навантаження.

Для захисту житлового будинку від блискавки використовується металева сітка з дрібними комірками і оцинкована сталь, яка використовується в якості матеріалу для створення заземлення. Покрівля будівлі покривається сталевими листами діаметром 10 мм, що забезпечує надійний захист від блискавки.

Встановлення диференційних автоматів у робочій документації відіграє важливу роль, оскільки вони забезпечують захист від електричних уражень при випадковому контакті з неструмопровідними частинами під напругою через пошкодження ізоляції. Вони не тільки попереджають виникнення пожеж, викликаних займанням ізоляційних матеріалів проводки при високих струмах витоку або в разі короткого замикання, але і забезпечують захист для електромереж з напругою в 220 В від перевантажень і несправностей, пов'язаних з короткими замиканнями.

Відповідно до ПУЕ, кольорове маркування проводів повинно забезпечувати просту ідентифікацію всіх провідників по всій їх довжині. Відповідно до ПУЕ, кількість кабелів в мережі, будь то три або п'ять, встановлюється на основі встановлених вимог. На додаток до цього, як зазначено в ПУЕ, необхідно забезпечити, щоб проміжки між кабелями, проводами і будь-якими трубами або коробами при їх прокладанні через стіни або перекриття були ретельно заповнені масою, яка може бути легко видалена, і при цьому складається з матеріалу, що не підтримує горіння.

Для відповідності вимогам стандартів, сертифікація кабельних систем, включаючи кабелі, кріпильні елементи і з'єднувальні коробки, є невід'ємною умовою. Важливо, щоб вогнестійкість матеріалів, використовуваних для закладення, не була нижчою за вогнестійкість стін або перекриттів.

При виконанні робіт з установки електротехнічного обладнання необхідно суворо дотримуватися вимог, встановлених в стандарті, що стосується електротехнічних пристроїв. Важливо, щоб електрообладнання, яке використовується при монтажі, мало сертифікат відповідності.

Під час виконання робіт з монтажу електрообладнання, з огляду на положення, викладені в ПУЕ, а також відповідно до ДБН, що стосуються

організації будівельних процесів, потрібно пред'явити ряд певних документів. До них відносяться: документація, що підтверджує вимірювання опору ізоляції кабельної продукції; документ, що свідчить про фазування ліній електропередачі, підключених до мереж з напругою до 1 кВ; звіт про перевірку існування з'єднання між заземлюючими пристроями і заземлювачами; звіт про вимірювання опору в електричному ланцюзі між фазою і нулем у найбільших і найпотужніших споживачів; звіт про випробування кабельної продукції на предмет її стійкості до впливу високої напруги промислової частоти.

Важливо дотримуватися правил пожежної безпеки при виборі та встановленні електрообладнання відповідно до ДСТУ. В ДСТУ містяться вимоги до протипожежних заходів, які необхідно враховувати при виконанні електропроводки.

При проектуванні системи електропостачання необхідно враховувати безліч регламентуючих документів, які висувають свої вимоги до проведення даної роботи. Це робить завдання проектування системи електропостачання вкрай складним і вимагає особливої уваги до деталей.

1.5 Висновки до розділу 1

Проаналізовано конструктивні та технічні особливості багатоквартирного житлового будинку (12 поверхів, 88 квартир), що визначають вимоги до системи електропостачання.

Встановлено, що проектування електричних мереж має здійснюватися відповідно до чинних нормативних документів (ПУЕ, ДБН, ДСТУ), що забезпечує безпеку та надійність експлуатації.

Визначено особливості електропостачання житлових і громадських приміщень: необхідність резервування джерел живлення для споживачів I категорії, застосування радіальних та магістральних схем, розділення силових і освітлювальних мереж.

Розглянуто методи розрахунку електричних навантажень, які дозволяють визначити оптимальні параметри кабельних ліній, трансформаторів та захисної апаратури.

Обґрунтовано потребу у проектуванні системи електропостачання будинку з урахуванням енергоефективності, надійності та відповідності сучасним вимогам безпеки (захист від перевантажень, блискавкозахист, використання диференційних автоматів).

2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок освітлення для приміщень загального користування та комерційних зон

Під час розробки проекту особлива увага приділяється вибору та розміщенню джерел світла, включаючи визначення найкращих позицій для світильників, їх висоти та способів кріплення і управління. Ефективно сплановане світлове середовище не тільки зменшує споживання електроенергії, але й покращує безпеку робочих процесів, а також скорочує рівень стомлюваності співробітників. У контексті проекту акцентується увага на двох основних типах освітлення: основному робочому та аварійному. В основних приміщеннях об'єкта було вирішено використовувати освітлювальні прилади марки ДВО20У виробництва заводу «Ватра» [14], що відповідають технічним вимогам замовника, кожен з яких оснащений однією LED-лампою, з потужністю потужність до 36 Вт.

Цей світильник ідеально підходить для використання в домашніх умовах, так як він повністю відповідає запитам клієнтів, підкреслює виробник. Вибір ламп з температурою світіння 4200 К заснований на характеристиках обробки приміщень, що забезпечує оптимальне освітлення. Для управління світлом передбачені різні види вимикачів, такі як прохідні, одноклавішні і двоклавішні, розташовані на висоті 2,5 метра від підлоги для зручності використання. Таке розташування вимикачів гарантує легкість використання і запобігає небажаному спрацьовуванню, а їх розміщення біля входів або в інших стратегічно важливих точках покращує доступ до управління освітленням.

При виникненні ситуації, коли зникає електрика, запасні лампи активуються негайно, щоб підтримати основне освітлення і забезпечити безпеку. Важливо мати додаткові джерела світла для забезпечення безперервної роботи освітлення в разі позаштатної ситуації.

Для визначення необхідної освітленості ми будемо використовувати метод порівняння інтенсивності світла. [15]

$$\Phi = \frac{E_H \times K_3 \times F \times z}{N \times h} [\text{Лм}]$$

де, E_H – освітленість [лк];

K_3 – коефіцієнт запасу ($K_3 = 1$);

F – площа освітлюваної поверхні [м^2];

z – коефіцієнт мінімальної освітленості ($z = 1,15$);

N – кількість ламп [шт.];

h – коефіцієнт використання світлового потоку.

Коефіцієнт використання світлового потоку залежить від індексу приміщень, який знаходиться: [15]

$$i = \frac{F}{h \times (A + B)}$$

де, h – висота підвісу [м];

B і A – ширина і довжина [м]

Таблиця 3.1- Коефіцієнт використання світлового потоку

1	h
	$r_H = 70 \%, r_C = 50 \%, r_P = 30 \%$
0.5	0.28
1.0	0.49
3.0	0.73
5.0	0.8

Проведемо аналіз і розрахунок інтенсивності світла на першому поверсі і в підвалі, обчислимо необхідну кількість світла.

Порахуємо, який світловий потік вийде для приміщення з номером 2.1, а саме Торгово-виставкового залу (001).

$$i = \frac{24,49}{2,5 \times (5,85 + 4,19)} = 0,98; h = 0,49$$

$$\Phi = \frac{E_H \times K_3 \times F \times z}{N \times h} [\text{Лм}]$$

Детальні дані щодо інших приміщень можна знайти в таблицях 2.2 та 2.3.

Таблиця 2.2 – Розрахунок освітлення (цокольне приміщення)

№ Приміщ.	Найменування	E_H , лк	F , м ²	$K_{зан}$	Z	N , шт	A , м	B , м	h , м	i	h	$\Phi_{роз}$, лм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Торгово-виставковий зал 1												
1	Тамбур	20	3.8	1	1.15	1	1.35	2.77	2.5	0.38	0.26	272.43
2	Торгово-виставковий зал	300	24.5	1	1.15	4	5.84	4.15	2.5	0.96	0.45	3749.48
2.1	Виставкове приміщення	300	21.6	1	1.15	4	5.5	3.91	2.5	0.96	0.48	3281.12
2.2	Торговельно-виставкове приміщення з зоною персоналу	300	44.6	1	1.15	7	9	4.95	2.5	1.25	0.48	3398.16
3	Туалет	75	4.9	1	1.15	2	2.5	2.06	2.5	0.44	0.28	652.24
4	Технічне приміщення (приміщення прибирального інвентарю)	75	2.27	1	1.15	1	1.04	2.13	2.5	0.25	0.29	623.39
5	Технічне приміщення	75	0.97	1	1.15	1	0.97	0.96	2.5	0.21	0.29	275.18
Торгово-виставковий зал 2												
1	Тамбур	20	3.35	1	1.14	1	1.4	2.09	2.4	0.38	0.27	239.26
1.1	Тамбур	20	3.35	1	1.14	1	1.4	2.07	2.4	0.38	0.27	239.26
2	Зона персоналу	200	10.5	1	1.14	3	3.4	3.07	2.4	0.65	0.48	1072.48
2.1	Торговельно-виставкове приміщення	300	17.9	1	1.14	3	5.1	3.45	2.4	0.85	0.46	2709.18
2.2	Торговельно-виставкове приміщення	300	36.8	1	1.14	5	6.4	5.94	2.4	1.24	0.46	3738.77
2.3	Торговельно-виставкове приміщення	300	17.7	1	1.14	3	5.3	3.46	2.4	0.85	0.46	2709.18
2.4	Торговельно-виставкове приміщення	300	10.5	1	1.14	2	3.4	3.06	2.4	0.66	0.46	3217.44
3	Туалет	75	3.6	1	1.14	2	1.3	3.06	2.4	0.34	0.28	455.38
4	Приміщення прибирального інвентарю	75	3.85	1	1.14	2	1.26	3.08	2.4	0.35	0.27	518.40

продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Торгово-виставковий зал 3												
1	Тамбур	20	3.8	1	1.15	1	1.36	2.78	2.4	0.38	0.29	271.45
2	Торгово виставкове приміщення	300	24.5	1	1.14	4	5.86	4.18	2.4	0.98	0.47	3748.48
2.1	Виставкове приміщення	300	21.6	1	1.14	4	5.6	3.92	2.4	0.93	0.47	3280.14
2.2	Виставкове приміщення із зоною персоналу	300	44.4	1	1.14	7	9.4	4.67	2.4	1.25	0.47	3397.14
3	Туалет	75	4.9	1	1.14	2	2.5	2.06	2.4	0.44	0.28	656.32
4	Технічне приміщення	75	0.96	1	1.14	1	0.98	0.98	2.4	0.22	0.28	265.22
5	Технічне приміщення (приміщення прибирального інвентарю)	75	2.26	1	1.14	1	1.08	2.13	2.4	0.28	0.27	613.41
Приміщення для інженерного обладнання та інженерних мереж												
1	Тамбур	30	2.74	1	1.14	1	2.52	1.12	2.6	0.31	0.29	296.76
1.1	Коридор	75	12.4	1	1.14	2	1.59	7.68	2.6	0.52	0.29	1623.25
2	Вузол управління	30	31.5	1	1.14	4	6.21	5.12	2.6	1.14	0.48	484.24
2.1	Технічне приміщення	30	8.64	1	1.14	2	4.49	1.95	2.6	0.57	0.29	463.34
2.2	Технічне приміщення	30	8.64	1	1.14	2	4.49	1.93	2.6	0.55	0.29	463.34
2.3	Технічне приміщення	30	17.5	1	1.14	2	2.26	7.66	2.6	0.72	0.39	685.25
2.4	Шахта для інженерних комунікацій	20	4.9	1	1.14	1	3.16	1.58	2.6	0.43	0.29	350.10
2.5	Шахта для інженерних комунікацій	20	4.5	1	1.14	1	3.16	1.57	2.6	0.41	0.29	350.00
3	Електрощитова для житлової частини	50	7.22	1	1.14	2	2.42	3.03	2.6	0.55	0.29	644.65
4	Електрощитова для нежитлової частини	50	10.5	1	1.14	2	2.42	4.38	2.6	0.64	0.29	933.96

Таблиця 2.3 – Розрахунок освітлення (перший поверх)

№ Приміщ.	Найменування	E_H , лк	F , м ²	$K_{зан}$	Z	N , шт	A , м	B , м	h , м	i	h	$\Phi_{роз}$, лм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Торгово-виставковий зал 1												
1.1	Робоче приміщення офісу	400	47.9	1	1.14	10	8	5.32	2.6	1.35	0.48	3902.05
1.2	Робоче приміщення офісу (підсобна зона)	400	42.7	1	1.14	9	6	6.12	2.6	1.32	0.48	3882.08
1.3	Робоче приміщення офісу	400	64.5	1	1.14	12	11	6.45	2.6	1.58	0.48	3755.2
2	Туалет	75	3.6	1	1.14	2	1.33	2.65	2.6	0.36	0.29	468.76
3	Приміщення прибирального інвентарю	75	2.6	1	1.14	1	1.59	1.59	2.6	0.33	0.29	669.65
4	Евакуаційний тамбур	20	6.5	1	1.14	1	4.17	1.59	2.6	0.45	0.29	471.44
Торгово-виставковий зал 2												
1	Коридор	75	5.4	1	1.14	1	2.1	2.42	2.6	0.47	0.29	1419.65
2.1	Виставковий зал	300	37.2	1	1.14	9	6.08	6.08	2.6	1.21	0.48	2523.82
2.2	Виставковий зал із зоною персоналу	300	21.4	1	1.14	5	5.10	4.11	2.6	0.93	0.48	2608.15
3	Туалет	75	2.8	1	1.14	2	1.65	1.65	2.6	0.34	0.29	361.62
4	Приміщення прибирального інвентарю	50	2.6	1	1.14	1	1.59	1.59	2.6	0.31	0.29	446.44
Офіс 3												
1.1	Робоче приміщення офісу	400	53.5	1	1.14	13	8	5.98	2.6	1.44	0.48	3646.25
1.2	Робоче приміщення офісу (підсобна зона)	400	42.6	1	1.14	10	6	6.12	2.6	1.32	0.48	3882.08
1.3	Робоче приміщення офісу	400	64.2	1	1.14	11	11	6.45	2.6	1.58	0.48	3755.2
2	Туалет	75	3.3	1	1.14	2	1.34	2.65	2.6	0.36	0.29	468.76
3	Приміщення прибирального інвентарю	75	2.6	1	1.15	1	1.56	1.59	2.6	0.34	0.29	669.62
4	Евакуаційний тамбур	20	6.5	1	1.15	1	4.16	1.59	2.6	0.45	0.29	471.44
Приміщення житлової частини блок-секції												
1	Тамбур	30	4.8	1	1.14	1	3	1.64	2.6	0.41	0.29	526.00
1.1	Тамбур	30	3.06	1	1.14	1	1.8	1.78	2.6	0.36	0.29	326.78
1.2	Тамбур	30	4.8	1	1.14	1	3	1.64	2.6	0.41	0.29	526.00
2	Ліфтовий хол	75	9.58	1	1.14	2	1.8	5.64	2.6	0.53	0.29	1282.70
3	Незадимлена сходовая клітка	75	16	1	1.14	2	2	7.48	2.6	0.64	0.29	2004.92

