

Вінницький національний технічний університет  
Факультет електроенергетики та електромеханіки  
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного  
менеджменту

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістр

(освітній ступінь)

на тему:

РОЗРАХУНОК ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ  
ВНУТРІШНЬОБУДИНКОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ  
БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ

08-23.МКР.002.01.022 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕСЕ-20мз  
спеціальності 141 – «Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка»

Богородіченко Р. О.

Керівник: ~~д.т.н.~~ професор Бурбело М. Й.

« 20 » 06 2022р.

Опонент:

Лесюк В.О.

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ  
д.т.н. професор Бурбело М.Й.

« 20 » 06 2022р.

Вінниця 2022

Вінницький національний технічний університет  
Факультет Електроенергетики та електромеханіки  
Кафедра Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту  
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр  
спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
ОП «Електротехнічні системи електроспоживання»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ  
проф. Бурбело М.Й.

  
«15» лютого 2022 р

## ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Богородіченка Руслана Олександровича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розрахунок експлуатаційних режимів внутрішньобудинкових електричних мереж багатопверхових будинків

керівник роботи Бурбело Михайло Йосипович, д.т.н., проф.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "24" 03 2022 року № 65

2. Термін подання студентом роботи "05" червня 2022 року

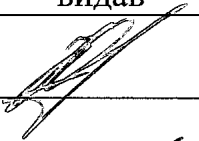


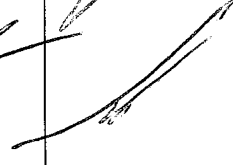
3. Вихідні дані до роботи Архітектурно будівельні креслення (Додаток В); план декількох із поверхів з технологічними плануваннями (Додаток В), відомості про особливості споживачів, відомості про електричні навантаження будинку (Додаток Г); відомості про джерела живлення .

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Короткі відомості про дану роботу. Розрахунок електричних навантажень. Моделювання і оптимізація при виборі системи внутрішнього будинкового електропостачання .Моделювання розташування та вибору системи блискавкозахисту Економічна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

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

Однолінійна схема електропостачання будинку. Розподільчі мережі будинку. Освітлювальні мережі будинку. Системи блискавкозахисту. Розрахунково-монтажна таблиця електропостачання.


5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Шулле Ю.А., доц., каф. ЕСЕЕМ к.т.н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		

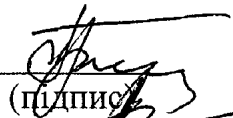
7. Дата видачі завдання 15.02.22

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

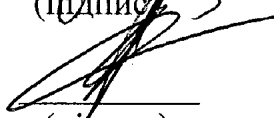
№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика підприємства та технологічного процесу	28.02.22	
2	Синтез зовнішньої та внутрішньої СЕП	31.03.22	
3	Науково дослідна частина	30.04.22	
4	Економічна частина	15.05.22	
5	Охорона праці	30.05.22	
6	Оформлення роботи	05.06.22	

Студент   
(підпис)

Богородіченко Р. О.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи   
(підпис)

Бурбело М. Й.  
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль   
(підпис)

Войтюк Ю. П  
(прізвище та ініціали)

Вінницький національний технічний університет  
Факультет електроенергетики та електромеханіки  
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного  
менеджменту

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до кваліфікаційної роботи

магістр

(освітній ступінь)

на тему:

**РОЗРАХУНОК ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ  
ВНУТРІШНЬОБУДИНКОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ  
БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ**

08-23.МКР.002.01.022 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕСЕ-20мз  
спеціальності 141 – «Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка»

Богородіченко Р. О.

Керівник: д.т.н., професор Бурбело М. Й.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022р.

Опонент:

**Допущено до захисту**  
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ  
д.т.н. професор Бурбело М.Й.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022р.

Вінниця 2022

Вінницький національний технічний університет  
Факультет Електроенергетики та електромеханіки  
Кафедра Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту  
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр  
спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
ОП «Електротехнічні системи електроспоживання»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ  
проф. Бурбело М.Й.

«15» лютого 2022 р

### **З А В Д А Н Н Я НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

Богородіченка Руслана Олександровича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розрахунок експлуатаційних режимів внутрішньобудинкових електричних мереж багатоповерхових будинків

керівник роботи Бурбело Михайло Йосипович, д.т.н., проф.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвердені наказом вищого навчального закладу від “\_\_” \_\_ 2022 року №

2. Термін подання студентом роботи “05” червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно будівельні креслення (Додаток В); план декількох із поверхів з технологічними плануваннями (Додаток В), відомості про особливості споживачів, відомості про електричні навантаження будинку (Додаток Г); відомості про джерела живлення .

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Короткі відомості про дану роботу. Розрахунок електричних навантажень. Моделювання і оптимізація при виборі системи внутрішнього будинкового електропостачання .Моделювання розташування та вибору системи блискавкозахисту Економічна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

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

Однолінійна схема електропостачання будинку. Розподільчі мережі будинку. Освітлювальні мережі будинку. Системи блискавкозахисту. Розрахунково-монтажна таблиця електропостачання.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Шулле Ю.А., доц., каф. ЕСЕМ к.т.н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		

7. Дата видачі завдання 15.02.22

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика підприємства та технологічного процесу	28.02.22	
2	Синтез зовнішньої та внутрішньої СЕП	31.03.22	
3	Науково дослідна частина	30.04.22	
4	Економічна частина	15.05.22	
5	Охорона праці	30.05.22	
6	Оформлення роботи	05.06.22	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Богородіченко Р. О.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Бурбело М. Й.  
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_  
(підпис)

Войтюк Ю. П  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Богородіченко Р. О. Розрахунок експлуатаційних режимів внутрішньобудинкових електричних мереж багатоповерхових будинків. Магістерська кваліфікаційна робота. 141. ФЕЕЕМ. Кафедра ЕСЕЕМ, – Вінниця: ВНТУ, 2022. – 67 с.

У цій магістерській роботі виконане проектування системи електропостачання багатоповерхового будинку, а саме житлового будинку №2 житлово-рекреаційного житлового комплексу м. Київ, вул. Харківське шосе, 22-й км, з використанням технічних, математичних та програмних засобів проектування використовуючи які виконані технічні, техніко-економічні та проектні оптимізаційні розрахунки.

В якості основних засобів проектування використалися: електронний процесор EXCEL, текстовий процесор Microsoft WORD та графічний процесор КОМПАС-3D.

З використанням електронного процесора Excel здійснено розрахунок розрахункових навантажень ВРП кожної секції та будинку в цілому, визначено переріз кабельних ліній та кабелів між розподільчими пристроями. За допомогою графічного процесора КОМПАС-3D виконано проект розподільчої мережі, мережі освітлення та блискавкоприймальної сітки.

Досліджено питання собівартості електроенергії.

Розроблено заходи з охорони праці та цивільного захисту.

Ключові слова: система електропостачання, проектування, КОМПАС-3D, блискавкозахист.

рис.: 8, табл.: 20, бібл.: 32.

## ANNOTATION

Bogorodichenko RO Calculation of operational modes of indoor electrical networks of multi-storey buildings. Master's qualification work. 141. FEEEM. Department of ESEEM, - Vinnytsia: VNTU, 2022. - 80 p.

In this master's thesis the design of the power supply system of a multi-storey building, namely a residential building №2 residential and recreational residential complex Kyiv, st. Kharkiv Highway, 22nd km", with the use of technical, mathematical and software design tools with which technical, technical, economic and optimization design calculations are performed.

The main design tools used were: electronic processor EXCEL, word processor Microsoft WORD and graphics processor COMPASS-3D.

Using the electronic Excel processor, the calculated loads of GRP of each section and the house as a whole were calculated, the cross-section of cable lines and cables between switchgear was determined. With the help of the COMPASS-3D graphics processor, the project of the distribution network, lighting network and lightning receiver network was completed.

The issue of the cost of electricity has been studied.

Measures for labor protection and civil protection have been developed.

Key words: power supply system, design, KOMPAS-3D, lightning protection.

figures: 8, tables: 20, libraries: 32.



## ЗМІСТ

Вступ.....	8
Розділ 1 Розрахунок електричних навантаження житлових будинків .....	10
1.1 Методика розрахунку навантаження житлових будинків .....	10
1.2 Розрахунок навантажень "Житлово-рекреаційного житлового комплексу м. Київ, вул. Харківське шосе, 22-й км" .....	12
РОЗДІЛ 2 Вибір електрообладнання та перерізу кабелів та розробка планів розподільчих мереж і освітлення.....	17
2.1 Розробка плану розподільчих мереж.....	17
2.2. Розробка плану мережі освітлення.....	19
2.3. Вибір електрообладнання та перерізу кабелів .....	20
РОЗДІЛ 3 Розрахунок пристроїв блискавкозахисту будівлі .....	33
3.2. Вибір необхідного класу блискавкозахисту без урахування ризиків.....	33
3.3. Система зовнішнього блискавкозахисту .....	34
3.4. Система струмовідводів .....	35
3.5. Система заземлення .....	36
3.6 Порядок виконання робіт .....	37
3.7. Монтаж заземлювачів .....	41
РОЗДІЛ 4 Розрахунок собівартості електроенергії в житловому будинку.....	51
4.1 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання.....	51
4.2 Розрахунок втрат електроенергії .....	52
4.3 Розрахунок собівартості електроенергії .....	54
РОЗДІЛ 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	
5.1. Безпека у надзвичайних ситуаціях .....	58

5.2 Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії іонізуючих випромінювань .....	59
5.3 Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії електромагнітного імпульсу .....	60
Висновки.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65
Додатки.....	68

## ВСТУП

**Актуальність теми.** У даній магістерській кваліфікаційній роботі виконано проектування системи електропостачання та блискавкозахисту житлового будинку автоматизованим способом за допомогою таких програмних засобів як : MS Excel, MathCad, MSWord, КОМПАС-3D. За допомогою цих програм виконані технічні, оптимізаційні, техніко-економічні розрахунки та прийнято відповідні проектні рішення.

Удар блискавки в будинок дуже залежить від географічного розташування об'єкту [19], тому вибір системи блискавкозахисту в залежності від кількості ймовірних ударів блискавки є дуже важливим. Система блискавкозахисту забезпечує захист обладнання від перенапруги , а людей від ураження електричним струмом

Автоматизації проектування системи електропостачання дозволяє вирішити проблему проектування складних об'єктів у стислі терміни [20-23]. Автоматизація проектування забезпечує збільшення якості проекту, зменшити матеріальні затрати, скоротити термін виконання роботи.

**Мета і задачі дослідження.** Метою даної роботи є розробка проекту внутрішньо будинкового електропостачання та блискавкозахисту будинку, з метою підвищення безпеки людей та обладнання, яким може загрозувати ураження блискавкою.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі задачі:

- Розробити проект електропостачання будинку
- Визначити ймовірність ураження споруди блискавкою.
- Розробити проект систем блискавкозахисту
- Оцінити економічну собівартість електроенергії для будинку

**Об'єкт дослідження** – житловий будинок №2 «житлово-рекреаційного житлового комплексу м. Київ, вул. Харківське шосе, 22-й км».

**Предмет дослідження** – методи та засоби розробки системи електропостачання будинку [20-23], прогнозування шансу ураження блискавкою будинку, та розробка системи блискавкозахисту [24].

**Методи досліджень.** – В якості програмних засобів автоматизації проектування використано процесор MSExcel, математичний процесор MathCad,

систему комп'ютерного креслення КОМПАС-3D та текстовий процесор MSWord.

**Наукова новизна.** – Запропоновані рішення щодо комплексного підвищення надійності системи блискавкозахисту будинку, які відрізняються впровадженням ПЗП і дозволяють комплексно захистити систему електропостачання не тільки від ураження блискавкою а і від інших джерел перенапруги [32].

**Практична цінність.** – Впровадження заходів щодо захисту від ураження блискавкою підвищує надійність системи електропостачання будинку, дозволить підвищити безпеку людей.

**Апробації результатів магістерської роботи. Публікації:**

Найбільш вагомі положення а також практичні результати виконаного дослідження було наведено в тезах доповіді [32].

# 1 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

1.1 Розрахунок навантажень "Житлово-рекреаційного житлового комплексу м. Київ, вул. Харківське шосе, 22-й км"

В даній роботі розглядається електропостачання житлового будинку №2 об'єкту "Будівництво житлово-рекреаційного житлового комплексу" м. Київ, вул. Харківське шосе, 22-й км.

Житловий будинок №2 має 3 секції. Кожна має 7 поверхів та підвал. Проекти для будинку розроблені на підставі:

- креслень архітектурно-будівельної частини проекту;
- завдань поставлених в ході роботи.

Електротехнічне обладнання та матеріали, передбачені роботою, відповідають вимогам нормативних документів України

Основними споживачами житлового будинку є:

- електроприймачі квартир з електричними плитами (згідно типу житла);
- ліфти;
- загальнобудинкові навантаження (освітлення зон загального користування);
- споживачі систем вентиляції, водомірного вузла, ІТП;
- електроприймачі нежитлових приміщень.

Вихідні дані (згідно ТЕП та вказівок Замовника):

1. Загальна кількість квартир будинку 2: 60 шт. Згідно [5]:  
житла першого виду, 3 го рівня електрифікації - 48 шт.;  
житла другого виду, 2 го рівня електрифікації - 12 шт.

2. Ліфти: 3 шт.

3. Індивідуальний тепловий пункт (ІТП).

4. Водопровідний вузол.

Розрахунок електричних навантажень жител виконаний відповідно до [5]:

$$P_{\text{роз.ж}}=(P_{\text{П1}} \cdot N_1 + P_{\text{П2}} \cdot N_2) \cdot K_{\text{од1,2}}$$

де РП1,, РП2 - питомі навантаження на вводи жител різновидів 1, 2, які обираються за таблицею 3.1 [5] в залежності від прийнятого рівня електрифікації;

N1,N2 - кількість жител (квартир) відповідних різновидів;

Код,1,2 – коефіцієнт одночасності для сумарної кількості жител відповідних різновидів за таблицею 3.4 [5].

$$P_{\text{роз.ж}}=(10 \cdot 48 + 16 \cdot 12) \cdot 0,17 = 114,2 \text{ кВт.}$$

Розрахунок сумарного навантаження ліфтів житлового будинку N2:

$$P_{\text{рл}}=K_{\text{п}} \cdot P_{\text{л}} \cdot N_{\text{п}}=0,8 \cdot 8,5 \cdot 3=20,4 \text{ кВт,}$$

де Кп - коефіцієнт попиту по таблиці 3.5 [5] в залежності від кількості ліфтових установок та кількості поверхів будівель;

P- потужність однієї ліфтової установки, кВт;

N - сумарна кількість ліфтових установок.