продовження таблиці 2.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	Приміщення Прибирального інвентарю	75	3.2	1	1.14	1	1.75	1.78	2.6	0.36	0.29	830.38
5	Шахта для інженерних комунікацій	20	4.8	1	1.14	1	3.18	1.59	2.6	0.42	0.29	350.20
6	Шахта для інженерних комунікацій	20	4.8	1	1.14	1	3.18	1.57	2.6	0.42	0.29	350.20

Аналізуємо показники яскравості світла в порівнянні з передбачуваним рівнем освітлення, який повинна забезпечувати лампа.

$$D\Phi = \frac{\Phi_H \times \Phi_P}{\Phi_H} \times 100\%$$

Проаналізуємо освітленість, яка передбачається в просторі 2.1, відомому як виставково-торговий зал або приміщення 1.

$$D\Phi = \frac{3600 \times 3748,47}{3600} \times 100\% = -4,12\%$$

$D\Phi$ знаходиться в межах $[-15; +20\%]$.

У таблиці представлені розрахунки для інших приміщень.

Таблиця 2.4 – Перевірка світлового потоку на цокольному поверсі

№ Приміщ.	Найменування	E_H , лк	F , м ²	$\Phi_{роз}$, лм	Тип світильника	P , Вт	$\Phi_{ном}$, лм	$D\Phi$, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Торгово-виставковий зал 001								
1	Тамбур	20	3.8	271.44	ДВО20У	10	400	32.15
2	Торгово-виставковий зал	300	24.48	3748.48	ДВО20У	36	3600	-4.14
2.1	Виставкове приміщення	300	21.44	3280.20	ДВО20У	36	3600	8.88
2.2	Торговельне виставкове приміщення із зоною персоналу	300	44.38	3397.18	ДВО20У	36	3600	5.64
3	Туалет	75	4.8	656.26	ДВО20У	18	650	-0.94
4	Технічне приміщення (приміщення прибирального інвентарю)	75	2.28	613.38	ДВО20У	18	550	-11.54
5	Технічне приміщення	75	0.98	265.18	ДВО20У	10	400	33.71
Торгово-виставковий зал 2								
1	Тамбур	20	3.36	263.22	ДВО20У	10	400	34.22
1.1	Тамбур	20	3.36	239.28	ДВО20У	10	400	40.16

2	Зона персоналу	20	3.36	1072.46	ДВО20У	27	1000	-7.25
---	----------------	----	------	---------	--------	----	------	-------

продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.1	Торгове иставкове приміщення	200	10.52	2709.19	ДВО20У	36	3600	24.72
2.2	Торговельне виставкове приміщення	300	17.8	3738.76	ДВО20У	36	3600	-3.86
2.3	Торговельне виставкове приміщення	300	36.65	2709.16	ДВО20У	36	3600	24.75
2.4	Торговельне виставкове приміщення	300	17.8	3217.34	ДВО20У	36	3600	10.64
3	Туалет	300	10.52	455.38	ДВО20У	18	650	29.96
4	Приміщення прибирального інвентарю	75	3.5	518.40	ДВО20У	18	550	5.78
Торгово-виставковий зал 3								
1	Тамбур	20	3.8	271.44	ДВО20У	10	400	32.14
2	Торгово-виставкове приміщення	300	24.48	3748.48	ДВО20У	36	3600	-4.14
2.1	Виставкове приміщення	300	21.44	3280.20	ДВО20У	36	3600	8.84
2.2	Виставкове приміщення із зоною персоналу	300	44.38	3397.18	ДВО20У	36	3600	5.64
3	Туалет	75	4.8	656.26	ДВО20У	18	650	-0.94
4	Технічне приміщення	75	0.98	265.16	ДВО20У	10	400	33.72
5	Технічне приміщення (приміщення прибирального інвентарю)	75	2.28	613.38	ДВО20У	18	550	-11.54
Приміщення для інженерного обладнання та інженерних мереж								
1	Тамбур	30	2.78	296.78	ДВО20У	10	400	25.82
1.1	Коридор	75	12.14	1623.22	ДВО20У	18	1600	-1.44
2	Вузол управління	30	31.65	484.28	ДВО20У	18	550	11.94
2.1	Технічне приміщення	30	8.66	463.38	ДВО20У	18	550	15.76
2.2	Технічне приміщення	30	8.66	463.38	ДВО20У	18	550	15.76
2.3	Технічне приміщення	30	17.35	685.24	ДВО20У	18	550	-24.58
2.4	Шахта для інженерних комунікацій	20	4.8	350.10	ДВО20У	10	400	12.52
2.5	Шахта для інженерних комунікацій	20	4.8	350.10	ДВО20У	10	400	12.52
3	Електрощитова для житлової частини	50	7.24	644.66	ДВО20У	18	1600	59.73
4	Електрощитова для нежитлової частини	50	10.45	933.94	ДВО20У	18	1600	41.61

Таблиця 2.5 – Перевірка світлового потоку першого поверху

№ Приміщ.	Найменування	E_H , лк	F , м ²	$\Phi_{роз}$, лм	Тип світильника	P , Вт	$\Phi_{ном}$, лм	$D\Phi$, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Офіс 1								
1.1	Робоче приміщення офісу	400	47.6	3902.05		36	3600	-8.38
1.2	Робоче приміщення офісу (підсобна зона)	400	42.6	3882.08		36	3600	-7.87
1.3	Робоче приміщення офісу	400	64.2	3755.12		36	3600	-4.32
2	Туалет	75	3.6	468.74		18	650	27.87
3	Приміщення прибирального інвентарю	75	2.6	669.65		5	800	16.28
4	Евакуаційний тамбур	20	6.6	471.46		12	500	5.71
Торгово-виставковий зал 2								
1	Коридор	75	5.4	1419.65		36	3600	60.58
2.1	Виставковий зал	300	37.2	2523.82		36	3600	29.87
2	Виставковий зал із зоною персоналу	300	21.4	2608.18		36	3600	27.54
3	Туалет	75	2.8	361.63		18	650	44.36
4	Приміщення прибирального інвентарю	50	2.6	446.45		5	800	44.22
Офіс 3								
1.1	Робоче приміщення офісу	400	53.8	3646.24		36	3600	-1.26
1.2	Робоче приміщення офісу (підсобна зона)	400	42.6	3882.08		36	3600	-7.85
1.3	Робоче приміщення офісу	400	64.5	3755.20		36	3600	-4.32
2	Туалет	75	3.4	468.70		18	650	27.86
3	Приміщення прибирального інвентарю	75	2.6	669.65		5	800	16.28
4	Евакуаційний тамбур	20	6.4	471.44		12	500	5.72
Приміщення для інженерного обладнання та інженерних мереж								
1	Тамбур	30	4.8	525.10		12	500	-5.0
1	Тамбур	30	3.06	326.78		10	400	18.35
1.2	Тамбур	30	4.8	525.14		12	500	-5.00
2	Ліфтовий хол	75	9.58	1281.75		36	3200	59.90
3	Незадимлена сходові клітка	75	14.95	2004.95		36	3200	37.40
4	Приміщення прибирального інвентарю	75	3.3	830.35		5	800	-3.78
5	Шахта для інженерних комунікацій	20	4.9	350.00		10	400	12.50
6	Шахта для інженерних комунікацій	20	4.9	350.00		10	400	12.50

2.2 Визначення параметрів ВРП в приміщеннях комерційного призначення приміщень

У нашому аналізі ми приділимо увагу одному з двох ідентичних під'їздів, які є в цьому багатоквартирному будинку.

Для розрахунку та аналізу електричного навантаження в комерційних приміщеннях ми застосували методики, передбачені «ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення»..

Визначимо необхідне навантаження:

$$P_S = P_{роз} + P_{осв}$$

де $P_{роз}$ – потужність навантаження розеток;

$P_{осв}$ – потужність освітлювального навантаження

$$P_{роз} = P_{роз.1} \times N_{роз} \times K_{роз}$$

де $P_{роз.1}$ – потужність однієї розетки\$

$N_{роз}$ – кількість розеток;

$K_{роз}$ – коефіцієнт попиту ($K_{роз} = 0,4$)

$$P_{осв} = K_{осв} + P_{осв}$$

де, $K_{осв}$ – коефіцієнт освітлення ($K_{осв} = 1,1$)

$P_{осв}$ – потужність освітлювальних приладів

$$P_{осв} = P_O \times N$$

де P_O – потужність одного освітлювального приладу;

N – кількість ламп

До нежитлових приміщень відносяться:

-цоколь;

- перший поверх.

1) Обчислимо величину навантаження, яка буде на цокольному поверсі:

Розрахунок розеткового навантаження

Таблиця 2.6 – Потужність розеткової групи

Вид розетки	Потужність	Кількість	Сумарна кількість
Подвійні	2	6	12
Подвійні	0.5	20	40
Одинарні	0.62	3	3

$$P_{роз} = 0,4 \times (2 \times 12 + 0,5 \times 40 + 0,62 \times 3) = 18,35 \text{ кВт}$$

Розрахунок освітлювального навантаження

$$P_{осв} = K_{осв} \times P_o = 1,1 \times (1728 + 96 + 144 + 70 + 54 + 108) = 22,42 \text{ кВт}$$

Знаходимо розрахункове навантаження:

$$P_{н.с} = 18,34 + 2,42 = 20,76 \text{ кВт}$$

Обчислимо навантаження, яке прикладається до першого рівня будівлі:

Розрахунок розеткового навантаження:

$$P_{роз} = 0,4 \times (0,5 \times 66 + 2 \times 14 + 1 \times 4) = 26 \text{ кВт}$$

Розрахунок освітлювального навантаження

$$P_{осв} = K_{осв} \times P_o = 1,1 \times (2988 + 84 + 30 + 20 + 72) = 3194 \text{ Вт} = 3,19 \text{ кВт}.$$

Обчислюємо розрахункове навантаження:

$$P_s = 26 + 3,19 = 29,19 \text{ кВт}$$

2.3 Розрахунок навантаження ВРП житлового будинку

Розрахункове навантаження ВРУ обчислюється за формулою:

$$P = P_{кв} + 0,9P_c$$

де $P_{кв}$ – розрахункове електричне навантаження квартир,

P_c – розрахункове електричне навантаження силових електроприймачів.

$$P_{кв} = P_{кв.пит} \times N$$

де $P_{кв.пит}$ – питоме електричне навантаження квартир,

N – кількість квартир.

$$P_c = P_{p.l} + P_{в.н.}$$

де $P_{p.l}$ – потужність ліфтів,

$P_{p.l}$ – потужність електродвигунів вентиляторів, насосів тощо/

$$P_{p.l} = K_n \times N \times P_l$$

де K_n – коефіцієнт попиту ($K_n = 0,8$),

N – кількість ліфтів,

P_l – потужність ліфта.

$$I = \frac{\dot{a} P}{U \times \cos j}$$

де K_{II} – коефіцієнт попиту ($K_{II} = 0,77$)

N – кількість двигунів

P_o – потужність двигуна

$P_{кв.лит} = 1,5 \text{ кВт} / \text{квар}$, $N = 88$ (на один під'їзд) звідси випливає, що:

$$P_{кв} = 1,5 \times 88 = 132 \text{ кВт}$$

У нашому проекті встановлено два ліфти: пасажирський, що працює з потужністю 4 кВт, і другий, більш потужний, з параметрами 10 кВт. Однак, незважаючи на різницю в потужностях, обидва мають однакові навантаження.

$$P_{p.l} = 0,8 \times (10 + 4) = 11,2 \text{ кВт}$$

Очікується, що номінальне навантаження для електродвигунів буде встановлено на певному рівні:

$$P_{co1} = P_{co2} = 0,165 \text{ кВт}$$

$$P_{co3} = P_{co4} = 0,06 \text{ кВт}$$

Проектування електродвигунів передбачає встановлення номінального навантаження наступного порядку:

$$P_{в.н.} = 0,77 \times (0,165 \times 2 + 0,06 \times 2) = 0,34 \text{ кВт}$$

Силові електроприймачі мають розрахункове електричне навантаження, яке визначається як:

$$P_c = 11,2 + 0,34 = 11,54 \text{ кВт}$$

Величина, рівна розрахунковому навантаженню ВРП, становить:

$$P = 132 + 0,9 \times 1,54 = 142,38 \text{ кВт}$$

2.4 Розрахунок освітлювального навантаження

Освітлювальні пристрої отримують електроенергію, яка передається по спеціалізованих лініях від підстанцій. Ці лінії, які називаються груповими, з'єднуються з меншими щитками, що розподіляють енергію безпосередньо до джерел світла.

Підстанції забезпечують напругу в 220 В для звичайного освітлення, при цьому існують окремі кола, прямо підключені до низьковольтних шин підстанцій, для подачі електрики до систем робочого освітлення.

Здійснюємо розміщення світильників уздовж групової лінії відповідно до їх фаз. Робиться це для того, щоб зменшити вплив стробоскопічного ефекту, знизити збитки при зникненні напруги в одній з фаз і зменшити втрати потужності і напруги в дроті [15].

$$M = \sum P_i \times L_i$$

де P_i – потужність лампи, кВт;

L_i – відстань від лампи до джерела живлення, м

Струм для однофазної лінії знаходимо за формулою:

$$I = \frac{\sum P}{U \times \cos j}$$

де U – напруга мережі (220 В),

$\sum P$ – сумарна потужність фази,

$\cos j = 1$

Для трифазної лінії струм знаходиться за формулою:

$$I = \frac{IA = 0,53 \text{ AIB} = 0,78 \text{ AIC} = 1,14 \text{ AI APem кв} = 1P_{\text{кв}} * K_o * K_c * N}{\sqrt{3} \times U \times \cos j}$$

де U – напруга мережі (380 В)

$\sum P$ – сумарна потужність лінії,

$$\cos j = 1$$

Для кожної секції цокольного поверху, оснащеної окремими щитками освітлення, ми виконаємо освітлювальний розрахунок. У разі виявлення, що струм в будь-якій лінії нижчий, ніж в одній з фаз, ми направимо в неї струм від фази з максимальним значенням.

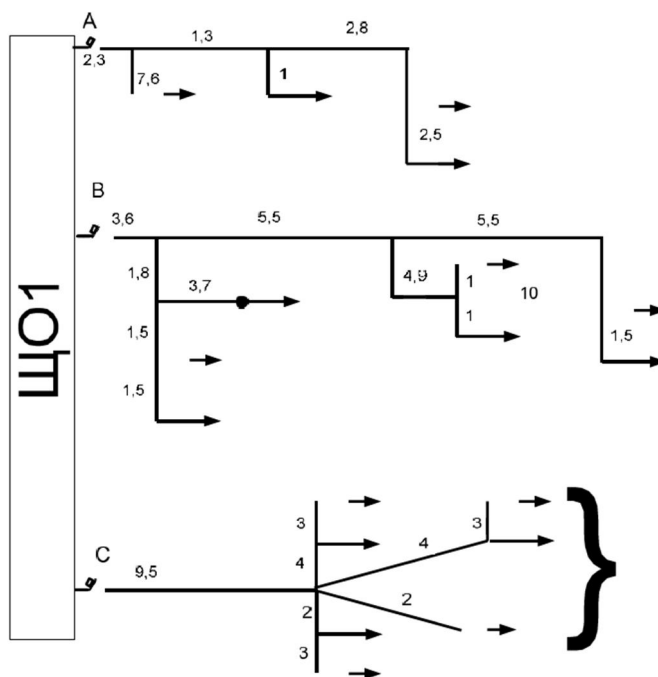


Рисунок 2.1 – Однолінійна схема освітлення цокольного поверху в торгово-виставковому залі 1.

Знайдемо моменти на кожній фазі:

$$MA = 887,4 \text{ Вт} \times \text{м}$$

$$MB = 2081,4 \text{ Вт} \times \text{м}$$

$$MC = 3510 \text{ Вт} \times \text{м}$$

Струм у кожній фазі:

$$IA = 0,53 \text{ А}$$

$$IB = 0,78 \text{ А}$$

$$IC = 1,14 \text{ А}$$

Момент від ВРП до щитка:

$$M(\text{ЩС1} - \text{ВРП}) = 542 \times 20 = 10840 \text{ Вт} \times \text{м}$$

Струм від ВРП до щитка

$$I(\text{ЩС1} - \text{ВРП}) = 0,82 \text{ А}, I(\text{ЩС1} - \text{ВРПУ}) < I_C, \text{ Тоді } I(\text{ЩС1} - \text{ВРП}) = 1,14 \text{ А}$$

Проводимо розрахунки для цоколя і першого поверху, їх результати будуть занесені в таблицю з усіма іншими секціями.

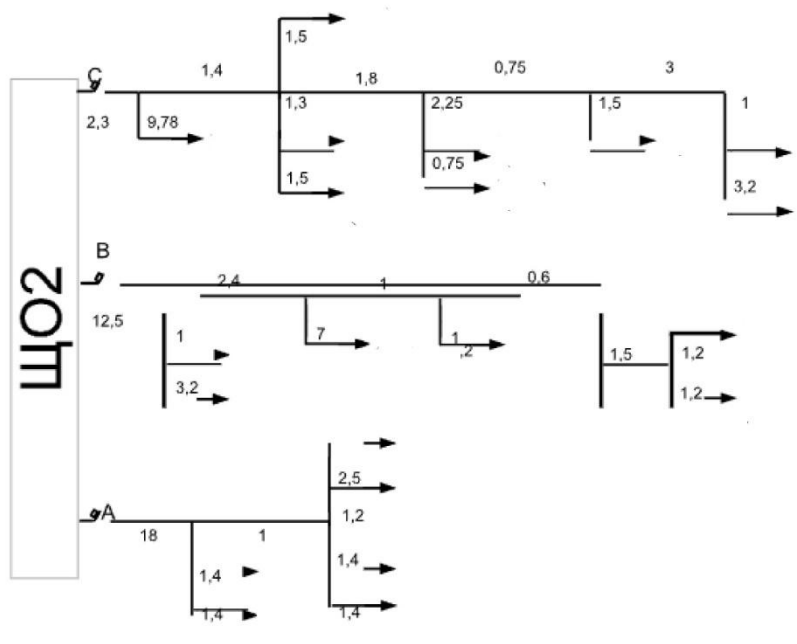


Рисунок 2.2 – Однолінійна схема освітлення цокольного поверху в торгово-виставковому залі 2.

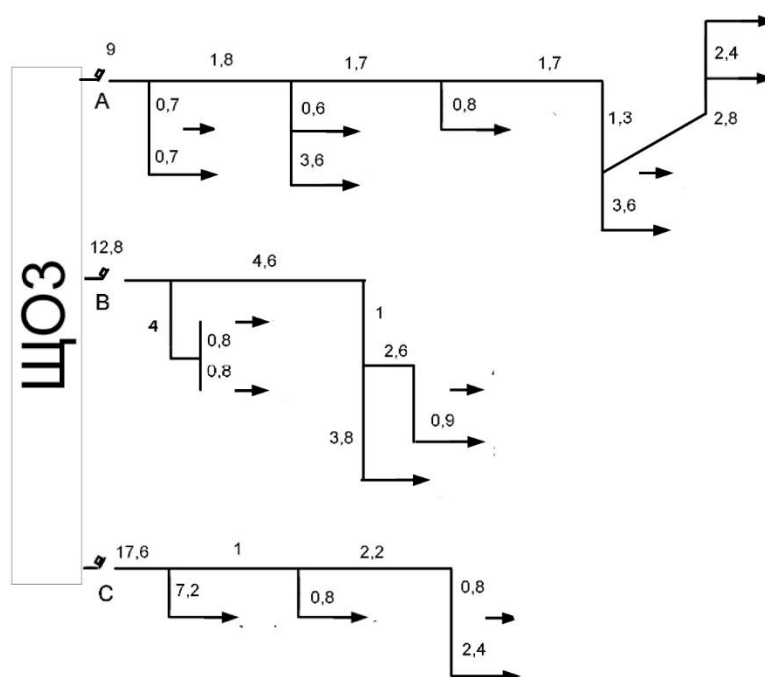


Рисунок 2.3 – Однолінійна схема освітлення цокольного поверху в торгово-виставковому залі 3.

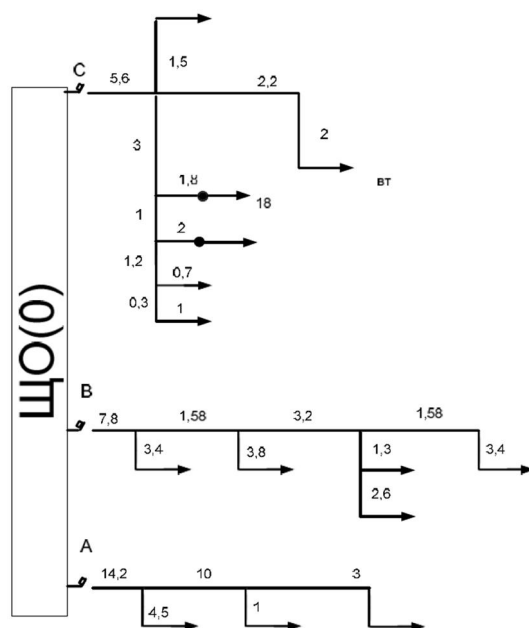


Рисунок 2.4 – Однолінійна схема освітлення цокольного поверху (приміщення для інженерного обладнання та інженери мереж).

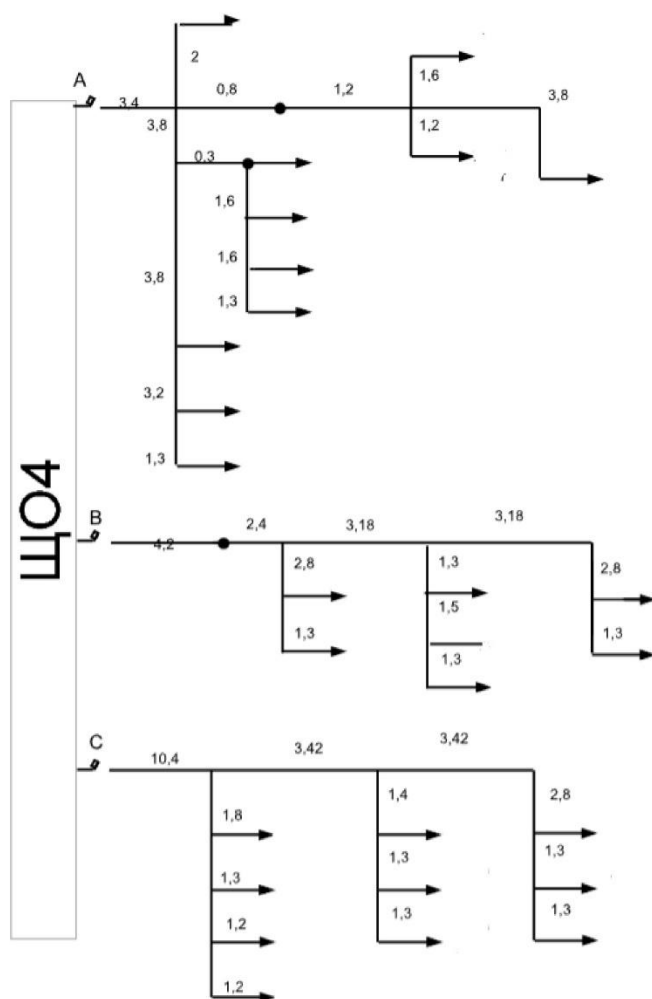


Рисунок 2.5 – Однолінійна схема освітлення 1-го поверху (офіс 1)

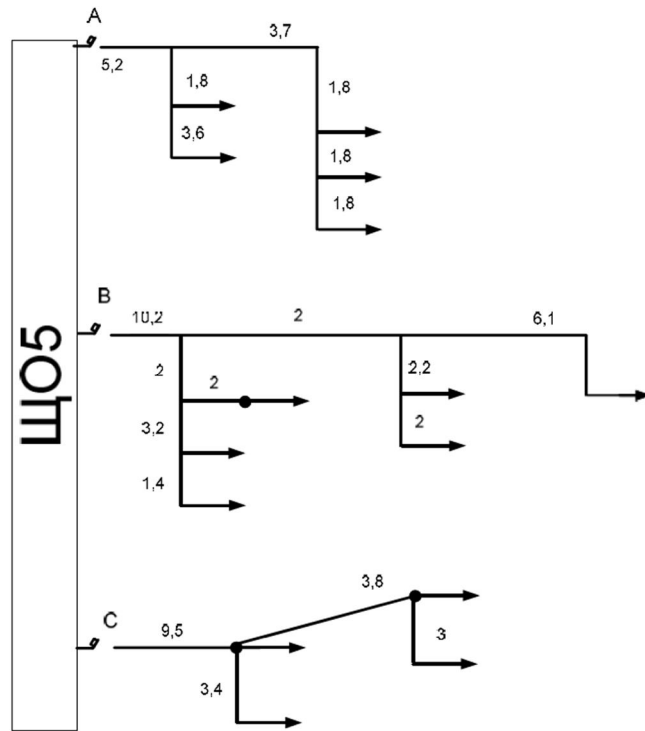


Рисунок 2.6 – Однолінійна схема освітлення 1-го поверху
в торгово-виставковому залі 2.