Сумарне розрахункове електричне навантаження будинку (житлових і нежитлових приміщень), згідно пункту 3.36 [5]:

$$P_{\text{р}}=P_{\text{роз.ж}}+K_1 \cdot P_{\text{рл}}+K_2 \cdot P_{\text{р.ін}}=114,2+1 \cdot 20,4+0,9 \cdot 31,7=163 \text{ кВт,}$$

де К1,2 - коефіцієнти, що враховують частку електричних навантажень приміщень громадського призначення у житлових будівлях, відповідно до таблиці 3.14 [5];

Р.н - додаткове навантаження комплексу (ІТП, насосні, зовнішнє та фасадне освітлення, обладнання автоматики, зв'язку та сигналізації, загальнобудинкові навантаження та інше).



квартири I-вид, III рівень електрифікації з електроплитами 8,5кВт (табл.3.1), кВт	3,24	16	1,00	1,00	51,79	0,93		20,47	84,4
квартири II-вид, II рівень електрифікації з електроплитами 10,5кВт (табл.3.1), кВт	11,48	4	1,00	1,00	45,92	0,93		18,15	74,8
Щит ЩЗО	5,00	1	1,00	1,00	5,00	0,96		1,46	7,9
Робоче освітлення водомірного вузла	0,03	1	1,00	1,00	0,03	0,92		0,01	0,1
Робоче освітлення електрощитової	0,06	1	1,00	1,00	0,06	0,92		0,03	0,1
Робоче освітлення підвалу Щоп	1,50	1	1,00	1,00	1,50	0,96		0,44	2,4
Робоче освітлення ІТП	0,10	1	1,00	1,00	0,10	0,92		0,04	0,2
Щит ЩРвп1	1,56	1	1,00	0,90	1,40	1,00		0,00	2,1
Опалювальний прилад щитової	1,50	1	1,00	0,70	1,05	1,00		0,00	1,6
Щит ЩВ	1,10	1	1,00	0,90	0,99	0,85		0,61	1,8
<b>загалом</b>					<b>107,85</b>	<b>0,93</b>		<b>41,21</b>	<b>175,4</b>

#### Розрахунок навантажень ВРП-2

<i>Розрахунок електричних навантажень приведений до лінії живлення виконується відповідно до [5]</i>									
Найменування навантаження	Рпит., кВт/од.в им., кВт	кільк./пл оща, шт/м <sup>2</sup>	К п	Куч.ма кс.	Рр, кВт	cos φ	tg φ	Qр., кВ ар	Ір, А
<i>Ввід 1 Робочий режим</i>									
квартири I-вид, III рівень електрифікації з електроплитами 8,5кВт (табл.3.1), кВт	3,76	12	1,00	1,00	45,12	0,93		17,83	73,5
<b>загалом</b>					<b>45,12</b>	<b>0,93</b>		<b>17,83</b>	<b>73,7</b>
<i>Ввід 2 Робочий режим</i>									
квартири I-вид, III рівень електрифікації з електроплитами 8,5кВт (табл.3.1), кВт	7,31	4	1,00	1,00	29,25	0,93		11,56	47,7
квартири II-вид, II рівень електрифікації з електроплитами 10,5кВт (табл.3.1), кВт	11,48	4	1,00	1,00	45,92	0,93		18,15	74,8
Щит ЩРвп2	1,56	1	1,00	1,00	1,56	1,00		0,00	2,4
<b>загалом</b>					<b>76,73</b>	<b>0,93</b>		<b>29,71</b>	<b>125,0</b>



<i>Ввід 1+2 Аварійний режим</i>									
квартири I-вид, III рівень електрифікації з електроплитами 8,5кВт (табл.3.1), кВт	3,24	16	1,0 0	1,00	51, 79	0,9 3		20, 47	84,4
квартири II-вид, II рівень електрифікації з електроплитами 10,5кВт (табл.3.1), кВт	11,48	4	1,0 0	1,00	45, 92	0,9 3		18, 15	74,8
Щит ЩРвп2	1,56	1	1,0 0	0,90	1,4 0	1,0 0		0,0 0	2,1
<b>загалом</b>					<b>99, 12</b>	<b>0,9 3</b>		<b>38, 62</b>	<b>161,6</b>

### Розрахунок навантажень ВРП-3

<i>Розрахунок електричних навантажень приведений до лінії живлення виконується відповідно до [5]</i>									
<b>Найменування навантаження</b>	<b>Рпит., кВт/од.в им., кВт</b>	<b>кільк./площа, шт/м<sup>2</sup></b>	<b>К п</b>	<b>Куч.ма кс.</b>	<b>Рр, кВт</b>	<b>cos φ</b>	<b>tg φ</b>	<b>Qр, кВт ар</b>	<b>Ip, А</b>
<i>Ввід 1 Робочий режим</i>									
квартири I-вид, III рівень електрифікації з електроплитами 8,5кВт (табл.3.1), кВт	3,76	12	1,0 0	1,00	45, 12	0,9 3		17, 83	73,5
<b>загалом</b>					<b>45, 1</b>	<b>0,9 3</b>		<b>17, 83</b>	<b>73,7</b>
<i>Ввід 2 Робочий режим</i>									
квартири I-вид, III рівень електрифікації з електроплитами 8,5кВт (табл.3.1), кВт	7,31	4	1,0 0	1,00	29, 25	0,9 3		11, 56	47,7
квартири II-вид, II рівень електрифікації з електроплитами 10,5кВт (табл.3.1), кВт	11,48	4	1,0 0	1,00	45, 92	0,9 3		18, 15	74,8
Щит ЩРвп3	1,56	1	1,0 0	1,00	1,5 6	1,0 0		0,0 0	2,4
<b>загалом</b>					<b>76, 7</b>	<b>0,9 3</b>		<b>29, 71</b>	<b>125,0</b>
<i>Ввід 1+2 Аварійний режим</i>									
квартири I-вид, III рівень електрифікації з електроплитами 8,5кВт (табл.3.1), кВт	3,24	16	1,0 0	1,00	51, 79	0,9 3		20, 47	84,4
квартири II-вид, II рівень електрифікації з електроплитами 10,5кВт (табл.3.1), кВт	11,48	4	1,0 0	1,00	45, 92	0,9 3		18, 15	74,8

Щит ЩРВПЗ	1,56	1	1,0 0	0,90	1,4 0	1,0 0	0,0 0	2,1
<b>загалом</b>					<b>99, 12</b>	<b>0,9 3</b>	<b>38, 62</b>	<b>161,6</b>

### Розрахунок навантажень ВРП-1А

<i>Розрахунок електричних навантажень приведений до лінії живлення виконується відповідно до [5]</i>								
<b>Найменування навантаження</b>	<b>Встановл ена потужніс ть кВт</b>	<b>кількіс ть шт</b>	<b>Коефіцієн т потужност і</b>		<b>Розрахункові показники</b>			
			<b>cosφ</b>	<b>tgφ</b>	<b>Актив на потуж ність кВт</b>	<b>Реактив на потужні сть кВАр</b>	<b>Повна потужні сть кВА</b>	<b>Стр ум А</b>
<i>Ввід 1,2</i>								
Ліфт	8,50	1	0,65	1,17	8,50	9,90	13,10	20,00
Протипожежна автоматика газоаналізатори	2,00	3	0,90	0,48	2,0	1,00	2,20	3,00
Індивідуальний тепловий пункт	8,00	1	0,85	0,62	7,20	4,50	8,50	13,00
Водопровідний вузол	12	1	0,85	0,62	10,2	6,3	12,00	18,00
Аварійне евакуаційне освітлення	0,68		0,93	0,4	0,68	0,3	0,70	1,00
<b>Разом на ВРП-1А</b>	<b>31,20</b>		<b>0,85</b>	<b>0,62</b>	<b>28,60</b>	<b>17,70</b>	<b>33,60</b>	<b>51,00</b>
Пожежний режим	31,20		0,85	0,62	21,40	13,30	2,50	38,00

### Розрахунок навантажень ВРП-2А

<i>Розрахунок електричних навантажень приведений до лінії живлення виконується відповідно до [5]</i>								
<b>Найменування навантаження</b>	<b>Встановл ена потужніс ть кВт</b>	<b>кількіс ть шт</b>	<b>Коефіцієнт потужності</b>		<b>Розрахункові показники</b>			
			<b>cosφ</b>	<b>tgφ</b>	<b>Акти вна</b>	<b>Реактив на</b>	<b>Повна потужні</b>	<b>Стр ум А</b>

					потужність кВт	потужність кВАр	потужність кВА	
<i>Ввід 1,2</i>								
Ліфт	8,50	1	0,65	1,17	8,50	9,90	13,10	20,00
Протипожежна автоматика газоаналізатори	1,00	1	0,90	0,48	1,0	0,50	1,10	2,00
Аварійне евакуаційне освітлення	0,23		0,93	0,4	0,23	0,1	0,20	0,40
<b>Разом на ВРП-1А</b>	<b>9,70</b>		<b>0,85</b>	<b>0,62</b>	<b>9,70</b>	<b>6,00</b>	<b>11,40</b>	<b>17,00</b>
Пожежний режим	9,70		0,85	0,62	9,70	6,00	11,40	17,00

#### Розрахунок навантажень ВРП-3А

<i>Розрахунок електричних навантажень приведений до лінії живлення виконується відповідно до [5]</i>								
Найменування навантаження	Встановлена потужність кВт	кількість шт	Коефіцієнт потужності		Розрахункові показники			
			cosφ	tgφ	Активна потужність кВт	Реактивна потужність кВАр	Повна потужність кВА	Струм А
<i>Ввід 1,2</i>								
Ліфт	8,50	1	0,65	1,17	8,50	9,90	13,10	20,00
Протипожежна автоматика газоаналізатори	1,00	1	0,90	0,48	1,0	0,50	1,10	2,00
Аварійне евакуаційне освітлення	0,23		0,93	0,4	0,23	0,1	0,20	0,40
<b>Разом на ВРП-1А</b>	<b>9,70</b>		<b>0,85</b>	<b>0,62</b>	<b>9,70</b>	<b>6,00</b>	<b>11,40</b>	<b>17,00</b>
Пожежний режим	9,70		0,85	0,62	9,70	6,00	11,40	17,00

На основі даних розрахунків складаємо однолінійну схему ВРП-жб2 (додаток А).

## 2 ВИБІР ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА ПЕРЕРІЗУ КАБЕЛІВ ТА РОЗРОБКА ПЛАНІВ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ І ОСВІТЛЕННЯ

### 2.1 Розробка плану розподільчих мереж

Квартири, щодо оснащеності побутовими електроприладами та їх розрахунковим навантаженням, відносяться до 1-го виду житла, III рівня електрифікації (квартири 2-5 поверхів) та 2-го виду житла, II рівня електрифікації (дворівневі квартири 6-7 поверхів). Відповідно до таблиці 2.1 [5] житловий будинок відноситься до II категорії надійності електропостачання (житлові будинки заввишки до 16 поверхів з електричними плитами).

Нежитлові приміщення також відносяться до II категорії надійності електропостачання.

Окрема група споживачів в будинку (ліфти, протипожежні системи та аварійне освітлення) відноситься до споживачів I категорії. Окрема група споживачів в нежитлових приміщеннях (аварійне освітлення, протипожежні системи) також відноситься до споживачів I категорії.

Відхилення і коливання напруги у споживачів не перевищують нормованих значень. Споживачів з нелінійними і несиметричними навантаженнями немає. Електроприймачі II категорії житлового будинку отримують електропостачання від РП-0,4 кВ трансформаторної підстанції двома кабельними лініями (що взаємно резервуються) до ввідно-розподільного пристрою ВРПжб2 та двома кабельними лініями до ВРП-вб. ВРП встановлюються в електрощитовій. Усі ВРП є двосекційними, і виконані на автоматичних вимикачах (як на ввідних фідерах, так і на фідерах, що відходять).

Схема роботи секцій всіх ВРП (крім ВРПжб2): в робочому режимі увімкнені ввідні автоматичні вимикачі. При зникненні напруги на одному з вводів перемикач здійснюється пакетним перемикачем. У цьому випадку живлення обох секцій розподілу здійснюється від одного вводу (аварійний режим). Електроприймачі I категорії (ліфти, аварійне освітлення) отримують живлення від щитів ВРП-А, через комплектні пристрої автоматичного вводу резерву (АВР). Керуючі пристрої АВР забезпечують контроль параметрів напруги на

вводах і блокування одночасного включення ввідних автоматичних вимикачів. Перемикання з основного вводу на резервний ввід, з подальшим поверненням в початковий стан, здійснюється електромагнітними контакторами, які отримують керуючий сигнал від реле контролю фаз, встановленого на вводі. Ліфти повинні мати функцію, що дозволяє в разі відключення двох вводів живлення опустити ліфт на перший поверх і відкрити двері. Для живлення споживачів квартир на кожному жилому поверсі встановлюються поверхові щити типу ЩП-4-1 36 IP31.

Щити монтуються в нішах стін поверхових коридорів. У щитах розміщуються автоматичні вимикачі PL6 «EATON» (для більшості квартир встановлюються трифазні вимикачі номіналом 25 А, а для дворівневих квартир трифазні номіналом 32 А), а також трифазні багатотарифні прямоточні лічильники обліку активної електроенергії квартир. Електрощитова обладнується комплектом захисних засобів для безпечної експлуатації електротехнічних пристроїв, а також комплектом первинних засобів пожежогашіння (відповідних вогнегасників).

Групові та розподільні мережі запроєктовані п'яти- і три провідними і виконані силовими кабелями з мідними ТПЖ, з ізоляцією з ПВХ пластикату зниженої пожежонебезпеки, із зовнішньою оболонкою з ПВХ зниженої пожежонебезпеки - ВВГнгд і вогнестійкими кабелями Flame-X 950 (N) НХН FE180 / E90 (E30). Кабелі прокладаються:

- на скобах відкрито по стелі та стінам технічних приміщень;
- вертикальних шахтах для прокладки комунікацій по конструкціях (лотках);
- в ПВХ-трубах, прокладених приховано в штрабах стін;
- під підшивними стелями – розводка мереж в поверхових коридорах і тамбурах у закритих лотках.

Вибір перетину кабелів проводився відповідно до ПУЕ, за умовою нагріву тривалим розрахунковим струмом у нормальному і післяаварійному режимах, а також перевірявся на втрату напруги і по струму однофазного короткого замикання. При прокладанні живлячих і розподільних мереж в місцях перетину несучих і огорожувальних конструкцій (перегородок, стін) необхідне встановлення вогнезахисного негорючого ущільнення кабельних проходок з вогнезахисним покриттям із сертифікатом відповідності Системи УкрСЕПРО виданим ДЦСВПМ МНС України.

Креслення виконуються в (Додатку Б)

## 2.2 Розробка плану мережі освітлення

В секціях житлового будинку прийнято два види освітлення: робоче та аварійне(евакуаційне та освітлення безпеки) на напрузі 220 В. Для ремонтного освітлення додатково встановлюються ящики з знижувальними трансформаторами ЯТП 250 ВА, 220/24 В. Електричне освітлення сходових клітин передбачене світлодіодними світильниками для ЖКГ «МЕРИДІАН» з оптоакустичним датчиком руху, потужністю 10 Вт, світловим потоком 740лм, ступенем захисту IP40 (в будівлі). У поверхових коридорах, ліфтових холах, технічних приміщеннях також передбачені світлодіодні світильники. Типи світильників прийняті відповідно до призначення приміщень і характеристикою навколишнього середовища. Освітленість приміщень прийнята відповідно до ДБНВ.2.5-28:2018 та становить:

- вестибюлі - 30 лк;
- поверхові коридори, ліфтові холи, сходи, сходові майданчики - 20 лк;
- електрощитова 200 лк.

Аварійне (евакуаційне) освітлення передбачається в коридорах, на сходових маршах по маршруту евакуації, в ліфтових холах. Як аварійне освітлення використовується частина світильників робочого освітлення, електропостачання яких виконано окремими лініями із вогнестійких кабелів марки Flame-X 950 (N) НХН FE180 / E90 (E30). Також проектом передбачаються світлові покажчики «Вихід» (світлодіодні світильники потужністю 3 Вт, з відповідною піктограмою), які встановлюються над виходами 1 поверху, на шляхах евакуації. Підключення ліній аварійного освітлення виконується через відповідні секції шаф ВРП-А з АВР. Управління освітленням входів в будівлю передбачається автоматичним від фотодатчика, поверхових коридорів за допомогою оптичних датчиків руху, сходових клітин – оптоакустичним датчиком, вбудованим в світильники Меридіан. Управління освітленням електрощитової і технічних приміщень здійснюється вручну вимикачами, встановленими за місцем.

Креслення виконується в (додатку В)

### 2.3 Вибір електрообладнання та перерізу кабелів

Все електрообладнання, використовуване в електроустановках, повинно відповідати вимогам відповідних нормативних документів, в тому числі норм електробезпечності.

Електрообладнання необхідно вибирати з урахуванням:

- а) максимальної напруги в робочому режимі (середньоквадратичне значення для змінного струму), а також імовірних перенапруг;
- б) максимальний струм в робочому режимі (діюче значення для змінного струму), а також вірогідний струм для аварійних режимів і тривалість його захисту в залежності від часу роботи захисних пристроїв, якщо такі маютьяся;
- в) частоти, якщо вона впливає на характеристики обладнання;
- г) потужності, з урахуванням коефіцієнта навантаження та нормальних умов експлуатації;
- д) умов монтажу й експлуатації (механічні навантаження, умови навколишнього середовища).

Електрообладнання не повинно негативно впливати на інше обладнання та мережу за нормальних умов, включаючи перемикання. Це необхідно враховувати:

- а) коефіцієнт потужності  $\cos\varphi$ ;
- б) пусковий струм;
- в) несиметричність по фазах; г) гармоніки;
- д) параметри, що визначають електромагнітну сумісність, у т.ч. із засобами охоронно-пожежної сигналізації;
- е) радіоперешкоди.

Приховане електрообладнання слід розмішувати в коробах, спеціальних кожухах або відвертках в залізобетонних панелях, що утворюються при виготовленні панелей. Допускається застосування сполучні або відповідні коробки з горючих матеріалів при умові їх автономності в будівельних конструкціях. Використання горючих матеріалів для виготовлення кришки коробів не допускається.

Розетки, вимикачі та інші подібні пристрої можна встановлювати на горючих підставах (конструкціях) тільки з твердим негорючим матеріалом товщиною не менше 3 мм, що перевищує розміри пристрою не менше ніж на 10 мм..

Розетки для переносних електроприймачів із заземленими частинами, повинні мати захисний контакт для підключення РЕ-провідника.

Розетки, що встановлюються в квартирах, житлових кімнатах гуртожитків, а також у дитячих кімнатах, повинні мати захисний пристрій, що автоматично замикає розетки вилок при витягуванні штепсельної вилок.

Розетки повинні встановлюватися в місцях, зручних для використання з урахуванням розміщення меблів.

У житлових кімнатах квартир і гуртожитків необхідно встановлювати не менше однієї розетки напругою до 10 А на кожні повні та неповні 6 м<sup>2</sup> площі кімнати, в коридорах квартир - не менше однієї розетки на кожні повні та неповні 10 м<sup>2</sup>. коридору. Кілька розеток, встановлених в одному корпусі або в одному блоці, слід розглядати як одну розетку.

Кількість і розташування штепсельних розеток на кухні визначається плануванням кухні, розміщенням кухонного електроустаткування та електроприладів. Мінімальна кількість штепсельних розеток – 5 штук.

Для підключення стаціонарної однофазної електричної плити необхідно встановити штепсельну розетку на 40 А із захисним контактом для підключення РЕ-провідника. Ця розетка повинна живитися від окремої лінії від квартирної щита. Величина розрахункового навантаження рекомендується приймати 7 кВт.



Розетки не допускаються в квартирних кімнатах, ванних кімнатах, душових, мильних ваннах, ваннах з обігрівачами для саун (далі - сауни), а також у пральнях, за винятком ванних кімнат квартир і готельних номерів і прасувальних камер квартир та готелів.

У ванних кімнатах і душових слід використовувати тільки те електрообладнання, яке спеціально призначене для установки у відповідних приміщеннях згідно з додатком Е. Електрообладнання повинно мати ступінь захисту від води за ГОСТ 14254 не нижче.:

- а) у зоні 0-IPX7; б) у зоні 1-IPX5;
- в) у зоні 2 – IPX4 (IPX5 – у ванних загального користування); г) у зоні 3 – IPX1 (IPX5 – у ванних загального користування).

У зоні 0 дозволяється встановлювати електроприлади, призначені лише для використання у ванній кімнаті з використанням системи BNNN або ZNNN на номінальну напругу не більше 12 В згідно з [33] згідно з [33], главою 1.7 [7]. У зоні 1 можуть встановлюватися тільки водонагрівачі.

У зоні 2 можуть встановлюватися тільки водонагрівачі та світильники класу II згідно з ГОСТ 12.2.007.0.

У зонах 1 і 2 можуть встановлюватися вимикачі, які приводяться в дію за допомогою шнура за умови, що вони відповідають вимогам ГОСТ 7396.0.

У зоні 3 можна встановлювати вимикачі та розетки. Розетки повинні підключатися до електромережі через індивідуальні розподільні трансформатори згідно з ГОСТ 30331.3 або підключатися до джерела живлення системи БННН або ЗННН згідно з ГОСТ 30331.3, або захищений ПЗВ відповідно до [33], розділ 1.7 [7].

Будь-які вимикачі та розетки повинні розташовуватися на відстані не менше 0,6 м від дверей душової kabіни заводського виготовлення.

Елементи теплої підлоги, призначені для обігріву приміщень, можна встановлювати у всіх приміщеннях за умови, що вони покриті металевою сіткою або металевою оболонкою та підключені до системи вирівнювання потенціалів відповідно до [33], глави 1.7 [7].

У саунах електрообладнання повинно мати ступінь захисту не нижче ніж IP24 згідно з ГОСТ 14254.

У шкільних кабінетах і лабораторіях розетки на столах учнів і лабораторних щитах необхідно підключати через вимикач, встановлений на столі вчителя. Лінії електропередачі повинні бути підключені через розподільний трансформатор або захищені ПЗВ.

В актових і спортивних залах, конференц-залах, вестибюлях, холах, коридорах та інших приміщеннях необхідно передбачати штепсельні розетки для підключення прибиральних механізмів. Розетки слід встановлювати на відстані, що дозволяє використовувати очисні механізми зі шнуром живлення довжиною до 15 м. Можна встановити одну штепсельну розетку в кількох кімнатах, якщо зазначена довжина провідника забезпечує очищення кожної кімнати.

Штепсельні розетки для приєднання переносних світильників слід передбачати в приміщеннях, де є технологічне обладнання, для ремонту якого недостатньо загального освітлення.

У приміщеннях цехів по обробці металу та деревини, ремонту та зарядці батарей, у відділеннях механічної сушіння та прасування, холодильних станціях, електрощитах, теплових пунктах, котельнях, насосних, машинних відділеннях ліфтів, технічних поверхів, вентиляційних камер та кондиціонування повітря для портативне освітлення приймає напругу 40 (36) В.

Напруга 12В для переносного освітлення повинна прийматись у відділеннях механізованого прання та інших приміщеннях з мокрим технологічним процесом.

Штепсельні розетки, що встановлюються в складських приміщеннях, які замикаються і містять горючі матеріали або матеріали в горючій упаковці, повинні мати ступінь захисту відповідно до розділу 5 НПАОП 40.1-1.32.

Штепсельні розетки повинні встановлюватися:

а) у приміщеннях виробничого призначення на висоті 0,8 м – 1 м від рівня підлоги. При підводі проводів зверху допускається встановлювання на висоті до

1,5 м;

б) в адміністративних, лабораторних, житлових та інших приміщеннях на висоті, зручній для підключення їх до електроприладів, залежно від призначення приміщення та дизайну інтер'єру, але не більше 1 м від рівня підлоги. Допускається встановлення штепсельних розеток у спеціально пристосованих для цієї мети плінтусах і кабель-каналах (коробках) із негорючих і вогнезахисних матеріалів;

в) у школах і дошкільних навчальних закладах у приміщеннях для перебування дітей на висоті 1,8 м від рівня підлоги.

Не дозволяється встановлювати штепсельні розетки в мережі аварійного освітлення.

Вимикачі світильників загального освітлення встановлювати на стіні збоку від дверної ручки на висоті від 0,8 м до 1,7 м від рівня підлоги, а в школах і дитячих установах у дитячих кімнатах - на висоті 1,8 м від рівня підлоги. рівень підлоги. Допускається встановлення під стелею вимикачів, які приводяться в дію за допомогою шнура, за умови, що вони відповідають вимогам ГОСТ 7397.0.

У будинках і кімнатах маломобільних груп електричні вимикачі та розетки встановлюються на висоті не більше 1 м від рівня підлоги та на відстані не менше 0,4 м від бічної стіни приміщення..

Мінімальна відстань від вимикачів, розеток та елементів електроустановок до газопроводів має бути не менше 0,5 м..

Приховане встановлення в стінах між різними квартирами на одній осі з'єднувальних і розгалужувальних коробок вимикачів і штепсельних розеток не допускається, крім випадків встановлення між ними непрохідних перегородок..

Рекомендується переносити вимикачі світильників, що знаходяться в приміщеннях з несприятливою екологічною обстановкою, на сусідні приміщення з кращими екологічними умовами..

За межами цих приміщень необхідно встановлювати вимикачі душових ламп та роздягальні, гарячих цехів харчоблоків та їдалень..

У мильних приміщеннях лазень, пральних приміщеннях пралень встановлення вимикачів освітлення не допускається.

Вимикачі освітлення горищ, які мають елементи будівельних конструкцій

(покрівлю, ферми, крокви, балки тощо) з горючих матеріалів згідно з [33], повинні бути установлені поза горищами.

Примітка. Технічні поверхи, які розташовані безпосередньо під покрівлею і конструкції яких виконані з негорючих матеріалів, не розглядаються як горища.

У театрах, концертних залах, спортивних та інших розважальних закладах електрошафи, а також все електрообладнання для регулювання напруги та струму (реостати, автотрансформатори, індуктори, пускові реостати тощо) повинні розміщуватися поза майданчиками, сценами..

Над кожним входом у будівлю повинен установлюватися світильник.

У передпокої квартири повинен установлюватися електричний дзвоник, а біля входу у квартиру – кнопка для дзвоника. Вибір напруги і проводка від кнопки до дзвоника виконується згідно з його схемою.

Номери будинків та індикатори пожежних гідрантів, встановлені на зовнішніх стінах будівель, повинні бути підсвічені. Живлення джерел електричного світла номерних знаків та гідрантних покажчиків повинно здійснюватися від мережі внутрішнього освітлення будівель..

Покажчики пожежних гідрантів, які установлені на опорах зовнішнього освітлення, живляться від мережі зовнішнього освітлення.

Захист електричних мереж напругою до 1 кВ включно на всіх об'єктах цивільного призначення повинен виконуватись згідно з главою 3.1 [7].

Мережі живлення від підстанцій до ВП, ВРП, ГРЩ повинні бути захищені тільки від струмів КЗ (не потребують захисту від перевантаження).

ВП, ВРП, ГРЩ, РП повинні перевірятись за режимом КЗ відповідно до глави 1.4 [7].

Захисні пристрої також повинні проходити випробування в лініях живлення 1-ї категорії надійності електропостачання за режимом короткого замикання. У цьому випадку вимикачі вважаються стійкими до струмів короткого замикання, якщо вони відповідають вимогам єдиної граничної комутаційної здатності..

Розрахунок струмів короткого замикання необхідно виконувати згідно з ГОСТ 28249, виходячи з умови, що напруга, що подається на трансформатор, постійна і дорівнює номінальному значенню. Активні та індуктивні опори всіх елементів короткозамкненого кола, а також всіх перехідних опор, включаючи опір

дуги в місці короткого замикання згідно з [15]

Значення ударного коефіцієнта  $K_{уд}$  для визначення ударного струму КЗ можна приймати на шинах 0,4 кВ трансформаторних підстанцій – 1,1, в решті точок мережі – 1.

Внутрішні освітлювальні та розеткові мережі цивільних об'єктів, а також електромережі, в яких умови технологічного процесу або режим роботи мережі можуть викликати тривале перевантаження провідників, крім захисту від струмів КЗ, повинні бути захищені від перевантаження. Для цих цілей слід використовувати автоматичні вимикачі, які мають комбінований розчіплювач з інверсною струмозалежною характеристикою, оскільки запобіжники поступаються таким вимикачам за захистом від перевантаження.

Автоматичних вимикачів, що мають тільки розчіплювач миттєвої дії (відсічку) в мережах, які повинні бути захищені від перевантажень, застосовувати не дозволяється.

Налаштування пристроїв захисту необхідно вибирати з урахуванням максимального навантаження лінії, пускових струмів при ввімкненні потужних ламп розжарювання та ламп HLVD, а для взаємно резервованих ліній - з урахуванням їх післяаварійного навантаження.

На вводах ВП, ВРП, ГРЩ, РП і на початку кожної лінії, в тому числі лінії, що живиться від шинопроводу, повинні бути установлені апарати захисту у всіх фазних провідниках.

У лініях, що живлять лампи потужністю 10 кВт і більше, кожна лампа повинна мати апарат захисту.

Установлення апаратів захисту в РЕ- і PEN-провідниках забороняється (див.4.4). Забороняється також установлення запобіжників, однополюсних автоматичних і неавтоматичних вимикачів у N-провідниках.

Дозволяється виконувати захист різних ділянок однієї мережі запобіжниками і автоматичними вимикачами.

У місцях приєднання ліній, що живлять освітлювальні мережі, до ліній електропостачання електростанцій або до електростанцій необхідно встановлювати пристрої захисту та контролю. (див. 4.11).