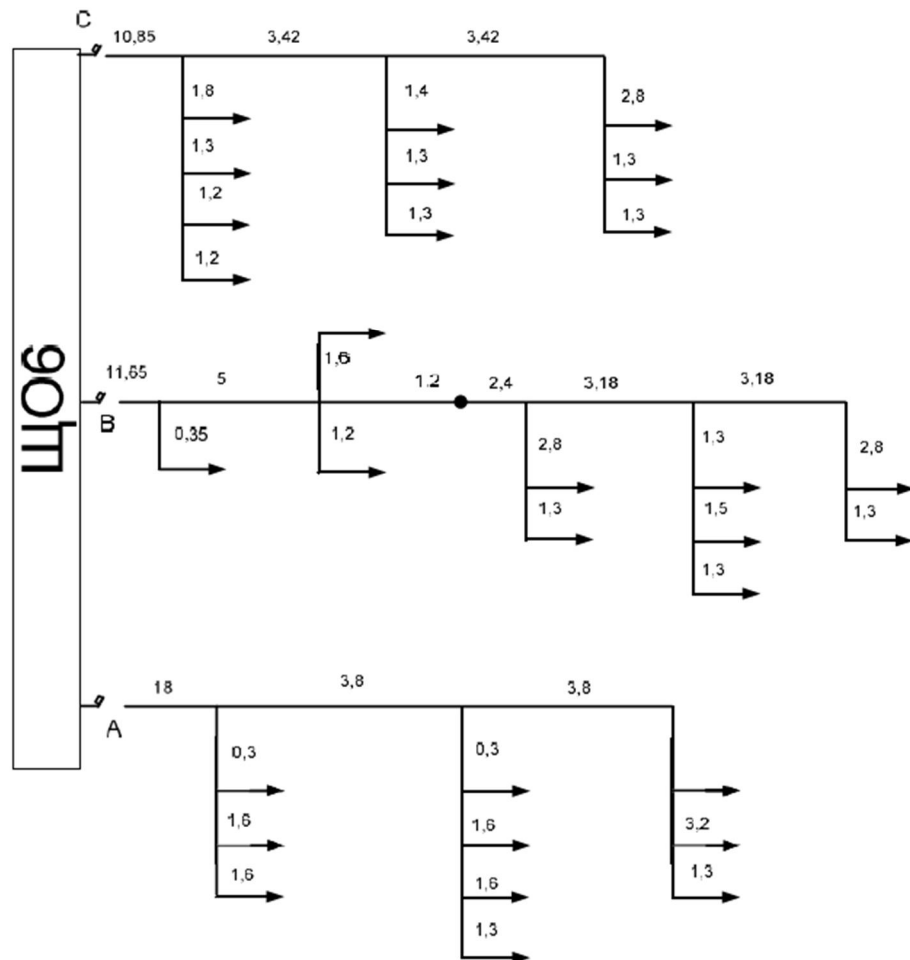


Рисунок 2.7 – Однолінійна схема освітлення 1-го поверху (офіс 3).

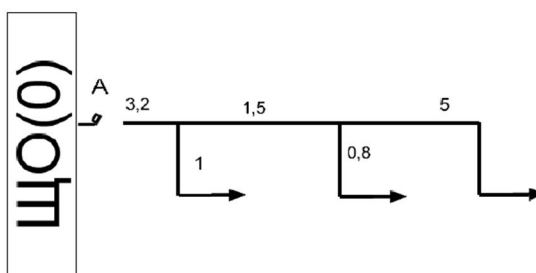


Рисунок 2.8 – Однолінійна схема освітлення приміщення житлової частини блок-секції.

Таблиця 2.7 – Розрахунок моментів щитків освітлення першого поверху

Приміщення	M $\text{кВт} \times \text{м}$	$\text{а} P, \text{Вт}$	I, A
Офіс 1			
Фаза – А	3.4	325	1.47
Фаза – В	3.2	252	1.14
Фаза – С	6.1	360	1.63
Торгово-виставковий зал 2			
Фаза – А	1.98	180	0.81
Фаза – В	2.4	149	0.67
Фаза – С	1.87	144	0.65
Офіс 3			
Фаза – А	8.7	360	1.63
Фаза – В	7.4	293	1.33
Фаза – С	6.27	360	1.63
Приміщення житлової частини блок-секції			
Фаза – А	0.16	25	0.11

Таблиця 2.8 – Розрахунок моментів освітлення ВРП першого поверху

Лінія	$L, \text{м}$	M $\text{кВт} \times \text{м}$	$\text{а} P, \text{Вт}$	$I_{\text{розр}}, A$	I, A
ЩО4 – ВРП2	19.18	18.83	982	1.49	1.63
ЩО5 – ВРП2	28.31	14.66	518	0.79	0.81
ЩО6 – ВРП2	25.7	27.19	1058	1.61	1.63
ЩО(0) – ВРП1	8.2	0.205	25	0.04	0.1

2.5 Розрахунок навантажень електроприймачів

Нам належить провести розрахунки навантажень на розеткові групи в загальнобудинкових приміщеннях, визначити загальне навантаження на квартири та щитки кожного поверху.

Аналогічно розрахункам потужностей і струмів в лініях освітлення, проводяться обчислення для лінії відповідно до аналогічних принципів.

Розрахунок розеткової групи цоколя Торгово-виставковий зал 1.

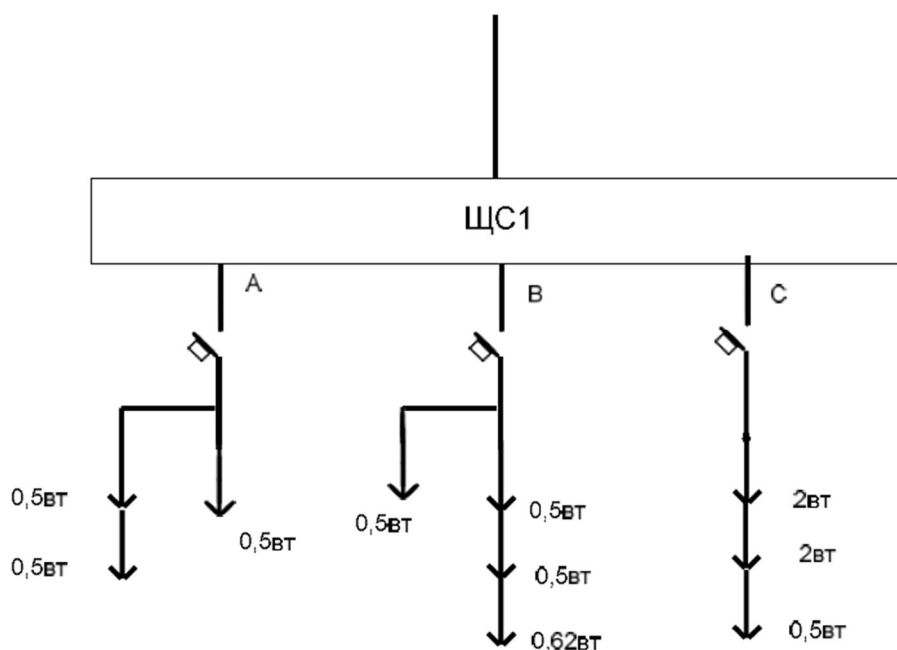


Рисунок 2.9 – Однолінійна схема розеткової групи.

Торгово-виставковий зал 1 (цокольний поверх).

$$PSA = 0,5 \times 3 = 1,5 \text{ кВт} = 1500 \text{ Вт}$$

$$PSB = 0,5 \times 3 + 0,62 = 2,12 \text{ кВт} = 2120 \text{ Вт}$$

$$PSC = 2 \times 2 + 0,5 = 4,5 \text{ кВт} = 4500 \text{ Вт}$$

$$IA = \frac{1500}{220} = 6,8 \text{ А}$$

$$IB = \frac{2120}{220} = 9,6 \text{ А}$$

$$IC = \frac{4500}{220} = 20,45 \text{ А}$$

Від щитка до ВРП беремо найбільший струм на фазах, $I = IC = 20,45 \text{ А}$.

Встановимо навантаження для решти кімнат і занесемо розрахунки в таблицю 2.9.

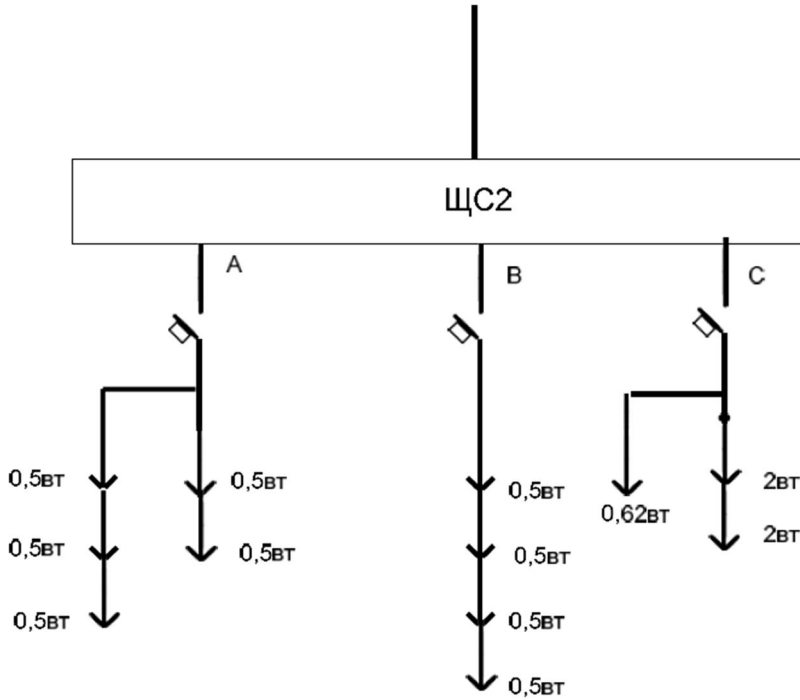


Рисунок 2.10 – Однолінійна схема розеткової групи.
Торгово- виставковий зал 2 (цокольний поверх).

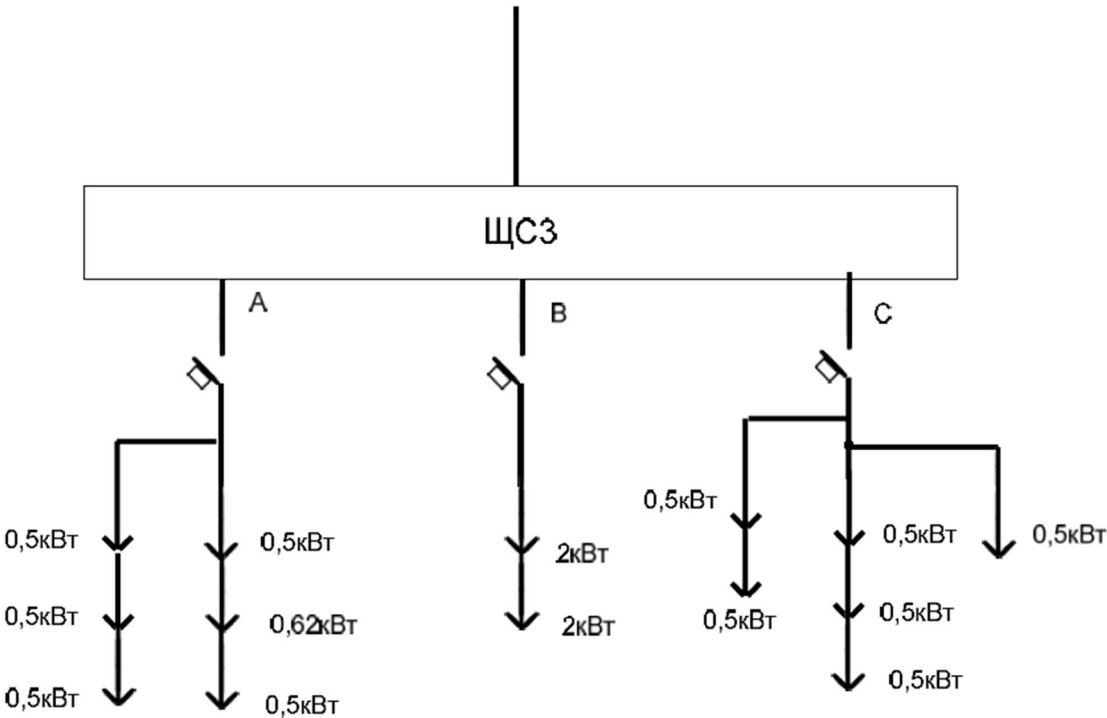


Рисунок 2.11 – Однолінійна схема розеткової групи.
Торгово- виставковий зал 3 (цокольний поверх).