При живленні однофазних споживачів розгалудженнями від багатофазної ПЛ, коли PEN-провідник ПЛ є загальним для груп однофазних споживачів, що живляться від різних фаз, рекомендується забезпечити захисне відключення споживачів у разі перенапруги через дія асиметрії навантаження. Відключення необхідно проводити на вході в будівлю, наприклад, шляхом дії на незалежний розчіплювач вхідного вимикача за допомогою реле максимальної напруги. Необхідно від'єднати як L-, так і N-провідники.

У багатоквартирних будинках перевищення напруги вище допустимого може виникнути через асиметрію навантажень при порушенні з'єднань загального N-провідника і N-провідників декількох квартир, якщо квартири підключені до різних фаз стояка. Тому не слід N-провідники різних квартир приєднувати до загального N-провідника в одній точці.

При виборі пристроїв і пристроїв, що встановлюються на вході, перевагу слід віддавати за інших рівних умов пристроям і пристроям, здатним довго зберігати працездатність при перевищенні напруги допустимої, що виникає внаслідок асиметрії після виходу з ладу PEN або N-провідника. Однак їх комутаційні та інші робочі характеристики можуть відхилитися від норми.

Трансформатори, що використовуються для живлення світильників до 50 В включно, повинні бути захищені на боці високої напруги. Також необхідно забезпечити захист на лініях, що відходять від нижчої напруги.

Якщо трансформатори живляться окремими групами від щитів і пристрій захисту на щиті обслуговує не більше трьох трансформаторів, то на боці високої напруги кожного трансформатора встановлювати додаткові пристрої захисту не потрібно.

За погодженням із замовником необхідно забезпечити захист комп'ютерів, АТС, побутової техніки на базі радіо-, радіо-, електронного, електронного та електричного обладнання від блискавки та стрибків напруги на основі обмежувачів напруги. Основні положення щодо вибору методів і засобів захисту від ушкоджуючої дії та дестабілізуючої дії розрядів блискавки викладено в ст [34].

Перетин провідника слід вибирати в умовах нагрівання тривалим номінальним струмом у нормальному та післяаварійному режимах та перевіряти на падіння напруги на найбільш віддаленому споживачі, відповідність захисним

пристроєм, електромеханічні навантаження, які можуть виникнути через струми КЗ, механічні навантаження, що може вимагати економії.

Протікання струму в провіднику супроводжується виділенням в ньому теплової енергії, внаслідок чого провідник нагрівається до температури  $\theta_{пр}$ , яка перевищує температуру навколишнього середовища  $\theta_{нс}$ . На температуру нагріву провідника впливають такі фактори як сила струму, що протікає через провідник, тривалість і циклічність дії струму, умови охолодження провідника. Експериментальними дослідженнями встановлені гранично допустимі значення температур нагріву провідників, зокрема: ПЛ – 70, КЛ 6кВ з паперовою ізоляцією – 65, КЛ 10 кВ з паперовою ізоляцією – 60, КЛ 35 кВ – 50. Розрахункове значення температури навколишнього середовища приймають  $\theta_{нс} = 25$  для повітря та  $\theta_{нс} = 15$  для води або землі. Кількість тепла, що виділяється в провіднику за одиницю часу визначається законом Джоуля - Ленца (1) Кількість тепла, що відводиться в навколишнє середовище (2) де  $c$  – коефіцієнт тепловіддачі матеріалу;  $F$  – площа поверхні провідника. При тривалому протіканні струму встановлюється тепловий баланс між підведеною та відведеною тепловою енергією. Якщо прирівняти рівняння (1) та (2) та представити опір провідника через його лінійні розміри ( $l$ ,  $S$ ) то спільний розв'язок рівнянь дозволяє визначити допустиме за нагрівом значення струму для стандартних перерізів провідників ліній. Вибір перерізу провідників ліній (жил КЛ, проводів ПЛ) за нагрівом з розрахунковим струмом у нормальному довготривалому режимі роботи виконується шляхом порівняння робочого струму з допустимим струмом, величина якого обчислена і перевірена для стандартних перерізів провідників і наведена у вигляді таблиць для всіх видів ліній і провідників в [7]. Якщо температура навколишнього середовища відрізняється від нормованих значень, то вводиться поправочний коефіцієнт, значення якого приймається згідно з [7]. Обов'язково необхідно враховувати умови прокладки КЛ. Для цього вводиться тепловий поправочний коефіцієнт, який враховує перегрів в середовищі розташування потоку або пучка кабелів прокладених паралельно  $\sqrt{}$

У житлових приміщеннях мідні провідники повинні мати переріз не менше вказаного в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Найменування лінії	Мінімальний переріз кабелів і проводів з мідними жилами, мм <sup>2</sup>
Лінії групових мереж	1,5
Лінії від поверхових до квартирних щитків і до розрахункового лічильника	2,5
Лінії розподільної мережі (стояки) для живлення квартир і кімнат гуртожитків	4,0

Однофазні трипровідні лінії, а також трифазні п'ятипровідні і чотирипровідні лінії, що живлять однофазні навантаження, повинні мати N-провідник що дорівнює перерізу фазних провідників.

У багатофазних колах з перетином фазних провідників понад 16 мм<sup>2</sup> для міді і 25 мм<sup>2</sup> для алюмінію N-провідник може мати менший перетин, ніж фазний провідник, але не менше 50% перерізу фазних провідників і не менше 16 мм<sup>2</sup> для міді та 25 мм<sup>2</sup> для алюмінію, при одночасному виконанні таких умов:

а) навантаження у мережі при її нормальній експлуатації повинно розподілятися між фазами практично рівномірно;

б) очікуваний максимальний струм, включаючи гармоніки за їх наявності, у N-провіднику при нормальній експлуатації не перевищує величини допустимого навантаження по струму для зменшеного перерізу N-провідника;

в) Контроль струму короткого замикання в N-провіднику забезпечується командою на відключення фазних провідників. У цьому випадку відключення N-провідника є обов'язковим. Однак не потрібно контролювати струм короткого замикання в N-провіднику, якщо передбачено одночасне відключення його разом з фазними провідниками загальним вимикачем і очікуваним максимальним струмом N-провідника в нормальному режимі. набагато менше ніж.

У багатофазних колах переріз N-провідників з люмінесцентними лампами, лампами ГЛВД при одночасному вмиканні всіх фазних провідників автоматичними і звичайними вимикачами необхідно вибирати:

а) для діляниць мережі, по яких протікає струм від ламп з компенсованими



пускорегулюючими апаратами таким, що дорівнює фазному незалежно від перерізу;

б) для ділянок мережі, по яких протікає струм від ламп з некомпенсованими контрольними приладами, що дорівнює фазі в перерізі фазних провідників до 16 мм<sup>2</sup> включно з міді або 25 мм<sup>2</sup> включно з алюмінієм і не менше 50% перерізу фазні провідники більших перерізів. В останньому випадку перетин N-провідників має бути не менше 16 мм<sup>2</sup> для міді і 25 мм<sup>2</sup> для алюмінію.

При захисті багатофазних освітлювальних мереж із запобіжниками або однополюсними вимикачами для будь-якого джерела світла переріз N-провідників слід приймати рівним перерізу фазних провідників.

Вибір усіх провідників, шаф, лотків, кріплень, ведеться в (додатку А)

Для прикладу здійснимо перевірку декількох ліній по нагріванню тривалим розрахунковим струмом у нормальному і післяаварійному режимах а також перевірку за падінням напруги у найбільш віддаленого споживача в найдовшій лінії

При перевірці по нагріванню тривалим розрахунковим струмом головне визначити розрахунковий струм

При виборі перетинів проводів і жил кабелів розрахунковий струм навантаження групи електроприймачів визначається так:

$$I_n = P_p / \sqrt{3} \cdot U_n \cdot \eta_m \cdot \cos\varphi_p;$$

$$I_p = S_p / \sqrt{3} \cdot U_n,$$

де  $P_p$ ,  $S_p$  - розрахункові навантаження для даного елемента мережі, кВт; кВА;

$U_n$  - напруга мережі, кВ;

$\eta_m$  - ККД мережі (для повітряних ЛЕП, 0,94...0,95; для-гнучких кабелів 0,97...0,99;)  $\cos\varphi_p$  - розрахунковий коефіцієнт потужності для даного елемента мережі

Дані щодо розрахункової потужності та струму вказано в однолінійній схемі

в (додатку А )

Перевірка за нагрівом (умови прокладки та охолодження не враховуємо)  
Вибір перетину провідників за нагрівом зводиться до порівняння розрахункового струму  $I_p$  з довготривалими припустимими струмами навантаження, наведеними для стандартних перетинів проводів у таблицях [7]

$$I_p \leq I_{\text{доп.}}$$

Для ЛЕП, що приймає на себе всю, або частину навантаження іншої лінії, що вийшла з ладу, розрахунковий струм приймається для післяаварійного режиму. Розрахунковий струм в післяаварійному режимі  $I_{p.a.} = 2I_p$  ( при 100% резервуванні) або визначається розрахунком в залежності від ступеня резервування.

Таким чином вибираємо кабелі для живлення ВРП1,2,3 та ВРП1А,2А,3А. Для забезпечення більшої надійності беремо переріз жили кабеля на порядок вищий ніж в таблиці в [7] , обов'язково враховуючи те що кабелі для живлення аварійних мереж повинні виконуватися кабелями марки «Flame-X 950 (N)HXHFE180/E90» обрані кабелі вносяться в однолінійну схему в (додатку А)

Втрати напруги в низковольтній мережі – це сума втрат напруги в усіх її елементах, яка не повинна перевищувати нормоване значення (при необхідності знизити втрати збільшують переріз жил кабелів. Втрати напруги будем розраховувати в лінії С1.6 яка є найдовшою з внутрішньобудинкових ліній, прокладається від ВРП1 до ЩП1.6 і складає 45 м.

Розрахунок втрат напруги в кабелі С1.6 проводиться за формулою

$$\Delta U = P_H \cdot L \cdot 10^3 / \gamma \cdot S \cdot U_H \cdot \eta_H,$$

де  $P_H$  - потужність всіх електроприймачів, що живиться цим кабелем [кВт];

$L$  - довжина кабелю [м];

$\gamma = 50$  [м/(Ом•мм<sup>2</sup>)] – питома провідність мідного кабелю;

$S$  - переріз кабелю [мм<sup>2</sup>];

$U_H$  - номінальна напруга мережі, для якої розраховуються втрати напруги [В];  
 $\eta_H$  - ККД електроприймача (якщо не зазначено, то ККД=1).

$$\Delta U = 50,4 \cdot 45 \cdot 10^3 / 50 \cdot 35 \cdot 380 \cdot 1 = 3,4 \text{ В.}$$

Ділянка мережі низької напруги складається з трансформатора (або розподільчого пристрою) та кабелів (магістральні, відгалужувальні, гнучкі), які з'єднують джерело та електроприймач. Величину втрат напруги для мережі до 1 кВ приймають рівною 5%.

Втрати напруги в найдовшій лінії задовольняють ці вимоги.

### 3 РОЗРАХУНОК ПРИСТРОЇВ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ БУДІВЛІ

#### 3.1 Вибір необхідного класу блискавкозахисту без урахування ризиків

Метод [15] є більш простим та наочним, але при цьому розрахунок форми та розміру захисту проводиться за напівемпіричними формулами, виведеними з геометричних міркувань ще у попередньому столітті.

Стандарт [15] встановлює детермінований підхід до блискавкозахисту об'єктів, які поділяються на звичайні (промислові підприємства, тваринницькі та птахівничі будівлі та споруди, житлові та адміністративні будівлі тощо) та спеціальні (об'єкти, що становлять небезпеку для безпосереднього оточення, об'єкти, що становлять загрозу). навколишнє середовище, об'єкти з обмеженою небезпекою та інші).

Для I рівня захисту надійність складає 0,99-0,999, II – 0,95-0,99, III – 0,9-0,85, IV – не нижче 0,85. Визначення необхідності виконання та необхідних рівнів блискавкозахисту здійснюється за додатком А [15] залежно від ступеня небезпеки об'єкта та очікуваної кількості його уражень за рік.

Визначається характеристика будівлі та очікувана можлива кількість уражень її блискавкою за рік ( $N_x$ ):

для будівель і споруд прямокутної форми:

$$N_x = [(S + 6 \cdot h_{об}) \cdot (L + 6 \cdot h_{об}) - 7,7 \cdot h_{об}^2] \cdot N \cdot 10^{-6}$$

де:  $h_{об}$  – висота будівлі з урахуванням надбудов, м;

$L$  – довжина об'єкта, м;

$S$  – ширина об'єкта, м;

$N$  – кількість ударів блискавки на 1 км<sup>2</sup> в даній місцевості за рік.

Для будівель складної конфігурації і  $L$ , і  $S$  враховують ширину і довжину найменшого прямокутника, в який може бути вписана конструкція на план. Кількість ударів блискавки  $N$  визначається за даними метеорологічних спостережень за місцем розташування об'єкта, за відсутності цих даних можна визначити  $N$ :

$$N \approx (6,7 \cdot T_{\text{гр}})/100$$

де  $T_{\text{гр}}$  – середня тривалість гроз на рік у годинах, яка визначається за картами інтенсивності грозои або за середніми показниками найближчої до об'єкта метеостанції [19].

Приклад: житловій будинок висотою  $h_{\text{об}} = 23$  м, довжиною  $L = 36$  м, шириною  $S = 18$  м, ступінь вогнестійкості II, знаходиться у м. Київ в районі Борисполя. Визначимо кількість ударів блискавки  $N$  при умові  $T_{\text{гр}}=38$  год/рік.

Згідно Офіційних даних про к-сть днів з грозою на основі метеоспостережень надані Українським Гідрометеорологічним центром ДСНС (УкрГМЦ)[19] кількість грозових днів складає 38

$$N \approx (6,7 \cdot 38)/100 = 2,5 \text{ ударів на } 1 \text{ км}^2/\text{рік}$$

Визначимо можливу очікувану кількість уражень об'єкта за рік:

$$N_x = [(16 + 6 \cdot 66) \cdot (66 + 6 \cdot 25) - 7,7 \cdot 25^2] \cdot 10^{-6} = 0,21$$

Керуючись даними, наведеними в [12] вибираємо клас блискавкозахисту за характеристиками будівлі та визначеному  $N_x$ . Будівлі і споруди, в яких відсутні приміщення, віднесені за ДНАОП 0.00- 1.32-01 і НАПБ В.01.056-2005/111 до зон вибухо- і пожежонебезпечних класів, при  $N < 2$  приймаємо рівень блискавкозахисту даного об'єкту - III.

## 3.2 Система зовнішнього блискавкозахисту

### 3.2.1 Система блискавкоприймачів

Влаштування системи блискавкоприймачів відповідно до розділу 5.2 та додатку Е.5.2 [13] та р.7.7 [15] запроектовано з використанням захисної сітки, захисного кута та сфери, яка котиться. Крок квадрату сітки, відповідно до таблиці 2 [13] для III класу БЗС не більше 15x15 м. Сітку виконати з оцинкованого дроту 8 мм.

Провідники сітки блискавкозахисту, відповідно до додатку Е.5.2.2.3 [13], повинні проходити по коньку, краю покрівлі та виступах, а також сітка повинна бути влаштована таким методом, щоб струм блискавки завжди мав, принаймні, два різні шляхи до заземлювача.

Розміщення провідників сітки блискавкозахисту показано на кресленнях в Додатку Д(блискавкозахист).

Вентиляційні канали, що виступають над будівлею, захищені захисним кутником і кулею. Згідно з додатком Е.5.2.2.1 [13] метод захисного кута слід застосовувати для невеликих частин великих конструкцій. Стержні громовідводи та щогли необхідно розташовувати так, щоб усі частини конструкції знаходилися в зоні захисту, утвореній під кутом  $\alpha$  до вертикалі. Метод кутового захисту не використовується, якщо висота блискавковідводу більше, ніж визначений радіус кулі, що котиться за табл. 2 [13]. Для РБЗ III радіус сфери, що котиться складає 45 м,  $h_{об} = 22$  м, отже метод захисного кута можна використовувати.

Значення захисного кута вибирається за табл. 2 [13], і при III РБЗ та висоті  $h_{об} 22$  м, кут  $\alpha$  складає  $55^\circ$ . Для захисту вентиляційних каналів запроектовані вертикальні блискавкоприймі виготовлені з алюмінію висотою 2 м та 2,5 м. Розташування блискавкоприймачів показано на кресленнях Додатку Д(блискавкозахист).

Всі виступаючі металеві елементи на даху будівлі (драбини та ін.) приєднати до сітки блискавкозахисту

### 3.3. Система струмовідводів

Влаштування системи струмовідводів запроектовано згідно вимог додатку Е.5.3 [13].

Струмовідводи виконуються з оцинкованого провідника діаметром 8 мм і прокладаються по стінах будівлі на тримачах металевих.

Для захисту від враження струмом людей, які можуть перебувати під час удару блискавки зовні будівлі, струмовідводи на висоті нижче 2,5 м висоти прокладаються у термостійкій трубі з не струмопровідного матеріалу.

Кількість струмовідводів розраховується в залежності від розміру будівлі. Середня відстань між струмовідводами, відповідно до таблиці 4 [13], для III класу БЗС повинна складати 15 м.

Необхідна кількість струмовідводів для будівлі з периметром 160 м складає:  $155 \text{ м} / 15 \text{ м} = 10,3 = 10$  струмовідводів.

Струмовідводи потрібно прокладати найкоротшими шляхами та, по можливості, по виступаючих кутах будівлі.

Місця розміщення струмовідводів показані на кресленнях Додатку Д (блискавкозахист).

### 3.4. Система заземлення

Влаштування системи заземлення запроектовано згідно вимог п. 5.4, додатку Е.5.4 [13] та п.6.5 [15].

Для системи блискавкозахисту з блискавковідводом, згідно з пунктом Е 5.4.2.2 додатка Е [13], проектується заземлення кільцевим способом - розміщення типу В. Цей тип заземлення включає кільцевий провідник, який розташований поза межами будівлі, що охороняється, і знаходиться в землі на 80% своєї довжини. У місцях підключення струмопроводів до системи заземлення проектується вертикальні заземлювачі довжиною 3 м..

Для системи заземлення використовуємо вертикальні оцинковані стержневі заземлювачі діам. 16 мм і довжиною 3 м та горизонтальний заземлювач: оцинковану полосу 25x4 мм.

У місцях, де відсутня фізична можливість прокладання горизонтального заземлювача через особливості озеленення (бетон), влаштуйте вертикальні заземлювачі довжиною 9 м. (для ШЗ-10 та ШЗ-11).

Місця розміщення заземлюючих пристроїв показано на кресленнях.

З'єднання заземлювачів з струмовідводами запроектовано за допомогою контрольного з'єднання, згідно вимог п. 5.3.6 [13]. Для захисту від вторинної блискавки обов'язково встановлюйте пристрої захисту від перенапруг в розрядниках! Для монтажу пристроїв СКУД у проекті використовується блискавкозахисне обладнання «ФС» (Україна, сертифікат відповідності

УкрСЕПРО № UA1.021.0004247-17), що дозволяє забезпечити високий ступінь надійності, високу технологічність та тривалий термін служби . Все обладнання запроектовано відповідно до вимог р. 5.5-5.6, додатку Е.5.6 [13] та табл. 7 [15].

### 3.5. Порядок виконання робіт

#### Монтаж блискавкоприймачів:

Блискавко приймальна сітка виконується з оцинкованого дроту діаметром 8 мм та прокладається по покрівлі з металочерепиці на тримачах універсальних Н-024(рис.3.1).

Тримачі Н-024 кріпити до покрівлі за допомогою дахових шурупів (рис.3.1). Тримачі прокладати з кроком не більше 1м. даний тримач можна побачити на рисунку 3.1.

Прокладання провідників за допомогою тримачів дроту Н-024 (FS)

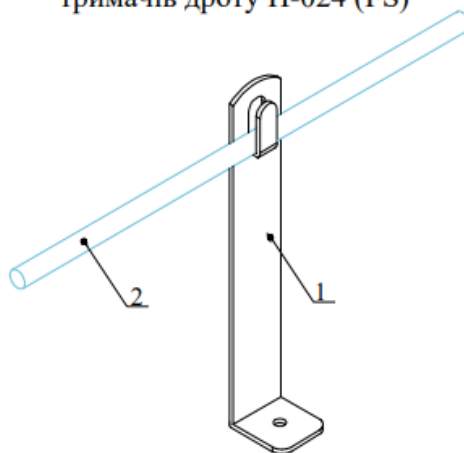


Рисунок 3.1

З'єднання провідників між собою провести за допомогою затискачів (С-011) та (С-021) зображених на рисунках 3.2 і 3.3 відповідно.



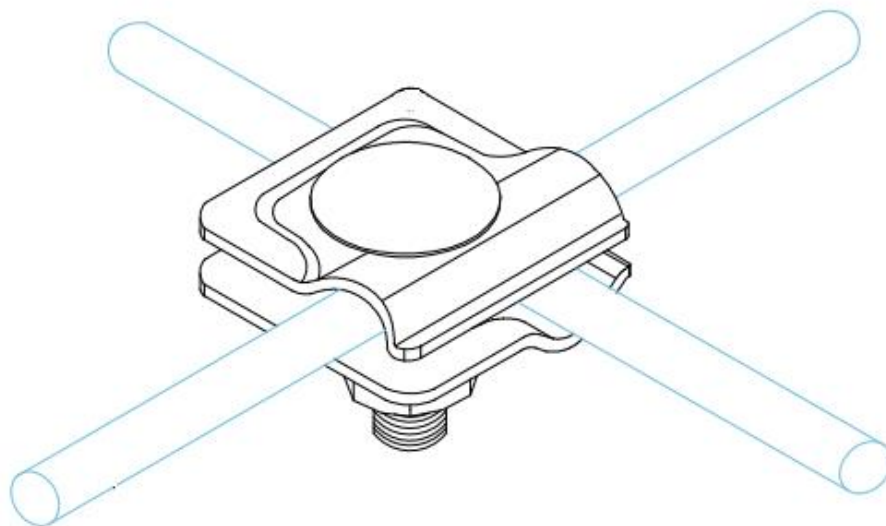


Рисунок 3.2

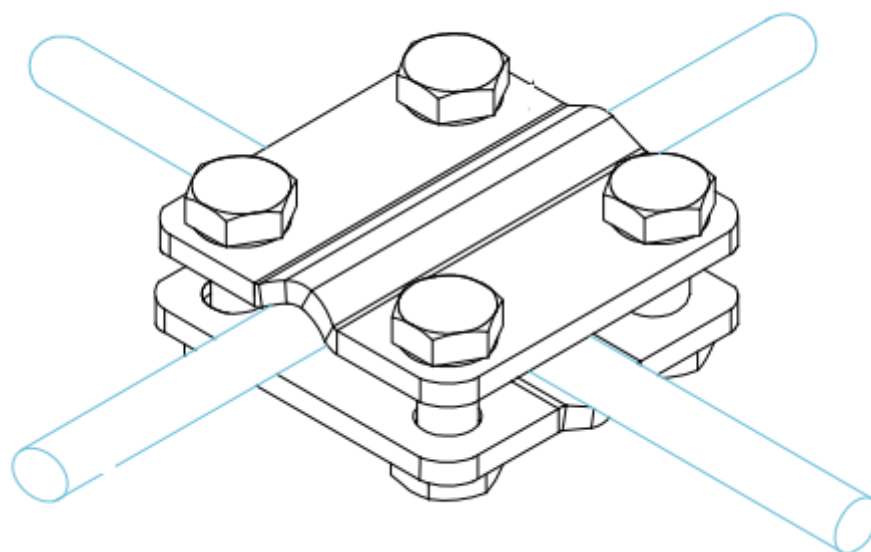


Рисунок 3.3

Блискавко приймачі для комину БП-1 висотою 2 м (М-01/15) та БП-2 висотою 2,5 м (М-01/20) виконані з алюмінію та кріпляться до цегляної конструкції вентиляційного каналу за допомогою двох кріплень з дюбелем розпірним та монтуються до конструкції у верхніх 0,5 м її висоти. Блискавко приймач приєднується до блискавко приймальної сітки з допомогою затискача, який входить в комплект. Блискавко приймачі зображенні на рисунку 3.4.

### Встановлення блискавкоприймачів для комину з боковим кріпленням М-01/20..25 (FS)

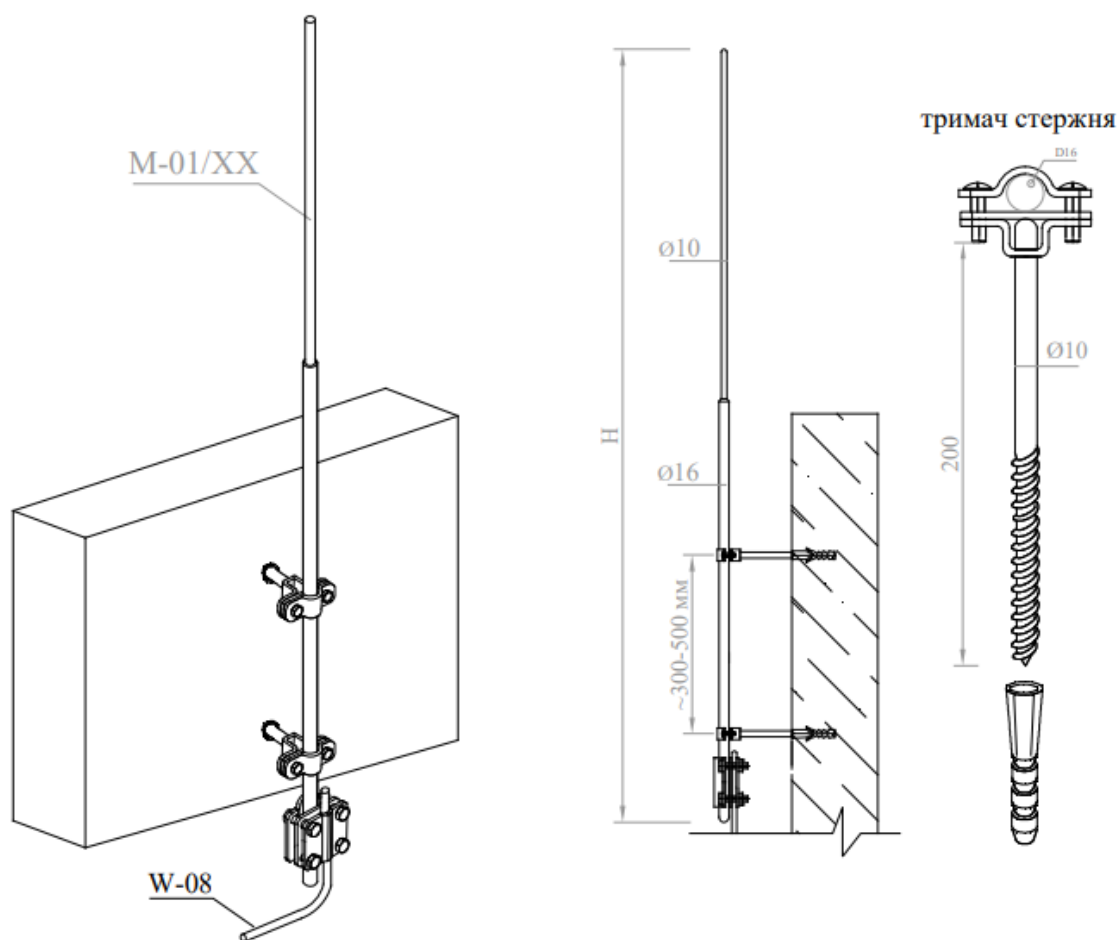


Рисунок 3.4

Всі виступаючі металеві елементи на даху будівлі (драбини та ін.) приєднати до сітки блискавкозахисту за допомогою фальцевої клеми.

Монтаж струмовідводів:

Струмовідводи прикріплюються до блискавкоприймальної сітки за допомогою затискачів (С-021) та прокладаються по фасадах з допомогою

тримачів дроту металевих з дюбелем розпірним (Н-031). Кріпити тримачі з кроком не більше 1 м.

Тримач Н-031 зображений на рисунку 3.5

### Прокладання провідників по стіні за допомогою тримачів

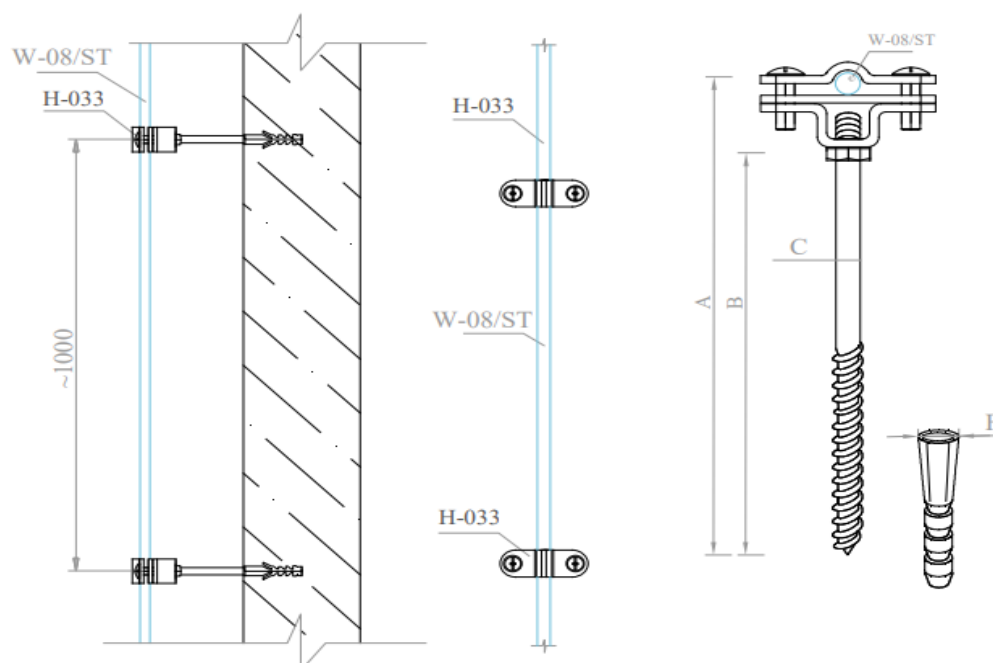


Рисунок 3.5

Перехід струмовідводів через жолоб провести за допомогою зажиму дроту до ринви (С-061) який зображений на рисунку 3.6.