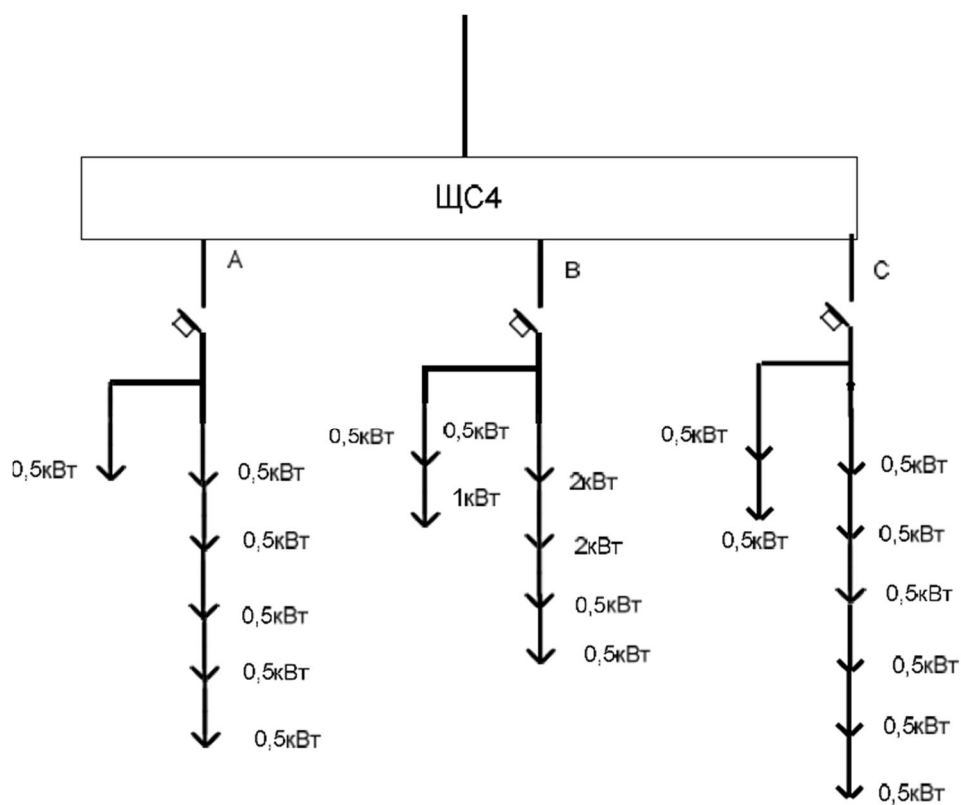


Рисунок 2.12 – Однолінійна схема розеткової групи (офіс 1).

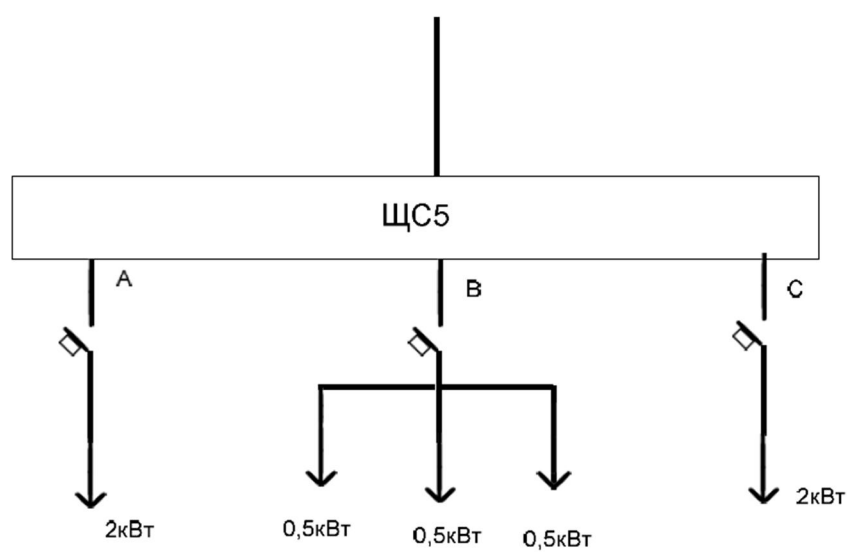


Рисунок 2.13 – Однолінійна схема розеткової групи.

Торгово- виставковий зал 3 (1 поверх).

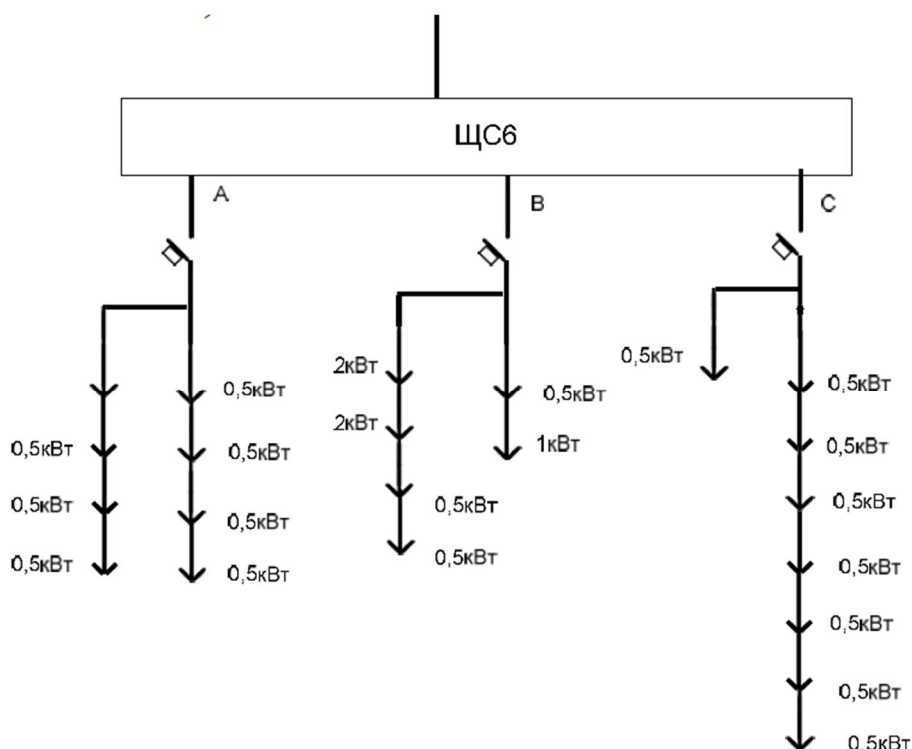


Рисунок 2.14 – Однолінійна схема розеткової групи (офіс 3).

Таблиця 2.9 – Розрахунок навантаження силових щитів цокольного та першого поверху.

Приміщення	I, A	$\sum P, Вт$
1	2	3
Торгово-виставковий зал 1		
Фаза – В	9,6	2120
Фаза – С	20,45	4500
Торгово-виставковий зал 2		
Фаза – А	11,36	250
Фаза – В	9,09	200
Фаза – С	21	4620
Торгово-виставковий зал 3		
Фаза – А	14,18	312
Фаза – В	18,18	400
Фаза – С	13,63	3000
Офіс 1		
Фаза – А	13,63	3000
Фаза – В	29,54	650
Фаза – С	18	4000

продовження таблиці 2.9

1	2	3
Торгово-виставковий зал 2		
Фаза – А	9	2000
Фаза – В	6,8	150
Фаза – С	9	2000
Офіс 3		
Фаза – А	18	4000

Таблиця 2.10 – Розрахунок навантаження силових щитів цокольного та першого поверху.

Лінія	$\sum P, \text{кВт}$	$I_{\text{розр}}, \text{А}$	$I, \text{А}$
ЩС1 – ВРУ2	8.12	12.35	20.45
ЩС2 – ВРУ2	9.12	13.87	21
ЩС3 – ВРУ2	10.12	15.39	18.18
ЩС4 – ВРУ2	13.5	20.54	29.54
ЩС5 – ВРУ2	0.55	8.37	9
ЩС6 – ВРУ2	1.45	22.06	29

Проведемо розрахунок навантаження квартир На кожному поверсі розташовано вісім квартир. Квартири, що знаходяться з 2 по 6 поверх, підключені до одного електричного щитка, тоді як ті, що розташовуються з 7 по 12 поверх, обслуговуються іншим щитком.

$$P_k = 8 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{осв}} = S_{\text{кв}} \times P_{\text{осв.ншт}}$$

де $S_{\text{кв}}$ – площа квартири;

$$P_{\text{осв.ншт}} = 30 \text{ Вт (для 40 квартир)}$$

$$P_{\text{роз}} = K_o \times K_c \times N \times P_p$$

де K_o – коефіцієнт одночасності ($K_o = 1$)

K_c – коефіцієнт ($K_c = 0,75$)

N – кількість квартир

P_p – потужність розетки, кВт.

$$P_{роз} = 1 \times 0,75 \times 8 \times 0,5 = 3 \text{ кВт}$$

Проведемо розрахунок навантажень квартир і занесемо дані в таблицю.

Таблиця 2.11 – Розрахункове навантаження квартир одного поверху (2-6 поверх)

Квартира	$S, \text{ м}^2$	$P_{осв \text{ пнт}}, \text{ кВт}$	$P_{осв}, \text{ кВт}$	$P_{плит}, \text{ кВт}$	$P_{роз}, \text{ кВт}$	$P_{осв}, \text{ кВт}$	$P_{кв}, \text{ кВт}$
1-А1	30.10	0.030	0,90	8	5.4	0.90	14.30
1-А1	30.10	0.030	0,90	8	5.4	0.90	14.30
1-Б1	28.90	0.030	0,87	8	5.4	0.87	14.26
1-Б1	28.90	0.030	0,87	8	5.4	0.87	14.26
1-В1	26.00	0.030	0,78	8	5.4	0.78	14.18
1-В2	26.00	0.030	0,78	8	5.4	0.78	14.18
3А	89.70	0.030	2,69	8	5.4	2.69	16.09
3А	89.70	0.030	2,69	8	5.4	2.69	16.09
						$\sum P_{кв}, \text{ кВт}$	117.682

Знаходимо загальне навантаження на квартири з 2 по 6 поверх:

$$P_{пов \text{ кв}} = \sum P_{кв} \times K_o \times K_c \times N$$

де K_o – коефіцієнт одночасності ($K_o = 0,2$);

K_c – коефіцієнт ($K_c = 0,7$);

N – кількість поверхів;

$\sum P_{кв}$ – потужність навантаження одного поверху, кВт

$$P_{пов \text{ кв}} = 117,682 \times 0,2 \times 0,7 \times 5 = 82,37 \text{ кВт}$$

Також розрахуємо навантаження квартир з 7 по 12 поверх.

$$P_{осв.плит} = 20 \text{ Вт (для 48 квартир)}$$

Таблиця 2.12 – Розрахункове навантаження квартир одного поверху (7-12 поверх)

Квартира	$S, \text{ м}^2$	$P_{\text{осв пнт}}, \text{ кВт}$	$P_{\text{осв}}, \text{ кВт}$	$P_{\text{плит}}, \text{ кВт}$	$P_{\text{роз}}, \text{ кВт}$	$P_{\text{осв}}, \text{ кВт}$	$P_{\text{кв}}, \text{ кВт}$
1А2	47.30	0.02	0.95	8	5.4	0.95	14.346
1А2	47.30	0.02	0.95	8	5.4	0.95	14.346
1Б2	30.50	0.02	0.61	8	5.4	0.61	14.01
1Б2	30.50	0.02	0.61	8	5.4	0.61	14.01
1В1	26.00	0.02	0.52	8	5.4	0.52	13.92
1В2	26.00	0.02	0.52	8	5.4	0.52	13.92
2	71.10	0.02	1.42	8	5.4	1.42	14.822
2	71.10	0.02	1.42	8	5.4	1.42	14.822
						$\sum P_{\text{кв}}, \text{ кВт}$	114.196

Розраховуємо загальне навантаження квартир з 7 по 12 поверх:

$$P_{\text{пов кв}} = 114,196 \times 0,2 \times 0,7 \times 6 = 92,92 \text{ кВт}$$

2.6 Фазовий розподіл несиметричного електричного навантаження

На першому та цокольному поверхах навантаження розділене на три окремі лінії, які забезпечують живлення силових щитів і освітлення. Кожен поверх забезпечує живлення для восьми квартир від відповідних щитків.

Таблиця 2.13 – Розподіл несиметричного електричного навантаження щитків освітлення цоколя і першого поверху.

Лінія	$P_{\text{роз}}, \text{ кВт}$	фаза
1	2	3
ЩО1 – (1)	0,118	А
ЩО1 – (1)	0,168	В
ЩО1 – (1)	0,252	С
ЩО2 – (2)	0,180	А
ЩО2 – (2)	0,150	
ЩО2 – (2)	0,258	С

продовження таблиці 2.13

1	2	3
ЩОЗ – (3)	0,284	A
ЩОЗ – (3)	0,140	
ЩОЗ – (3)	0,109	C
ЩО4 – (1)	0,325	A
ЩО4 – (1)	0,252	B
ЩО4 – (1)	0,360	C
ЩО5 – (2)	0,180	A
ЩО5 – (2)	0,149	B
ЩО5 – (2)	0,144	C
ЩО6 – (3)	0,360	A
ЩО6 – (3)	0,293	B
ЩО6 – (3)	0,360	C

$$P_{\text{А}} = 1,447 \text{ кВт}; P_{\text{Б}} = 1,152 \text{ кВт}; P_{\text{С}} = 1,483 \text{ кВт}.$$

Таблиця 2.14 – Розподіл несиметричного електричного навантаження поверхових щитків.

Поверх	Фаза А (№ кв)	Фаза А ($\sum P_{\text{кв}}$, кВт)	Фаза Б (№ кв)	Фаза Б ($\sum P_{\text{кв}}$, кВт)	Фаза С (№ кв)	Фаза С ($\sum P_{\text{кв}}$, кВт)
2	1А-1, 1А-1	42.873	1Б-1, 1Б-1,	42.627	3-А, 3-А	32.182
3	3-А, 3-А, 1А	46.485	1А-1, 1Б-1	28.57	1Б-1, 1Б-1	42.627
4	1Б-1, 1Б-1	28.447	1Б-2, 3-А, 3-А	46.362	1А-1, 1А-1	42.873
5	1Б-2, 3-А, 1Б	44.538	3-А, 1А-1, 1А	44.697	1Б-1, 1Б-1	28.447
6	1Б-1, 1Б-1	42.627	3-А, 1Б-1	30.358	3-А, 1А-1	44.697
7	1А-2, 1А-2	28.692	1Б-2, 1Б-1,	41.85	2-А, 2-А	43.65
8	2-А, 2-А, 1Б	43.654	1А-2, 1А-2	42.702	1Б-1, 1Б-2	27.84
9	1Б-1, 1Б-2,	42.662	1А-2, 1Б-2	28.356	2-А, 1Б-2	43.178
10	1Б-1, 2-А	28.742	1Б-2, 2-А,	43.088	1А-2, 1Б-2	42.366
11	1Б-1, 1А-2, 1Б-2	42.276	1Б-2, 1А2, 1Б2	42.276	2-А, 2-А	29.644
12	2-А, 1Б-1, 1А2	43.088	2-А, 1А-2	29	1Б-2, 1Б-2	41.94

$$PSA = 432 \text{ кВт}$$

$$PSB = 420 \text{ кВт}$$

$$PSC = 419,44 \text{ кВт}$$

Таблиця 2.15 – Розподіл несиметричного електричного навантаження поверхових щитків.