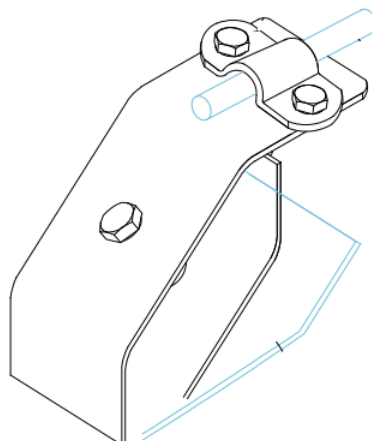


Рисунок 3.6

На висоті нижче 2,5 м висоти будівлі, струмовідводи прокладати у термостійкій пластиковій трубці

Дріт струмовідводу з'єднати з половою заземлення допомогою контрольного з'єднувача (С-031) зображеному на рисунку 3.7.

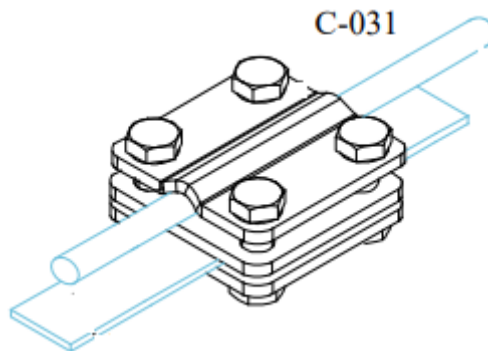


Рисунок 3.7

Струмовідводи прокладати на відстані принаймні 3 м від входів в будівлю та місць можливого знаходження людей. Місця прокладання струмовідводів показані на кресленнях.

### 3.6. Монтаж заземлювачів

Виконується заземлення шляхом вбивання в землю вертикальних заземлювачів G-16 діаметром 16 мм і довжиною 3 в з'єднанні струмових відводів і прокладкою ланцюга навколо будівлі зі смуги оцинкованої 25x4 мм. Розташування заземлюючих провідників і розташування заземлювального контуру показано на кресленнях. Вертикальний заземлювач G-16 зображено на рисунку 3.8.

## Влаштування одиничного модульного заземлювача G-16

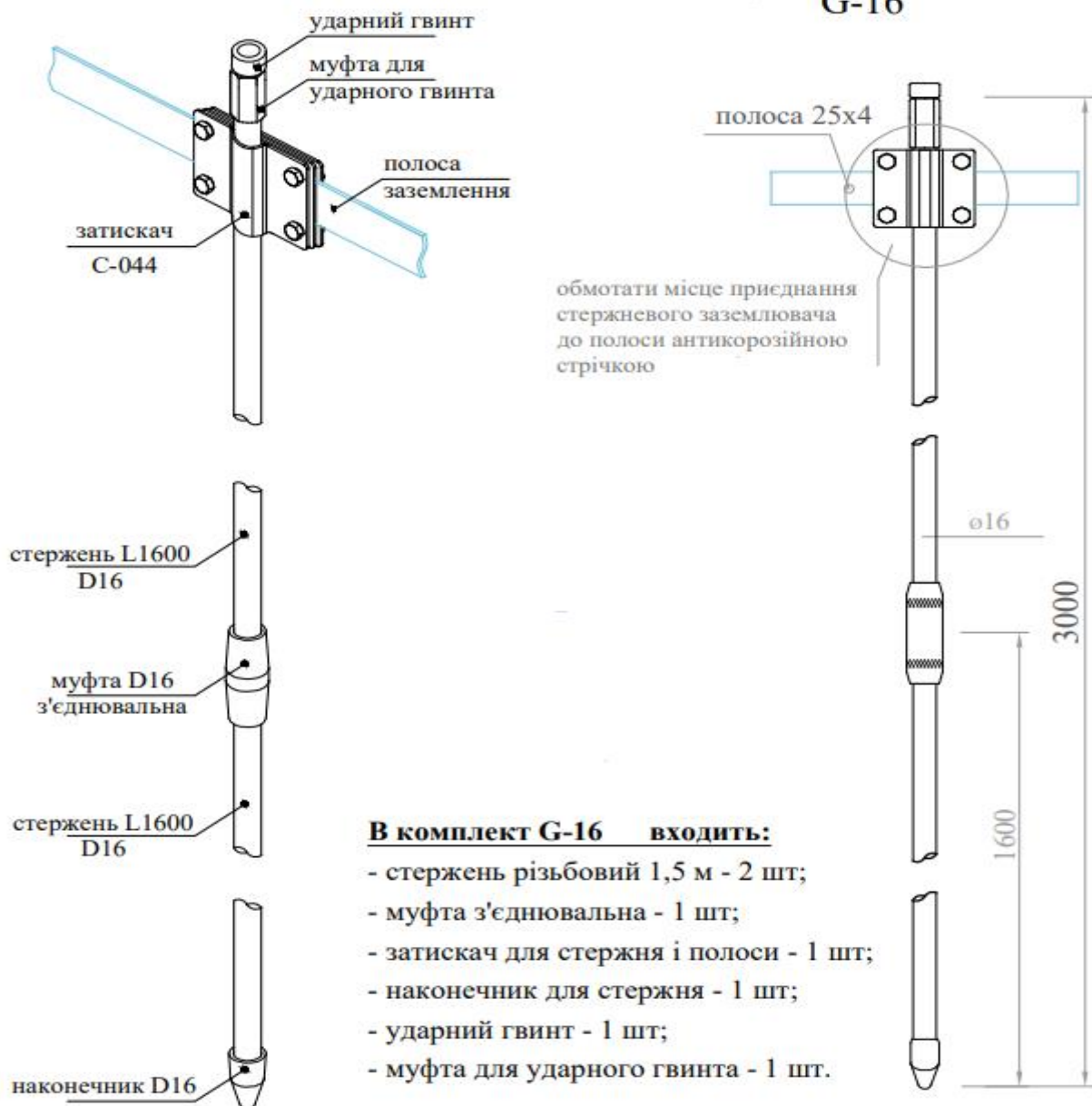


Рисунок 3.8

Величина опору заземлюючого пристрою блискавкозахисту в будь який час року не повинна перевищувати 10 Ом. У випадку якщо опору менше 10 Ом збільшити довжину або кількість стержневих заземлювачів шляхом додавання додаткових заземлювачів.

Заземлювачі розмістити під покриттям асфальку на відстані не менше ніж 1 м від стін або в місцях, в яких звичайно не знаходяться люди (на газонах, на відстані до 5 м і більше від ґрунтових і пішохідних доріг).

Всі болтові з'єднання заземлювачів захистити від впливу корозії гідроізоляційною смугою. Всі болтові з'єднання обробити технічним вазеліном.

Для додаткового захисту від ураження блискавки а також інших джерел перенапруги передбачене встановлення ПЗП

В результаті впливу грозових розрядів на ПЛЕП (повітряні лінії електропередач) або системи грозозахисту різних промислових або цивільних об'єктів, коротких замикань в електроустановках, включення або вимикання асинхронних електродвигунів, генераторів і трансформаторів (індуктивних споживачів великої потужності) виникають перенапруги які за величиною багаторазово перевищують номінальні значення. Такі різкі коливання напруги в мережі не тільки призводять до виходу з ладу різного електричного обладнання, а й часто стають причиною пожеж.

Для чого призначено ПЗП ? Щоб захистити електроустановки, що експлуатуються в мережах з напругою не більше 1 кВ від негативних наслідків різкого підвищення напруги, застосовуються спеціальні пристрої захисту від імпульсних перенапруг (ПЗП). Вони дозволяють обмежити величину перехідних напруг, що виникають, забезпечити відведення імпульсних розрядів на землю і знизити амплітуду коливання перенапруг до номінальних значень, при яких зберігається нормальна робота електронних приладів, а також різних електроустановок та іншого промислового обладнання. ПЗП знижує до мінімуму наслідки від попадання грозових розрядів у повітряні лінії електропередач (ПЛЕП), блискавковідводи багатоквартирних житлових будинків, виробничих та адміністративно-побутових будівель, об'єктів нафтогазової промисловості та ін.

Крім того, вони забезпечують дієвий захист високочутливої електронної техніки та побутових приладів від впливу високовольтних імпульсів. Завдяки спеціальним кріпленням установка ПЗП у розподільні щити не займає багато часу.

Класифікація ПЗП: 1. Клас пристрою. 2. Призначення. 3. Де встановлюється.

I клас Захист від прямого попадання розрядів атмосферної електрики в ЛЕП та блискавковідводи будинків та різних об'єктів. Розраховані на

нейтралізацію імпульсів з величиною струму в межах від 25 до 100 кА та формою хвилі 10/350 мкс. На введеннях мережі живлення в об'єкти і використовуються для укомплектування головних розподільних щитів (ГРЩ) та вступно-розподільних пристроїв (ВРУ) адміністративно-побутових та промислових будівель.

II клас Для нейтралізації залишкових високовольтних імпульсів після ПЗІП I класу. Захист обладнання від стрибків напруги, що виникають внаслідок включення або вимкнення потужних асинхронних двигунів, трансформаторів або генераторів (комутаційних процесів). Для нейтралізації імпульсів з величиною струму від 15 до 20 кА та формою хвилі 8/20 мкс. У РЩ під'їздів житлових багатоквартирних будинків.

III клас Нейтралізація залишкових імпульсних стрибків напруги, що залишилися від пристроїв I та II класу, а також асиметричного розподілу напруги між фазними провідниками та нейтраллю. Діючий захист медичної техніки, що підключається до мережі, комп'ютерного обладнання, а також інших високочутливих електронних приладів. Захищають від імпульсів з формою хвилі 1,2/50 мкс У щитах обліку споживання електроенергії квартир, приватних будинків, розподільних щитах офісних приміщень, операційних та дослідних медичних боксах.

Завдяки постійному вдосконаленню конструкції УЗІП зростає ступінь надійності захисту електричних мереж та електронного обладнання, а значить, спрощується їхнє технічне обслуговування. Дані пристрої (УЗІП) нейтралізують перенапруги, що виникли: між фазою і землею або нейтраллю і землею; між фазами або фазою та нейтраллю.

Коли величина напруги імпульсу перевищує певну граничну величину, захисний пристрій спрямовує надлишок електричної енергії на землю (несиметричний режим) або відводить на інший провідник (симетричний режим). На малюнку зображено підключення ПЗІП в електричних мережах (однофазних та трифазних) із системою заземлення TN-S. У мережах із системою заземлення TN-C застосовується триполюсна пристрої. Принцип роботи ПЗІП

Пристрої захисту від імпульсних перенапруження поділяються на розрядники (вентильні або іскрові) та варисторні обмежувачі перенапруги. У іскрових розрядниках перенапруга, спричинена впливом грозових розрядів, призводить до пробую повітряної перемички, яка сполучає фази з контуром заземлення. Внаслідок цього високовольтний імпульс перенаправляється в землю. У розрядниках вентильного типу високовольтний імпульс перенапруги гаситься на спеціальному резисторі. Газонаповнені іскрові УЗІП призначені для встановлення на будинках, енергопостачання яких здійснюється по повітряних мережах, а також для об'єктів, обладнаних зовнішньою системою грозозахисту. У варисторних обмежувачах перенапруги захист обладнання забезпечується завдяки паралельному підключенню змінного опору з нелінійно-симетричними вольт-амперними характеристиками (варистора).

У номінальному режимі роботи величина струму, що проходить через варистор вкрай мала (майже до нуля). Коли виникають імпульсні перенапруги, відбувається різке падіння опору варистора, у результаті високовольтний розряд безперешкодно проходить через контур заземлення і розсіюється. Після стабілізації напруги у системі варистор повертається у штатний режим роботи. Завдяки вбудованому тепловому захисту варисторні ПЗІП захищені від вигорання та здатні витримати кілька спрацьовувань. Про працездатність пристрою можна дізнатися за спеціальним індикатором на корпусі, у тому числі дистанційно. Чим керуватися при виборі ПЗІП? На стадії проектування захисту мереж на напругу до 1 кВ від імпульсних перенапруг слід передбачати трирівневий захист. Пристрій для кожного з рівнів повинен бути розрахований на певну форму хвилі імпульсу та амплітуду струму навантаження.

На введеннях у різні об'єкти (адміністративні та житлові будинки, розважальні та спортивні комплекси, виробничі цехи та ін.) встановлюють пристрої I класу, що забезпечують захист від впливу атмосферних електричних розрядів. ПЗІП II класу монтуються у розподільні щити під'їздів у багатоквартирних будинках, офісних будівель тощо. та призначені для нейтралізації перенапруги та зниження величини напруги до номінальних значень, безпечних для електричної мережі та побутової техніки. Для запобігання виходу з експлуатації конкретного обладнання, чутливого до різких



перепадів напруги в мережі, використовуються захисні пристрої III класу. Надійність захисту значно зросте, якщо встановлюються ПЗІП всіх трьох класів від одного виробника. Щоб захисні пристрої доповнювали роботу один одного, довжина кабелю живлення між ними повинна бути не менше десяти метрів. Якщо відстань між встановленими пристроями менше десяти метрів, потрібне підключення до мережі спеціальних дроселів, які компенсують нестачу опору в лінії (активного та індуктивного). При каскадній установці ПЗІП різних класів відстань між ними не повинна бути меншою за десять метрів! Слід враховувати, що градація ПЗІП за класами не є уніфікованою і варіюється залежно від країни-виробника. Кожна організація, що займається монтажем електричних мереж із напругою до 1 кВ, може робити посилання на один із трьох існуючих класів випробувань.

Економічні обґрунтування необхідності встановлення ПЗІП та їх вибір за класами захисту здійснюються залежно від конкретних факторів ризику відповідно до вимог, затверджених МЕК 62305-2. Група ризику. Що передбачає затверджений стандарт при каскадній установці ПЗІП різних класів? Відстань між ними не повинна бути меншою за десять метрів!

Слід враховувати, що градація ПЗІП за класами не є уніфікованою і варіюється залежно від країни-виробника. Кожна організація, що займається монтажем електричних мереж із напругою до 1 кВ, може робити посилання на один із трьох існуючих класів випробувань.

Група ризику. Що передбачає затверджений стандарт.