Лінія	$P_{роз}, \text{кВт}$	фаза
ЩС1 – (1)	1 500	А
ЩС1 – (1)	2 120	
ЩС1 – (1)	4 500	С
ЩС2 –(2)	2 500	А
ЩС2 –(2)	2 000	
ЩС2 –(2)	4 620	С
ЩС3 –(3)	3 120	А
ЩС3 –(3)	4 000	
ЩС3 –(3)	3 000	С
ЩС4 – (1)	3 000	А
ЩС4 – (1)	6 500	
ЩС4 – (1)	4 000	С
ЩС5 –(2)	2 000	А
ЩС5 –(2)	1 500	
ЩС5 –(2)	2 000	С
ЩС6 – (3)	4 000	А
ЩС6 – (3)	6 500	
ЩС6 – (3)	4 000	С

$$PSA = 16,12 \text{ кВт}$$

$$PSB = 22,62 \text{ кВт}$$

$$PSC = 22,12 \text{ кВт}$$

2.7 Розрахунок навантаження споживачів I категорії

Електроприймачі, віднесені до першої категорії, характеризуються як критично важливі, оскільки переривання електропостачання для них загрожує ризиком для життя людей.

Отже, принцип роботи цієї системи базується на постійному отриманні електроенергії через два окремі канали, де процес автоматичного переведення енергії з одного каналу на інший виконується за миті.

У районах, призначених для проживання і комерційної діяльності, функціонують спеціалізовані розподільні пристрої з автоматичним введенням резерву, що обслуговують об'єкти, які відносяться до першої категорії споживачів.

Таблиця 2.16 – Навантаження споживачів I категорії нежитлової зони

Найменування	Марка	$P, \text{кВт}$
Освітлення ліфтового холу	Гр. А 1	0.04
Сутінковий вимикач (фотоелемент в комплекті)	Гр. А 2	0.1
Аварійне освітлення Торгово-виставковий зал 1	ЩАО 1	0.3
Аварійне освітлення Офіс №1	ЩАО 4	0.3
Аварійне освітлення Торгово-виставковий зал 2	ЩАО 2	0.3
Аварійне освітлення Торгово-виставковий зал 2	ЩАО 5	0.3
Аварійне освітлення Торгово-виставковий зал 3	ЩАО 3	0.3
Аварійне освітлення Офіс №3	ЩАО 6	0.3
Циркуляційні насоси ІТП	Гр. Р	0.01
	НЦ 3	0.045
	НЦ 4	0.04

Таблиця 2.17 – Навантаження споживачів I категорії житлової зони

Найменування	Марка	$P, \text{кВт}$
Ліфтові установки	М-3	12
	М-4	12
Аварійне освітлення ліфтового холу	Гр. АІ	0.75
	Гр. А2	0.75
Аварійне освітлення підвалу та першого поверху	Гр. А3	0.2
Освітлення входу покажчика будинку	Гр. А4	0.2
Пожежна сигналізація	ПКП	0
Пожежна вентиляція	ЩПВ	6.3
Підйомник для інвалідів	Гр. А5	0.7
Циркуляційні насоси ІТП	НЦ - Н1	0.23
	НЦ - Н2	0.23
	Гр. Р3	0.01
	$\sum P, \text{кВт}$	33.43

2.8 Висновки розділу 2

У розрахунково-дослідницькому розділі виконано комплексний аналіз та інженерні розрахунки систем електропостачання і освітлення житлово-громадської будівлі з комерційними приміщеннями. Проведено детальний розрахунок освітленості для приміщень цокольного та першого поверхів із застосуванням світильників типу ДВО20У, при цьому отримані значення освітленості відповідають нормативним вимогам і знаходяться в допустимих межах відхилень.

Визначено електричні навантаження розеткових і освітлювальних груп нежитлової та житлової частин будівлі, виконано розрахунок навантажень ввідно-розподільчих пристроїв, а також силових і освітлювальних щитків. Проведено балансування фаз та розподіл несиметричних навантажень, що забезпечує підвищення надійності та стабільності роботи електричної мережі.

Розраховано навантаження споживачів I категорії та обґрунтовано необхідність резервного електропостачання з автоматичним введенням резерву, що гарантує безперервність електроживлення критично важливих систем. Отримані результати підтверджують технічну доцільність прийнятих проєктних рішень і можуть бути використані при практичній реалізації системи електропостачання будівлі.

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Вибір комутаційних пристроїв

На передовому місці в арсеналі засобів для забезпечення безпеки в електричних системах стоять пристрої захисного відключення (ПЗВ). Вони виділяються своєю здатністю запобігати тривалому проходженню електричного струму через тіло людини, яка випадково опинилася під напругою, завдяки їх блискавичній реакції на проблему (відключення відбувається за лічені соті частки секунди), що попереджає серйозні наслідки.

В арсеналі методів запобігання витоків електричного струму диференціальні захисні пристрої (ПЗВ) виділяються своєю унікальністю. Ці пристрої здатні виявляти порушення в потоці струму і запобігати можливим нещасним випадкам, пов'язаним як з непрямим, так і з прямим контактом людей з електричними частинами, що знаходяться під напругою. На відміну від традиційних методів, таких як заземлення, занулення або вирівнювання потенціалів, ПЗВ пропонує додатковий захист, попереджаючи прямі дотики до джерел струму. Більш того, ці пристрої відіграють ключову роль у запобіганні пожеж, обумовлених витокami струму через погіршення стану ізоляції.

Для гарантії безпеки на цьому об'єкті застосування автоматичних пристроїв з різноманітними ступенями номінального струму (5, 16, 25, 32, 40, 100, 160 А) є нормою. Підбір відповідного автоматичного вимикача залежить від потужності споживаного струму по лінії, причому для забезпечення надійності, цей показник повинен перевищувати номінальну потужність автомата при однофазному навантаженні в 3 рази і при трифазному навантаженні в 5 разів.

Таблиця 3.1 – Вибір комутаційних пристроїв ВРП1 в житлових приміщеннях

№ Лінії	$P_p,$ $Вт$	$I_p,$ A	Тип автомата	$I_{розч},$ A	$I_{н.а},$ A
ВРП1 (споживачі 2 і 3 категорії)					
(2 - 6) поверх					
Квартирні автомати					
ЩП – 1-А1	14000	63	ВА47–29	30	100
Щ1-А1 – 1-А1 (П)	8000	36.36	ВА47–29	120	40
Щ1-А1 – 1-А1 (Р)	5400	24.55	ВА47–29	75	25
Щ1-А1 – 1-А1 (О)	900	4.09	ВА47–29	48	16
ЩЕ2 – 1Б1	14000	63.64	ВА47–29	30	100
Щ1Б1 – 1Б1 (П)	8000	36.36	ВА47–29	120	40
Щ1Б1 – 1-А1 (Р)	5400	24.55	ВА47–29	75	25
Щ1Б1 – 1-Б1 (О)	870	3.95	ВА47–29	48	16
ЩЕ2 – 1-В1	14000	63.64	ВА47–29	30	100
Щ1В1 – 1-В1 (П)	8000	36.36	ВА47–29	120	40
ВРП1 (споживачі 2 і 3 категорії)					
(2 - 6) поверх					
Квартирні автомати					
Щ1В1 – 1-В1 (Р)	5400	24.55	ВА47–29	75	25
Щ1В1 – 1-В1 (О)	780	3.55	ВА47–29	48	16
ЩП2 – 1-В2	14000	63.64	ВА47–29	30	100
Щ1В2 – 1-В2 (П)	8000	36.36	ВА47–29	120	40
Щ1В2 – 1-В2 (Р)	5400	24.55	ВА47–29	75	25
Щ1В2 – 1-В2 (О)	780	3.55	ВА47–29	48	16
ЩП2 – 3А	16000	72.73	ВА47–29	300	100
Щ3А – 3А (П)	8000	36.36	ВА47–29	120	40
Щ3А – 3А (Р)	5400	24.55	ВА47–29	75	25
Щ3А – 3А (О)	2690	12.23	ВА47–29	48	16
поверхові автомати					
ВРП1 – М1	83000	126.25	ВА47–30	800	160

На поверхах з 7 по 12 будуть встановлені ті ж типи автоматів, що вже функціонують з 2 по 6 поверх.

Таблиця 3.2 – Вибір апаратів комутації ВРП1 (споживачі II і III категорії)

№ Лінії	$P_p,$ $Вт$	$I_p,$ A	Тип автомата	$I_{розч},$ A	$I_{н.а},$ A
ВРП1 (споживачі 2 і 3 категорії)					
Освітлення тих приміщень (цоколь і перший поверх)					
ЩО(0) – А(4)	48	0.22	ВА47–29	15	5
ЩО(0) – В(4)	90	0.41	ВА47–29	15	5
ЩО(0) – С(4)	78	0.35	ВА47–29	15	5
ЩО(0) – А(4)	25	0.11	ВА47–29	15	5
ВРП1 – ЩО(0)	241	1.09	ВА47–29	15	5
Освітлення коридору для кварти					
ВРП1 – Гр.1	1410	6.41	ВА47–29	48	16
Розетки для прибиральних машин					
ВРП1 – Гр. р1	120	0.55	ВА47–29	15	5
Домофон					
ВРП1 – Гр.4	570	2.59	ВА47–29	48	16

Таблиця 3.3 – Вибір апаратів комутації ВРП 1.2 (споживачі I категорії).

№ Лінії	$P_p,$ $Вт$	$I_p,$ A	Тип автомата	$I_{розч},$ A	$I_{н.а},$ A
ВРП1.2 – М3	12000	24.34	ВА47–29	25	25
ВРП1.2 – М4	12000	24.34	ВА47–29	25	25
ВРП1.2 – Гр.А1	750	3.41	ВА47–29	15	5
ВРП1.2 – Гр.А2	750	3.41	ВА47–29	15	5
ВРП1.2 – Гр.А3	200	0.91	ВА47–29	15	5
ВРП1.2 – Гр.А4	200	0.91	ВА47–29	15	5
ВРП1.2 – ПКП – Н	10	0.05	ВА47–29	15	5
ВРП1.2 – ЩПВН1	6300	28.64	ВА47–29	96	32
ВРП1.2 – Гр.А5	750	3.41	ВА47–29	15	5
ВРП1.2 – НЦН1	230	0.35	ВА47–29	25	5
ВРП1.2 – НЦН2	230	0.35	ВА47–29	25	5
ВРП1.2 – Гр.Р3	10	0.05	ВА47–29	6	5

Таблиця 3.4 – Вибір комутаційних апаратів ВРП 2.2 (споживачі I категорії).

№ Лінії	$P_p,$ $Вт$	$I_p,$ A	Тип автомата	$I_{розч},$ A	$I_{н.а},$ A
ВРП2.2 – Гр.А 1	40	0.18	ВА47-29	15	5
ВРП2.2 – Гр.А 2	100	0.45	ВА47-29	15	5
ВРП2.2 – ЩАО1	300	1.36	ВА47-29	15	5
ВРП2.2 – ЩАО2	300	1.36	ВА47-29	15	5
ВРП2.2 – ЩАО3	300	1.36	ВА47-29	15	5
ВРП2.2 – ЩАО4	300	1.36	ВА47-29	15	5
ВРП2.2 – ЩАО5	300	1.36	ВА47-29	15	5
ВРП2.2 – ЩАО6	300	1.36	ВА47-29	15	5
ВРП2.2 – Гр.Р	10	0.05	ВА47-29	15	5
ВРП2.2 – НЦ3	45	0.07	ВА47-29	25	5
ВРП2.2 – НЦ4	45	0.07	ВА47-29	25	5

Таблиця 3.5 – Вибір комутаційних апаратів ВРП.

№ Лінії	$P_p,$ $Вт$	$I_p,$ A	Тип автомата	$I_{розч},$ A	$I_{н.а},$ A
ТП – ВРП-1	142.38	228.3	ВА47-29	125	250
ТП – ВРП-2	29.19	41.23	ВА47-29	315	63
ТП – ВРП-1.2	33.43	53.61	ВА47-29	315	63
ТП – ВРП-2.2	32.04	3.27	ВА47-29	25	5

3.2 Вибір кабелів

При підборі кабелю важливо враховувати, що його допустиме навантаження по струму повинно перевищувати номінальне навантаження використовуваного комутаційного пристрою.

$$I_{доп} \geq I_{н.а} \cdot 1,45$$

Зменшений перетин кабелю може спричинити його перегрів, що може призвести до таких наслідків, як пошкодження ізолюючого шару, що в свою чергу може призвести до короткого замикання та пожежі.

Якщо тип лінії однофазний, то використовується кабель, що має три жили. У свою чергу, в трифазних лініях використовуються 5-и жильні кабелі.

Вибрані перерізи представлені в таблиці.

Таблиця 3.6 – Вибір кабелів ВРП1 в житлових приміщеннях.

№ Лінії	Тип автомата	$I_{н.а},$ A	$I_{н.а} \times 1,45,$ A	$I_{дон},$ A	Тип кабелю
ВРП1 (споживачі 2 і 3 категорії)					
(2 - 6)поверх					
Квартирні автомати					
ЩП2 – 1А1	ВА47–29	100	145	175	ВВГ3×50
Щ1А1 – 1А1(П)	ВА47–29	40	58	70	ВВГ3×10
Щ1А1 – 1А1(Р)	ВА47–29	25	36.25	38	ВВГ3×4
Щ1А1 – 1А1(О)	ВА47–29	16	23.2	27	ВВГ3×2.5
ЩП2 – 1Б1	ВА47–29	10	145	175	ВВГ3×50
Щ1Б1 – 1Б1(П)	ВА47–29	40	58	70	ВВГ3×10
Щ1Б1 – 1А1(Р)	ВА47–29	25	36.25	38	ВВГ3×4
Щ1Б1 – 1Б1(О)	ВА47–29	16	23.2	27	ВВГ3×2.5
ЩП2 – 1В1	ВА47–29	10	145	175	ВВГ3×50
Щ1В1 – 1В1(П)	ВА47–29	40	58	70	ВВГ3×10
Щ1В1 – 1В1(Р)	ВА47–29	25	36.25	38	ВВГ3×4
Щ1В1 – 1В1(О)	ВА47–29	16	23	27	ВВГ3×2.5
ЩП2 – 1В2	ВА47–29	100	145	175	ВВГ3×50
Щ1В2 – 1В2(П)	ВА47–29	40	58	70	ВВГ3×10
Щ1В2 – 1В2(Р)	ВА47–29	25	36.25	38	ВВГ3×4
Щ1В2 – 1В2(О)	ВА47–29	16	23.2	27	ВВГ3×2.5
ЩП2 – 3А	ВА47–29	10	145	175	ВВГ3×50
ВРП1 (споживачі 2 і 3 категорії)					
(2 - 6)поверх					
Квартирні автомати					
Щ3А – 3А-(П)	ВА47–29	40	58	70	ВВГ3×10
Щ3А – 3А-(Р)	ВА47–29	25	36.25	38	ВВГ3×4
Щ3А – 3А-(О)	ВА47–29	16	23.2	27	ВВГ3×2.5
Поверхові автомати					
ВРП1-М1	ВА47–29	160	232	260	ВВГ5×120

Перерізи, подібні до тих, що розташовані з 2-го по 6-й поверх, застосують і в просторі між 7-м і 12-м поверхами.

Таблиця 3.7 – Вибір кабелів (ВРП1 споживачі II і III категорії).

№ Лінії	Тип автомата	$I_{н.а},$ A	$I_{н.а} \times 1,45,$ A	$I_{дон},$ A	Тип кабелю
ВРП1 (споживачі 2 і 3 категорії)					
Освітлення тих приміщень (цоколь і перший поверх)					
ЩО(0) - А(004)	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3×1.5
ЩО(0) - В(004)	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3×1.5
ЩО(0) - С(004)	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3×1.5
ЩО(0) - А(104)	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3×1.5
ВРП1 - ЩО(0)	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3×1.5
Освітлення коридору для квартир					
ВРП1 - Гр.1	ВА47-29	16	23	27	ВВГ3×2.5
Розетки для прибиральних машин					
ВРП1 - Гр.р1	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3×1.5
Домофон					
ВРП1 - Гр.4	ВА47-29	16	23.2	27	ВВГ3×2.5
ВРП1 (споживачі 1 категорії)					
ВРП1.2 - М3	ВА47-29	25	36.25	40	ВВГ5х6
ВРП1.2 - М4	ВА47-29	25	36.25	40	ВВГ5х6
ВРП1.2 - Гр.А1	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3х1,5
ВРП1.2 - Гр.А2	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3х1,5
ВРП1.2 - Гр.А3	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3х1,5
ВРП1 - Гр.А4	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3х1,5
ВРП1.2 - ПКП - Н	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3×1,5
ВРП1.2 - ЩПВН1	ВА47-29	32	46	70	ВВГ3×10
ВРП1.2 - Гр.А5	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3×1,5
ВРП1.2 - НЦН1	ВА47-29	5	7.25	16	ВВГ5×1,5
ВРП1.2 - НЦН2	ВА47-29	5	7.25	16	ВВГ5×1,5
ВРП1.2 - Гр.Р3	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3×1,5

Таблиця 3.8 – Вибір кабельної продукції (ВРП2.2 споживачі I категорії)

№ Лінії	Тип автомата	$I_{н.а},$ A	$I_{н.а} \times 1,45,$ A	$I_{дон},$ A	Тип кабелю
ВРП1 (споживачі 2 і 3 категорії)					
Освітлення тих приміщень (цоколь і перший поверх)					
ВРПУ2.2 - Гр.А 1	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3×1,5
ВРПУ2.2 - Гр.А 2	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3×1,5
ВРПУ2.2 - ЩАО1	ВА47-29	5	7.25	19	ВВГ3×1,5

Таблиця 3.9 – Вибір кабелів ВРП1 в житлових приміщеннях.

№ Лінії	Тип автомата	$I_{н.а},$ A	$I_{н.а} \times 1,45,$ A	$I_{доп},$ A	Тип кабелю
ВРП2 (споживачі 1 категорії)					
ВРП2.2 - ЩАО2	ВА47–29	5	7.25	19	ВВГ3×1,5
ВРП2.2 - ЩАО3	ВА47–29	5	7.25	19	ВВГ3×1,5
ВРП2.2 - ЩАО4	ВА47–29	5	7.25	19	ВВГ3×1,5
ВРП2.2 - ЩАО5	ВА47–29	5	7.25	19	ВВГ3×1,5
ВРП2.2 - ЩАО6	ВА47–29	5	7.25	19	ВВГ3×1,5
ВРП2.2 - Гр.Р	ВА47–29	5	7.25	19	ВВГ3×1,5
ВРП2.2 - НЦ3 - Н	ВА47–29	5	7.25	16	ВВГ5×1,5
ВРП2.2 - НЦ4 - Н	ВА47–29	5	7.25	16	ВВГ5×1,5

Таблиця 3.10 – Вибір кабельної продукції (ВРП2.2 споживачі I категорії).

№ Лінії	Тип автомата	$I_{н.а},$ A	$I_{н.а} \times 1,45,$ A	$I_{доп},$ A	Тип кабелю
ВРП2 (споживачі 1 категорії)					
ТП - ВРУ1	ВА47–29	250	362.5	40	ВВГ5×185
ТП - ВРУ2	ВА47–29	63	91.35	115	ВВГ5×35
ТП - ВРУ1.2	ВА47–29	63	91.35	115	ВВГ5×35
ТП - ВРУ2.2	ВА47–29	5	7.25	16	ВВГ5×1,5

3.3 Вибір розподільчих пунктів

У кожному будинку або квартирі є важливий елемент - електричний щит. У ньому розміщуються різні пристрої, такі як автоматичні вимикачі, диференціальні автомати, ПЗВ та лічильники електроенергії. Електропроводка в приміщеннях підключається через електричний щит, який відіграє ключову роль у забезпеченні безпеки та надійності електропостачання.

Таблиця 3.11 – Вибір розподільчих пунктів.

№	I_p , A	К-сть, шт	Кількість приєднань СП	тип РП	Фактичне Кількість приєднань
ВРП1	263.14	1	7	ВРУ9-11-20УХЛ4	5
ВРП1.2	90.15	1	6	ВРУ9-1770УХЛ4	1
ВРП2	134.84	1	14	ВРУ9-11-10УХЛ4	12
ВРП2.2	9	1	6	ВРУ9-1770УХЛ4	1
ЩП	60	22	4	ЩС-4387 УХЛ4	4
ЩО(0)	0.41	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	5
ЩО1	1.14	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	3
ЩО2	1.17	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	3
ЩО3	1.29	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	3
ЩО4	1.63	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	3
ЩО5	0.81	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	3
ЩО6	1.63	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	3
ЩС1	20.45	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	3
ЩС2	21	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	3
ЩС3	18.18	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	3
ЩС4	29.54	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	3
ЩС5	9	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	3
ЩС6	29	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	3
ЩАО1	1.36	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	1
ЩАО2	1.36	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	1
ЩАО3	1.36	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	1
ЩАО4	1.36	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	1
ЩАО5	1.36	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	1
ЩАО6	1.36	1	6	ПР-8-ВР-1102-21УХЛЗ	1

3.4 Вибір лічильників

Існують два основних типи пристроїв для вимірювання споживання електроенергії: індукційні та електронні. Особливістю індукційних пристроїв є наявність двох елементів - котушки напруги і котушки струму, які створюють магнітне поле. Поле змушує обертатися диск, який, у свою чергу, активує лічильний механізм, що фіксує обсяг спожитої енергії. Швидкість обертання

диска, а отже, і збільшення показань на лічильнику, безпосередньо залежать від рівня напруги і сили струму в електромережі - чим вони вищі, тим швидше відбувається облік спожитої електроенергії.

У кожному житловому приміщенні реалізована установка лічильників NIK 2100 з параметрами (5-60) для точного обліку електроенергії. В рамках систем ВРП 1 і ВРП 2 визначені моделі NIK 2300 в якості стандарту для вимірювання споживання. Специфічно для користувачів першої категорії, вибір обладнання для ВРП 1.2 і ВРП 2.2 припав на модель NIK 2303 через його відповідні характеристики та надійність.

3.5 Розрахунок струмів КЗ

Коли система електропостачання виходить з ладу, найчастіше це відбувається через короткі замикання, спричинені або пошкодженням ізоляції, або помилками персоналу, відповідального за обслуговування. Щоб мінімізувати пошкодження від несправностей і прискорити процес відновлення системи електропостачання до нормальної роботи, вкрай важливо адекватно аналізувати струми короткого замикання (КЗ). На основі цього аналізу слід проводити вибір обладнання та захисних пристроїв, які повинні бути стійкими до впливу таких струмів, або проводити перевірку вже встановлених пристроїв на їх здатність витримувати струми КЗ.

У системі електропостачання, для адекватного підбору характеристик релейного захисту та автоматики, крім аналізу струмів трифазного короткого замикання, важливо враховувати і струми однофазних коротких замикань. Це необхідно для того, щоб перевірити, наскільки добре автомати низької напруги реагують на такі види коротких замикань.

Процес ідентифікації коротких замикань передбачає розробку схеми заміщення.

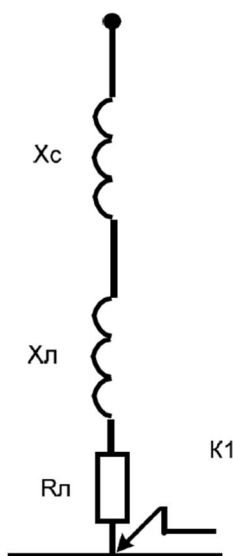


Рисунок 3.1 – Схема заміщення струму КЗ ВРП

Ми виконаємо розрахунки для однофазного і трифазного короткого замикання, результати яких будуть представлені в додатку А.

3.6 Висновки розділу 3

У розділі обґрунтовано вибір пристроїв захисного відключення та автоматичних вимикачів для безпеки людей і запобігання пожежам. Для захисту ліній обрано автомати серії ВА47 з номінальним струмом від 5 до 160 А залежно від потужності навантаження. Параметри кабелів ВВГ визначено так, щоб їхня пропускна здатність була вищою за номінальний струм автоматів. Для однофазних мереж передбачено трижильні кабелі, а для трифазних — п'ятижильні. Розподільчі пункти та щити обрано відповідно до кількості приєднань та категорії надійності споживачів. Для комерційного обліку енергії встановлено електронні лічильники NIK різних модифікацій. Розрахунок струмів короткого замикання дозволив перевірити здатність обладнання витримувати аварійні режими.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Заходи з електробезпеки

Електробезпека – це система організаційних і технічних заходів, що забезпечують захист людей від небезпечної і шкідливої дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля, статичної електрики.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом є:

- забезпечення недоступності струмопровідних частин для випадкового дотику;
- усунення небезпеки ураження людей струмом у разі появи напруги на частинах конструкцій електроустаткування;
- застосування індивідуальних захисних засобів від ураження електричним струмом.

Недоступність струмопровідних частин для випадкового дотику досягається ізоляцією їх струмонепровідними матеріалами. Провідники електричного струму повинні мати робочу ізоляцію. Передбачено застосування в деяких випадках додаткової, підсиленої чи лінійної ізоляції [15].

Недоступність розташування струмопровідних частин досягається розміщенням їх на висоті, під підлогою чи приховано в стінах. Незахищені струмопровідні частини, до яких можливий дотик людей, надійно огорожують у всіх випадках.

У проектуваному будинку провідники з напругою 220 В огорожуються як незахищені, так й ізольовані струмопровідні частини.

Захисне заземлення, занулення і відключення - основні заходи захисту людей від ураження електричним струмом у разі появи напруги на частинах конструкцій електроустаткування. Замір опору заземлюючих пристроїв повинен проводитися не рідше одного разу на рік. Результати замірів оформляються протоколами.

Згідно з спроектованим будинком до технічних засобів і заходів захисту від ураження електричним струмом належать:

- ізоляція струмоведучих частин (робоча, додаткова, посилена, подвійна);
- забезпечення недосяжності неізольованих струмоведучих частин;
- захисне заземлення;
- занулення, захисне відключення;
- огорожувальні улаштування;
- попереджуюча сигналізація;
- блокування; знаки безпеки;
- засоби захисту і запобіжні пристосування та ін.