I Необхідні заходи, спрямовані на захист здоров'я людей та запобігання виникненню шкоди для майна. II Комплекс заходів, що дозволяє захистити електричні та електронні системи від відмов. III Захисні заходи, що дозволяють мінімізувати ризик виникнення шкоди майну та запобігти відмовам телекомунікаційних та електричних ліній, а також інших інженерних мереж.

Зони ризику по впливу грозових розрядів на об'єкти Установа грозозахисних розрядників здійснюється відповідно до міжнародного стандарту МЕК 61643. У разі відповідності об'єкту грозовому рівню впливу AQ 1 для захисту електроустановок, що безпосередньо підключаються до ВЛЕП або мають ділянки повітряних ліній,

Відповідно до вимог здійснюється вибір рівня захисту ПЗІП залежно від навантажень з урахуванням величини залишкової напруги, яка не повинна перевищувати номінальну імпульсну напругу для пристроїв II класу. Таблиця вибору необхідного обладнання відповідно до вимог стандарту МЕК 60364 Як ПЗІП I класу застосовуються розрядники, розраховані на імпульсні струми величиною більше 20 кА. Для встановлення ПЗІП такого типу використовуються металеві шафи. Одним з основних параметрів, яким слід керуватися під час вибору ПЗІП всіх класів, є напруга захисту ( $U_p$ ). Вона не повинна перевищувати номінальну величину стійкості мережі, що захищається, і електричного обладнання до впливу імпульсної напруги. Значення величин напруги захисту:

I клас – трохи більше 4 кВ;

II клас – не більше 2,5 кВ

III клас – не більше 1,5 кВ.

Крім того, необхідно враховувати величину тривалої робочої напруги ( $U_c$ ), яка повинна відповідати номінальній напрузі електрообладнання з урахуванням можливих підвищень, що не виходять за допустимі межі. Для захисту обладнання, що підключається до мережі, послідовно з ПЗІП важливою характеристикою є величина змінного або постійного номінального струму навантаження ( $I_L$ ). Для пристроїв, що підключаються паралельно до ланцюга, номінальний струм навантаження не нормується. Таблиця мінімальних значень тривалої робочої напруги ( $U_c$ ) виходячи з застосовуваної системи заземлення Таблиця вибору типу захисної апаратури для обладнання будівель (будівель) та електрообладнання чутливого до перепадів напруги Таблиця вибору типу захисної апаратури

У даному будинку згідно з економічних міркувань встановлюються гібридна система ПЗІП (сконструйована в одному корпусі, яка дозволяє забезпечити повний захист об'єкта і повністю перекриває I, II, III клас захисту одним пристроєм згідно американського стандарту UL 1449: 2006. 3rd Edition, Surge Protection Device, UL1283), яка встановлюється в ВРП жб.



## 4 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЖИТЛОВОМУ БУДИНКУ

### 4.1 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

#### 4.1.2 Мета розрахунків та характеристика вихідних даних

Відповідно до схеми електричної мережі будинку, показаної в додатку А, та вихідних даних, приведених у табл. 4.1 – табл. 4.3, будуть проведені необхідні розрахунки.

Таблиця 4.1 – Характеристики внутрішньо розподільчих пристроїв (надалі ВРП)

Підстанція	Назва ВРП	Кількість	Факт. потужність, кВА
РП-04кВт	ВРП-ЖБ	1	163
ВРП-ЖБ	ВРП-1	1	50,6
ВРП-ЖБ	ВРП-2	1	45,3
ВРП-ЖБ	ВРП-3	1	45,3
ВРП-ЖБ	ВРП-1А	1	28,6
ВРП-ЖБ	ВРП-2А	1	9,7
ВРП-ЖБ	ВРП-3А	1	9,7

Таблиця 4.2 – Відомості про кабельні лінії

Найменування ліній	Довжина лінії, м	Марка кабелю	К-сть
РП04кВт-ВРП-ЖБ	передбачена окремим проектом зовнішнього електропостачання		
ВРП-ЖБ-ВРП-1	10	ВВГнгд 4х120	2
ВРП-ЖБ-ВРП-2	12	ВВГнгд 4х120	2
ВРП-ЖБ-ВРП-3	14	ВВГнгд 4х120	2
ВРП-ЖБ-ВРП-1А	10	Fla m e - X 9 5 0 ( N ) Н Х Н F E 1 8 0 / E 9 0 4 x 3 5 м м <sup>2</sup>	2
ВРП-ЖБ-ВРП-2А	12	Fla m e - X 9 5 0 ( N ) Н Х Н F E 1 8 0 / E 9 0 4 x 3 5 м м <sup>2</sup>	2
ВРП-ЖБ-ВРП-3А	14	Fla m e - X 9 5 0 ( N ) Н Х Н F E 1 8 0 / E 9 0 4 x 3 5 м м <sup>2</sup>	2

Таблиця 4.3 – Потужність споживачів будинку

№	Назва споживача	Sp, кВА	Tm, год.	cos φ	Pp, кВт
ВРП1					
1	квартири I-вид, III рівень електрифікації з електроплитами 8,5кВт (табл.3.1), кВт	55,7	4500	0,93	51,79
2	квартири II-вид, II рівень електрифікації з електроплитами 10,5кВт (табл.3.1), кВт	49,4	4500	0,93	45,92
3	Щит ЩЗО	5,2	4500	0,96	5,00
4	Робоче освітлення водомірного вузла	0,04	4500	0,92	0,03
5	Робоче освітлення електрощитової	0,07	4500	0,92	0,06
6	Робоче освітлення підвалу Щоп	1,6	4500	0,96	1,50
7	Робоче освітлення ІТП	0,15	4500	0,92	0,10
8	Щит ЩРвп1	1,4	4500	1,00	1,40
9	Опалювальний прилад щитової	1,05	4500	1,00	1,05
10	Щит ЩВ	1,15	4500	0,85	0,99
ВРП2					
11	квартири I-вид, III рівень електрифікації з електроплитами 8,5кВт (табл.3.1), кВт	55,7	4500	0,93	51,79
12	квартири II-вид, II рівень електрифікації з електроплитами 10,5кВт (табл.3.1), кВт	49,4	4500	0,93	45,92
13	Щит ЩРвп2	1,4	4500	1,00	1,40
ВРП3					
14	квартири I-вид, III рівень електрифікації з електроплитами 8,5кВт (табл.3.1), кВт	55,7	4500	0,93	51,79
15	квартири II-вид, II рівень електрифікації з електроплитами 10,5кВт (табл.3.1), кВт	49,4	4500	0,93	45,92
16	Щит ЩРвп3	1,4	4500	1,00	1,40
ВРП1А					
17	Ліфт	13,10	4500	0,65	8,50
18	Протипожежна автоматика газоаналізатори	2,20	4500	0,90	2,0
19	Індивідуальний тепловий пункт	8,50	4500	0,85	7,20
20	Водопровідний вузол	12,00	4500	0,85	10,2
21	Аварійне евакуаційне освітлення	0,70	4500	0,93	0,68
ВРП2А					
22	Ліфт	13,10	4500	0,65	8,50
23	Протипожежна автоматика газоаналізатори	1,10	4500	0,90	1,0
24	Аварійне евакуаційне освітлення	0,20	4500	0,93	0,23
ВРП3А					
25	Ліфт	13,10	4500	0,65	8,50
26	Протипожежна автоматика газоаналізатори	1,10	4500	0,90	1,0
27	Аварійне евакуаційне освітлення	0,20	4500	0,93	0,23

Рекомендації до виконання:

1. Кількість вимикачів визначається відповідно до схеми електропостачання підприємства.

2. Оплату за спожиту електроенергію розраховують по тарифу вашого регіону;

3. Прийняти норму амортизації та обслуговування – 6%,

4. Вартість основного електрообладнання знайти в мережі Інтернет (попередньо узгодити з викладачем), або брати з БД САПРу.

Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та їх прокладання, які знаходяться в мережі інтернет.

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

$$K_{л} = (K_{пит} + K_{прок})$$

де  $K_{пит}$  – питома вартість на 1км лінії, тис. грн./км [1];

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від ВРП-ЖБ до ВРП-1:

$$K_{л1} = (K_{пит} + K_{прок}) L = (2753,87 + 195,22) \cdot 0,010 \cdot 2 = 58,98 \text{ тис.грн.}$$

Для інших ліній розрахунки виконуються аналогічно, результати розрахунків заносимо в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка кабелю	Кіл-ть	Довжина, км	$K_{пит}$ , тис.грн	$K_{прок}$ , тис.грн	$K_{л}$ , тис.грн
ВРП-ЖБ-ВРП-1	ВВГнгд 4x120	2	0,010	2753,87	195,22	58,98
ВРП-ЖБ-ВРП-2	ВВГнгд 4x120	2	0,012	2753,87	195,22	70,77
ВРП-ЖБ-ВРП-3	ВВГнгд 4x120	2	0,014	2753,87	195,22	82,57
ВРП-ЖБ-ВРП-1А	Flame - X 950 (N) НХНФ Е 180 / Е 904 x 35 мм <sup>2</sup>	2	0,010	855,32	135,30	21,01
ВРП-ЖБ-ВРП-2А	Flame - X 950 (N) НХНФ Е 180 / Е 904 x 35 мм <sup>2</sup>	2	0,012	855,32	135,30	25,21
ВРП-ЖБ-ВРП-3А	Flame - X 950 (N) НХНФ Е 180 / Е 904 x 35 мм <sup>2</sup>	2	0,014	855,32	135,30	29,41
Всього						287,95

## 4.2 Розрахунок втрат електроенергії

Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію

Розрахунок обсягу споживання визначається, виходячи з розрахункової потужності, яка визначається як добуток установленної (номінальної) потужності усіх електроприймачів, коефіцієнта попиту і кількості годин використання максимуму навантаження, тис. кВт·год./рік:

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi}, = K_{п} \cdot P_{ном} \cdot T_{mi}$$

де  $P_p$  – розрахункова потужність і-го будинку, кВт;

Для прикладу визначимо річні витрати активної електроенергії для першого будинку:

$$E_{a1} = 51,79 \cdot 4500 = 233055 \text{ кВт·год./ рік.}$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших споживачів. Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.5.

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Таблиця 4.5 – Річні витрати активної електроенергії по будинку

№	Назва цеху	Sp, кВА	Tм, год.	cos φ	Pp, кВт	Еа, кВт·год./рік
	ВРП1					
1	квартири І-вид, ІІІ рівень електрифікації з електроплитами 8,5кВт (табл.3.1), кВт	55,7	4500	0,93	51,79	233055
2	квартири ІІ-вид, ІІ рівень електрифікації з електроплитами 10,5кВт (табл.3.1), кВт	49,4	4500	0,93	45,92	206640
3	Щит ЩЗО	5,2	4500	0,96	5,00	22500
4	Робоче освітлення водомірного вузла	0,04	4500	0,92	0,03	135
5	Робоче освітлення електрощитової	0,07	4500	0,92	0,06	270
6	Робоче освітлення підвалу Щоп	1,6	4500	0,96	1,50	6750
7	Робоче освітлення ІТП	0,15	4500	0,92	0,10	450
8	Щит ЩРвп1	1,4	4500	1,00	1,40	6300
9	Опалювальний прилад щитової	1,05	4500	1,00	1,05	4725
10	Щит ЩВ	1,15	4500	0,85	0,99	4455
	ВРП2					
11	квартири І-вид, ІІІ рівень електрифікації з електроплитами 8,5кВт (табл.3.1), кВт	55,7	4500	0,93	51,79	233055
12	квартири ІІ-вид, ІІ рівень електрифікації з електроплитами 10,5кВт (табл.3.1), кВт	49,4	4500	0,93	45,92	206640
13	Щит ЩРвп2	1,4	4500	1,00	1,40	6300
	ВРП3					
14	квартири І-вид, ІІІ рівень електрифікації з електроплитами 8,5кВт (табл.3.1), кВт	55,7	4500	0,93	51,79	233055
15	квартири ІІ-вид, ІІ рівень електрифікації з електроплитами 10,5кВт (табл.3.1), кВт	49,4	4500	0,93	45,92	206640
16	Щит ЩРвп3	1,4	4500	1,00	1,40	6300



## Продовження таблиці 4.5

ВРП1А						
21	Ліфт	13,10	4500	0,65	8,50	38250
22	Протипожежна автоматика газоаналізатори	2,20	4500	0,90	2,0	9000
23	Індивідуальний тепловий пункт	8,50	4500	0,85	7,20	32400
24	Водопровідний вузол	12,00	4500	0,85	10,2	45900
25	Аварійне евакуаційне освітлення	0,70	4500	0,93	0,68	3060
ВРП2А						
27	Ліфт	13,10	4500	0,65	8,50	38250
28	Протипожежна автоматика газоаналізатори	1,10	4500	0,90	1,0	4500
29	Аварійне евакуаційне освітлення	0,20	4500	0,93	0,23	1035
ВРП3А						
31	Ліфт	13,10	4500	0,65	8,50	38250
32	Протипожежна автоматика газоаналізатори	1,10	4500	0,90	1,0	4500
	Аварійне евакуаційне освітлення	0,20	4500	0,93	0,23	1035
	Разом				354,1	1593420

Для визначення повної потреби будинку в електроенергії необхідно до отриманого результату додати втрати електроенергії в лініях.

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot n \cdot I_{\text{м}}^2 \cdot R \cdot \tau \cdot 10^{-3},$$

де  $I_{\text{м}}$  – максимальний струм у лінії, А;

$$R = \rho \cdot L / S,$$

де  $\rho$  – питомий опір матеріалу;

$L$  – довжина провідника;

$S$  – поперечний переріз провідника.