У приміщені з підвищеною небезпекою для ручного інструменту напруга не повинна перевищувати 42 В. У проектованому будинку напруга у приміщені складової рівна - 12 В.

У приміщені гаража установлені порошкові вогнегасники. При виникненні аварійного стану, тобто електроприлад загорівся потрібно виконувати наступні заходи:

- обмотай руку сухою ганчіркою, висмикни вилку з розетки;
- накрій палаючий предмет ковдрою;
- вимкнути вхідний автоматичний вимикач, який знаходиться у електрощитовій;
- терміново телефонуй за номером 101 і викликай пожежників на допомогу;
- повідомити старших (батьків, сусідів, прохожих);
- якщо знеструмити електромережу неможливо, то слід пам'ятати: не можна застосовувати для гасіння воду та пінні вогнегасники, можна лише порошкові.

У зв'язку, з тим що в гаражі установлена електрощитова, потрібно пам'ятати, що небезпечно знаходитись поблизу них. Також вона має бути завжди замкненою. Не можна торкатися проводів, що приєднані до нього тому, що вони

завжди знаходяться під напругою. Необачний рух може призвести до ураження електрострумом. У приміщенні гаража потрібно раз на місяць очищати від пилу електродвигун, що встановлений у токарному верстаті.

Правил поводження з електричними приладами наступні:

- електронагрівальні прилади, такі як електрочайник, електросамовар, електропраска, електрокамін та інші, потрібно включати в електромережу справними;

- якщо ти дивишся телевізор, а екран погас або почав миготіти, ні в якому разі не можна по ньому стукати. Він може загорітися або навіть вибухнути. Його треба негайно вимкнути;

- якщо щось потрапило до телевізора, радіоприймача та інших електроприладів, які працюють, треба в першу чергу їх вимкнути. Ні в якому разі не можна лізти туди олівцем чи іншим предметом, коли електроприлад увімкнений;

- переважна кількість побутових електроприладів є переносними, і при цьому часто виникає пошкодження їх ізоляції. Також буває, що електричний дріт обірвався чи оголився. У таких випадках ні в якому разі не торкайся оголених місць, бо це може призвести до травми;

- не залишайте без нагляду увімкненими в розетку електроприлади;

- забороняється тягнути за електричний шнур руками, тому що він може обірватися і вразити електричним струмом;

- не можна заповнювати водою ввімкнені в електромережу чайники, кавоварки, каструлі;

- не торкайся мокрими руками та не витирай вологою ганчіркою електричні кабелі, штепсельні розетки, вимикачі, інші електроприлади, ввімкнені в електромережу;

- не можна підвішувати речі на кабелі;

- не можна бавитись із штепсельними розетками - це загрожує твоєму життю;

- коли ідеш з дому - всі електроприлади мають бути вимкнені.

Використання електричних приладів не за призначенням або невміле користування ними, може призвести до пожежі.

4.2 Заходи протипожежної безпеки

В приміщеннях будинку встановити наступний протипожежний режим, яким передбачено:

- порядок користування електронагрівальними приладами. Приготування кип'ятку, розігрівання та приготування їжі здійснюється в спеціально обладнаних для цих цілей місцях із застосуванням електрочайників з автоматичними пристроями відключення електро - нагрівальних елементів;
- порядок роботи з електроприладами. Забороняється залишати без нагляду увімкнені в електромережу електроприлади, радіоприймачі, електронагрівальні прилади, вентилятори, кондиціонери;
- порядок виконання вогнебезпечних робіт. Проведення вогневих та інших пожеже небезпечних робіт (газоелектрозварювальних, газорізальних). Основні правила поведінки при виникненні пожежі.

У разі виявлення пожежі (ознак горіння) кожний громадянин зобов'язаний негайно повідомити про це пожежну охорону по телефону 101. При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище.

Вжити (за можливістю) заходів з евакуації людей з будинку, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей.

У разі необхідності викликати інші аварійно-рятувальні служби (медичну за номером телефону 103, газорятувальну за номером телефону 104).

Існують державні норми будівництва, які визначають мінімальні відстані від однієї будівлі до іншої. Важливо враховувати рівень вогнестійкості споруд, які проектуються. В будинку стіни виготовлені зі СІП-панелей, вони не підтримують горіння.

Дорога розташовується не менше ніж за 5 метрів від стіни споруди, а ширина проїжджої частини - не менше 3,5 м. Цей параметр дає можливість легко під'їхати спецтехніці у разі пожежі для здійснення рятувальних заходів та пожежогасіння.

В приватному будинку існує безліч факторів, здатних призвести до пожежі.

Причини:

- несправність електроприладів і електропроводки. Замикання електроприладів, розташованих біля штор, м'яких меблів, здатне викликати сильне загоряння. Також фактором ризику є електроприлади, підключені за допомогою трійника до однієї розетки, це викликає перевантаження проводки;
- свічки і лампи. Заборонено завішувати світильники, так як через перегрів вони можуть спалахнути. Свічки в приміщенні є небезпекою, так як їх нерідко забувають загасити, або, залишена без нагляду, свічка може впасти;
- куріння в оселі. Куріння в ліжку, викидання непогашений недопалок у відро для сміття може створити загрозу безпеці;
- горючі речовини. Масла, жири, гас, бензин, що зберігаються вдома, є факторами ризику і посилюють горіння;

Будинок є пожежонебезпечною зоною, так як тут присутня велика кількість тканин, дерево, пластик. Всі ці матеріали добре підтримують горіння, викликаючи швидке поширення вогню і чадного газу.

При експлуатації будівлі потрібно завжди дотримуватись вимоги протипожежної безпеки

4.3 Класифікація надзвичайних ситуацій

У разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій на підприємстві, вони підлягають класифікації. Цю роботу виконує комісія товариства з НС.

Офіційна класифікація НС в Україні здійснюється двома нормативно-правовими документами:

Державним класифікатором надзвичайних ситуацій ДК 019-2010, введеним у дію з 01.01.2011 р. наказом Держстандарту України № 457 від 11.10.2010р. і "Порядком класифікації НС техногенного та природного характеру за їх рівнями", затвердженим постановою КМУ від 24.03.2004 р. №368.

Класифікація НС здійснюється для:

- забезпечення організації взаємодії центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій у процесі вирішення питань, пов'язаних з НС та ліквідацією їх наслідків;
- ведення державної статистики;
- для машинного оброблення інформації в автоматизованих системах управління економікою держави, забезпечення інформаційної сумісності задач органів різних рівнів управління.

Згідно з ДК 019-2010 залежно від причин, які можуть зумовити виникнення НС на території України, розрізняються:

- НС техногенного характеру - НС, що виникли внаслідок дії чинників техногенного характеру, якими можуть бути транспортні аварії (катастрофи), пожежі, вибухи, аварії з викидом (загрозою викидання) небезпечних і шкідливих, хімічних і радіоактивних речовин, раптове руйнування споруд; аварії в електроенергетичних системах, системах життєзабезпечення, системах зв'язку та телекомунікація, на очисних спорудах, у системах нафтогазового промислового комплексу, гідродинамічні аварії та ін.;

- НС природного характеру - НС, що з'явилися внаслідок дії природного характеру, таких як небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні явища, деградація ґрунтів чи надр, пожежі у природних екологічних системах, зміни стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність і масове отруєння людей, інфекційні захворювання свійських тварин, масова загибель диких тварин, ураження сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками та інші;

- НС соціального характеру, пов'язані з протиправними діями терористичного та антиконституційного спрямування:

збройні напади, захоплення та силове утримання важливих об'єктів, або

реальна загроза здійснення таких акцій;

збройні напади, захоплення та силове утримання атомних електростанцій або інших об'єктів атомної енергетики або реальна загроза здійснення таких акцій; - замах на життя керівників держави і народних депутатів України;

напад, замах на життя членів екіпажу повітряного або морського (річкового) судна, захоплення заручників з членів екіпажу чи пасажирів, викрадення (спроба викрадення), знищення (спроба знищення) таких суден;

установлення вибухового пристрою у багатолюдних місцях, в установі, організації, на підприємстві, у житловому секторі, на транспорті;

зникнення або викрадення зброї та небезпечних речовин з об'єктів їх зберігання, використання, перероблення та під час транспортування;

виявлення застарілих боєприпасів, аварії на арсеналах, складах боєприпасів та інших об'єктах військового призначення з викиданням уламків, реактивних та звичайних снарядів, нещасні випадки з людьми та ін.

- НС воєнного характеру пов'язані з наслідками застосування звичайної зброї або зброї масового ураження, під час якої виникають вторинні чинники ураження населення, що визначаються окремими нормативними документами.

За результатами класифікації визначається рівень НС, розмір інженерно-технічних та матеріальних ресурсів, які необхідно виділити для ліквідації її наслідків.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі магістра виконано комплексне проєктування системи електропостачання багатоквартирного житлового будинку з вбудованими торговельно-офісними приміщеннями з урахуванням сучасних вимог до надійності, енергоефективності та електробезпеки.

Виконано аналіз вихідних даних об'єкта та конструктивно-планувальних особливостей багатоквартирного житлового будинку з вбудованими торговельно-офісними приміщеннями, що дозволило визначити вимоги до системи електропостачання та категорій надійності споживачів.

Проведено розрахунок електричних навантажень житлових і нежитлових приміщень із урахуванням коефіцієнтів попиту та одночасності, на основі чого обґрунтовано параметри ввідно-розподільних пристроїв і живильних ліній. Розроблено схеми внутрішнього та зовнішнього електропостачання, які забезпечують надійне живлення споживачів різних категорій та відповідають чинним нормативним вимогам.

Виконано світлотехнічні розрахунки систем робочого, аварійного та евакуаційного освітлення з використанням енергоефективних LED-світильників, що забезпечує нормативні рівні освітленості та зменшення споживання електричної енергії.

Здійснено вибір кабельних ліній, комутаційної та захисної апаратури з урахуванням допустимих струмів, падіння напруги та струмів короткого замикання. Результати розрахунків підтвердили працездатність і селективність захисту в нормальних та аварійних режимах роботи.

Розроблено систему заземлення та блискавкозахисту, а також передбачено комплекс заходів з електро- та пожежної безпеки, що знижує ризики ураження електричним струмом і виникнення аварійних ситуацій.

Отримані проєктні рішення відповідають вимогам ПУЕ, ДБН та ДСТУ, є технічно обґрунтованими, енергоефективними та можуть бути використані при проєктуванні або модернізації систем електропостачання житлово об'єктів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бабюк С. М. Рациональне 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. — С.63-64.
2. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво "Форт", 2017. - 760 с.
3. Технічна політика: Побудова та експлуатація електричних мереж. Технічна політика // Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. Київ: ДП «НЕК «Укренерго», 2014. 250 с.
4. ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. – К.: Мінрегіонбуд України.
5. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – К.: Мінрегіон України.
6. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Мінрегіон України.
7. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. – К.: Мінрегіон України.
8. ДСТУ EN 50160:2014. Характеристики напруги електроенергії в розподільних мережах загального призначення. – К.: ДП «УкрНДНЦ».
9. ДСТУ ІЕС 60364 (серія). Електроустановки низьковольтні. Частини 1–7. – К.: ДП «УкрНДНЦ».
10. ДСТУ EN 62305-1:2012. Блискавкозахист. Частина 1: Загальні принципи. – К.: ДП «УкрНДНЦ».
11. Правила пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2014). – К.: ДСНС України.
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. Миколишин, В., Стасів, А., Сисак, І., Бабюк, С., & Буняк, О. (2025). АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ПІСЛЯ АВАРІЙ ЧИ ПЛАНОВОГО ВІДКЛЮЧЕННЯ. Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ», (October 10, 2025; Oxford, UK), 119-124.
14. <https://vatra.ua/ukr/office-lighting/dvo20u-dpo20u-dso20u-jupiter-led-panel-VATRA>
15. Терешкевич, Л. Б. Освітлення промислових споруд та житлових будинків : навчальний посібник [Електронний ресурс] / Л. Б. Терешкевич, О. В. Бабенко. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – 123 с. – Режим доступу: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2023/Tereshkevich_2022_123.pdf (дата звернення: 14.12.2025).
16. Bohdan Orobchuk, Oleh Buniak, Ivan Sysak, Serhii Babiuk, Ihor Bodnarchuk, Vadym Koval (2024) Development of Software for the Implementation of Automated Reserve Input Modes Operation. 2nd International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2023). Ternopil, Ukraine, June 12-14, Vol. 3742, Pages 316-336
17. 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.
18. Orobchuk, B., Buniak, O., Sysak, I., Babiuk, S., Bodnarchuk, I., & Koval, V. (2024). Development of Software for the Implementation of Automated Reserve Input Modes Operation.
19. БАБЮК, С. (2024). ВИКОРИСТАННЯ ГІБРИДНОГО ПІСТЕРЕЗИСНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК LLC ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences, 337(3 (2)), 119-125.

20. Babiuk, Serhiy, et al. "Algorithms for automatic of metrological characteristics of transducers." Вісник Тернопільського національного технічного університету 107.3 (2022): 67-75.

21. Вуличне освітлення : ДСУ10В. ВАТРА - освітлення професійно!. URL: <https://vatra.ua/ukr/street-lighting/dsu10v-VATRA> (дата звернення: 02.10.2025).

22. 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.

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

24. Коваль В.П. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра для здобувачів другого рівня вищої освіти за ОПП Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/ В.П. Коваль, М.Г. Тарасенко, О.А. Буняк, Л.Т. Мовчан – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 51 с.