Питомий опір міді становить 0.017 Ом\*кв.мм/м

Величина  $\tau$  визначається за часом використання максимального навантаження  $T_{\text{м}}$  :

$$T_{\text{м}} = \left( 0.124 + \frac{T_{\text{м}}}{10000} \right)^2 * 8760 = \left( 0.124 + \frac{4500}{10000} \right)^2 * 8760 = 2886,2$$

Для лінії ВРП-ЖБ –ВРП1:

Активний опір однієї фази кабелю від ВРВ-ЖБ до ВРП1.:

$$R = 0,017 \cdot 10 / 120 = 0,00142 \text{ Ом.}$$

Відповідно втрати електроенергії в лінії ВРП-ЖБ –ВРП1:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot 2 \cdot 129,1^2 \cdot 0,00142 \cdot 2886,2 \cdot 10^{-3} = 409,843 \text{ кВт} \cdot \text{год./рік.}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і результати заносимо до табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	Марка кабелю	К-сть ліній	Довжина, км	I <sub>м</sub> , А	τ, год./рік	R <sub>пит</sub> , Ом/км	ΔE <sub>л</sub> , кВт·год.
ВРП-ЖБ-ВРП-1	ВВГнгд 4x120	2	0,010	175,4	2886,21	0,00142	756,5
ВРП-ЖБ-ВРП-2	ВВГнгд 4x120	2	0,012	161,6	2886,21	0,0017	768,7
ВРП-ЖБ-ВРП-3	ВВГнгд 4x120	2	0,014	161,6	2886,21	0,00198	895,41
ВРП-ЖБ-ВРП-1А	Flame - X 950 (N) НХНФЕ180/Е9 04x35 мм <sup>2</sup>	2	0,010	51,00	2886,21	0,00485	218,45
ВРП-ЖБ-ВРП-2А	Flame - X 950 (N) НХНФЕ180/Е9 04x35 мм <sup>2</sup>	2	0,012	17,00	2886,21	0,0058	29
ВРП-ЖБ-ВРП-3А	Flame - X 950 (N) НХНФЕ180/Е9 04x35 мм <sup>2</sup>	2	0,014	17,00	2886,21	0,0068	34,03
Разом							2706,68

Загальна потреба будинку в електроенергії, кВт·год./рік:

$$E = E_a + \Delta E_{\text{л}};$$

$$E = 1593420 + 2706,68 = 1596126,68 \text{ кВт} \cdot \text{год./рік.}$$

Оплата за електроенергію при одноставковому тарифі визначається як:

$$П_1 = v \cdot E / 100, \text{ грн.},$$

де  $v$  – ставка тарифу за 1 кВт·год споживаної активної електроенергії, грн.;

$E$  – кількість енергії, що споживається, врахована по лічильнику.

$$П_1 = 1,68 \cdot 1596126,68 = 2\,681\,492,82 \text{ грн.}$$

Кількість спожитої електроенергії врахована по максимуму реальне споживання може бути меншим.

#### 4.3 Розрахунок собівартості електроенергії

Собівартість корисної, споживаної підприємством кіловат-години електроенергії, коп./кВт·г:

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a},$$

де  $C_{\text{сум}}$  – величина сумарних витрат підприємства на електроенергію, тис.грн/рік;

$E_a$  – річна кількість корисно споживаної будинком електроенергії, тобто без врахування втрат у лініях, кВт·год./рік.

$$C_{\text{сум}} = П + C_{\text{п}},$$

де  $П$  – оплата за спожиту електроенергію;

$C_{\text{п}}$  – річні витрати будинком при передаванні електроенергії.

Річні витрати промислового підприємства, зв'язані з передаванням і розподілом електричної енергії, включають такі складові, тис.грн/рік:

$$C_{\Pi} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}}$$

де  $C_{\text{обс}}$  – витрати будинку на обслуговуючий персонал та амортизацію, грн/рік.;

$C_{\text{пр}}$  – річні витрати на втрати в лініях, грн/рік;

$$C_{\Pi} = 95605,2 + 4547,2 = 100152,42 \text{ грн/рік.}$$

Отже, сумарні витрати визначаються так:

$$C_{\text{сум}} = 2676945,6 + 100152,42 = 2777098,02 \text{ грн/рік.}$$

Отже, собівартість електроенергії

$$S = \frac{2777098,02 \cdot 100}{1593420} = 174,28 \text{ коп./кВт}\cdot\text{год.}$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в таблицю 4.3

Таблиця 4.3 – Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
К-сть корисно спожитої ел.енергії	Еа	1593420	кВт·год.
Річне споживання ел.енергії із втратами	Е	1596126,68	кВт·год.
Плата за електроенергію	П <sub>1</sub>	2681492,82	грн.
Витрати на передачу і розподіл ел.ен.	С <sub>п</sub>	4547,2	грн.
Сумарні витрати під-ва	С <sub>сум</sub>	2777098,02	грн.
Собівартість ел.енергії	S	174,28	коп/кВт·год.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Щорічно в нашій країні виникають надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру, що призводить до загибелі багатьох людей і значних матеріальних збитків. Масштаби, характер руйнувань і кількість постраждалих людей залежать від типу, масштабу і місця аварії, катастрофи або стихійного лиха, від швидкості розвитку надзвичайної ситуації.

В розглянутій електромережі використовуються елементи, до складу яких входять: метали, напівпровідники, діоди, резистори та ін. Серед цих матеріалів найбільш чутливі до радіації метали, бо їм властива велика концентрація вільних носіїв.

Внаслідок проходження гамма-випромінювання через елементи електронної апаратури, в останніх утворюється потік вільних зарядів. Внаслідок переміщення яких може виникнути імпульс який може призвести до хибного спрацювання пристроїв. Також наслідком такого опромінення є підвищення провідності матеріалів, збільшення протікання струму і зменшення опору, в газорозрядних приладах зменшується напруга запалення. Таким чином блоки внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків можуть раптово втратити працездатність при певних рівнях радіації.

ЕМІ може поширюватись на десятки і сотні кілометрів в навколишньому середовищі і по різних комунікаціях, здійснюючи вплив на об'єкти там, де інші чинники втрачають свої значення як вражаючі фактори. Також ЕМІ може викликати в лініях зв'язку, енергопостачання, систем обчислювальних машин, напруги, що може призводити до пробію ізоляції елементів апаратури і пристроїв, підключених до повітряних і підземних ліній. Ступінь пошкоджень

залежить від наведеного імпульсу напруги чи струму і електричної міцності обладнання. Саме тому необхідно дослідити безпеку роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

## 5.2 Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії іонізуючих випромінювань

Визначаємо експозиційні дози при яких в елементах електромережі можуть виникнути зворотні зміни. Дані заносимо в таблицю 4.1.

Таблиця 5.1 – Граничні значення експозиційних доз елементів електромережі

№	Елементи електромережі		Д <sub>гр, Р</sub>	Д <sub>гр, Р</sub>
1	Трансформатори	ТДЦ-125000/110	10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup>
		ТДЦ-125000/220	10 <sup>6</sup>	
		АТДЦТН- 125000/220/110	10 <sup>6</sup>	
2	Розрядники	ОПН-1Ю-У1	10 <sup>5</sup>	
		ОПН-220-У1	10 <sup>5</sup>	
3	Струмопровід	ГРТЕ-10-8550-250	10 <sup>9</sup>	

По мінімальному значенні Д<sub>гр</sub>, визначаємо межу стійкості внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в цілому по системі електропостачання: Д<sub>гр</sub>=10<sup>5</sup> Р.

Визначаємо граничне значення рівня радіації, до якого можлива робота виробничого персоналу у звичайному режимі за час t<sub>max</sub>:

$$P_{ep} = \frac{D_{ep} \cdot K_{noc}}{2 \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})} [P / год],$$

де K<sub>noc</sub> – коефіцієнт послаблення

t<sub>n</sub> – час початку опромінення - t<sub>n</sub>=1год

t<sub>p, макс.</sub> – максимальна тривалість роботи - t<sub>p, макс.</sub>=87600 год (10років)

$$t_k = t_{p.\text{макс.}} + t_{п},$$

$$t_k = 87600 + 1 = 87601 \text{ год.}$$

$$P_{zp} = \frac{10^5 \cdot 1}{2 \cdot (\sqrt{87601} - \sqrt{1})} = 169,5 \text{ (P/год)},$$

Визначаємо допустимий час роботи блоків електромережі в заданих умовах:

$$t_{\text{дон}} = \left( \frac{D_{zp} \cdot K_{\text{носл}} + 2 \cdot P_{1\text{макс}} \sqrt{1}}{2 \cdot P_1} \right)^2 [\text{год}],$$

$$t_{\text{дон}} = \left( \frac{10^5 \cdot 1 + 2 \cdot 169,5}{2 \cdot 169,5} \right)^2 = 87582 \text{ (год)}.$$

Таким чином, електромережа буде безпечно працювати, якщо граничне значення рівня радіації не перевищуватиме значення 169,5 P/год.

5.3 Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії електромагнітного імпульсу

При оцінці впливу ЕМІ на струмопровідні елементи необхідно врахувати те, що ЕМІ мають горизонтальну та вертикальну складові напруженості електричного поля і тому повинні визначатися значеннями напруги на вертикальних та горизонтальних ділянках лінії. Для оцінки безпеки роботи електромережі в умовах дії електромагнітного імпульсу, необхідно визначити значення вертикальної складової напруженості електромагнітного поля, при коефіцієнті безпеки рівному  $K_b = 40$  дБ.

На об'єкті ЕМ розподіляються на різні блоки:

- Трансформатори;
- Розрядники;
- Струмопроводи.

На кожній ділянці визначаємо максимальну довжину вертикальної та горизонтальної струмопровідної частини:  $l_{n1} = 3,5\text{м}$ ,  $l_{n2} = 2,3\text{м}$ ,  $l_{n3} = 2,35\text{м}$ ,  $l_{r1} = 2,4\text{м}$ ,  $l_{r2} = 2,1\text{м}$ ,  $l_{r3} = 3,2\text{м}$ .

Напругу наводки вертикальної струмопровідної частини визначаємо з формули:

$$K_B = 20 \lg \frac{U_{\text{дон}}}{U_{B(\Gamma)}} \geq 40 \text{ [дБ]} ,$$

Після всіх математичних перетворень, отримуємо наступні значення:

$$20 \lg U_{\epsilon} = 20 \lg U_{\text{дон}} - K_{\epsilon} ,$$

$$U_{\epsilon} = 10^{\frac{20 \lg U_{\text{дон}}}{20}} [B] ,$$

$$U_{\epsilon} = \frac{U_{\text{дон}}}{\frac{K_{\epsilon}}{10^{20}}} [B] ,$$

Визначаємо допустимі коливання напруги живлення:

$$U_{\text{д}} = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}}}{100} \cdot N [B] ,$$

Де  $U_{\text{ж}}$  – напруга живлення, В;

$N$  – допустиме відхилення напруги, %.

$$\text{При } U_{\text{ж}}=220 \text{ (В)}, U_{\text{доп1}}=242 \text{ (В)}$$

$$\text{При } U_{\text{ж}}=110 \text{ (В)}, U_{\text{доп1}}=121 \text{ (В)}$$

$$\text{При } U_{\text{ж}}=10 \text{ (В)}, U_{\text{доп1}}=11 \text{ (В)}$$

Визначаємо напругу наведену в вертикальних струмопровідних частинах.

Трансформатори:

$$U_{\epsilon 1} = \frac{242}{\frac{40}{10^{20}}} = 2,42 \text{ (В)} ,$$

Розрядники:

$$U_{\epsilon 2} = \frac{121}{\frac{40}{10^{20}}} = 1,21 \text{ (В)} ,$$

Струмопроводи:

$$U_{\epsilon 3} = \frac{11}{\frac{40}{10^{20}}} = 0,11 \text{ (В)} .$$

Визначаємо горизонтальну складову напруженості електричного поля для кожного блока:



$$E_{Gi} = \frac{U_{Bi}}{L_{Bi}} [B/m],$$

$$E_{G1} = \frac{2,42}{3,5} = 0,69 (B/m),$$

$$E_{G2} = \frac{1,21}{2,3} = 0,53 (B/m),$$

$$E_{G3} = \frac{0,11}{2,35} = 0,04 (B/m).$$

Визначаємо вертикальну складову напруженості електричного поля:

$$E_B = E_G \cdot 10^3 [B/m],$$

$$E_{B1} = 0,69 \cdot 10^3 = 690 (B/m),$$

$$E_{B2} = 0,53 \cdot 10^3 = 530 (B/m),$$

$$E_{B3} = 0,04 \cdot 10^3 = 40 (B/m).$$

Отже елементи електромережі будуть безпечно працювати, якщо вертикальна складова напруженості електричного поля не перевищуватиме значення:

- для трансформаторів 690 (В/м);
- для розрядників 530 (В/м);
- для струмопроводів 40 (В/м).

5.4 Розробка заходів з безпеки роботи елементів внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Головними заходами щодо радіаційної безпеки є: застосування в апаратурі радіаційно-стійких елементів і матеріалів, спеціальних масивних екранів або активного захисту від впливу потоків заряджених частинок. При імпульсному впливі іонізуючих випромінювань, крім перерахованих способів використовують: застосування схем, мало критичних до змін електричних параметрів; зниження напруги живлення на аноді і збільшення від'ємної напруги зсуву сіток газорозрядних приладів; застосування пристроїв, які містять радіотехнічні схеми

на період впливу радіації; збільшення відстані між елементами, які знаходяться під навантаженням та інші.

Також, у підрозділі з безпеки НС проведено дослідження безпеки роботи електромережі в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій та розроблено заходи по підвищенню безпеки її роботи.

В умовах дії іонізуючих випромінювань електромережа буде безпечно працювати до рівня радіації 169,5 Р/год. При допустимому часі роботи обладнання протягом 87582 год.

Оцінюючи безпеку роботи електромережі в умовах дії електромагнітного імпульсу, доведено, що обладнання буде злагоджено працювати, якщо вертикальна складова напруженості електричного поля не буде перевищувати: для трансформаторів – 690 (В/м), для розрядників 530 (В/м), для струмопроводів – 40 (В/м).

## ВИСНОВКИ

В даній магістерській дипломній роботі було виконане автоматизоване проектування розподільчої та освітлювальної мережі електропостачання будинку №2 житлово-рекреаційного житлового комплексу м. Київ, вул. Харківське шосе, 22-й км . Прийняті оптимальні проектні рішення, щодо розміщення внутрішньо розподільчих пристроїв, щитів поверхових, щитів квартирних та іншого обладнання, лінії живлення між ВРП, оптимальних перерізів розподільних мереж та оптимальних потужностей вимикачів, які наведені у відповідних розділах пояснювальної записки.

Було виконано автоматизоване проектування системи блискавкозахисту методом блискавкоприймальної сітки, а також було вибране місце встановлення усіх елементів зовнішнього блискавкозахисту. Внаслідок встановлення ПЗІП буде забезпечено захист людей і обладнання не тільки від ураження блискавки а і від перенапруги. Собівартість електроенергії буде становити 174,3 коп./кВт·год..

Розраховано розмір капіталовкладень в СЕП. Сумарна величина капіталовкладень в лінії електропостачання для даного будинку склала 258,5 тис. грн. Також проведено розрахунок поточних втрат будинку. В ньому визначено вартість витратних матеріалів та величину амортизаційних відрахувань, втрати в лініях.

## ЛІТЕРАТУРА

- 1.ДБН А.2.2-3-2014 “Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва”;
- 2.ДБН В.1.1-7-2016 “Пожежна безпека об'єктів будівництва”;
- 3.ДБН В.2.2-9-2018 “Громадські будівлі та споруди”;
- 4.ДБН В.2.2-23:2009 “Будинки і споруди. Підприємства торгівлі. Зміна № 1”;
- 5.ДБН В.2.2-28:2010 “Будинки адміністративного та побутового призначення”;
- 6.ДБН В.2.5-23:2010 “Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення”;
- 7.ПУЕ “Правила улаштування електроустановок”;
- 8.ДСТУ Б В.2.5-82:2016 “Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом”;
- 9.ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення";
- 10.ДСТУ EN 62305:2012 "Блискавкозахист".
- 11.ДСТУ EN 62305-1:2012 «Блискавкозахист. Загальні принципи»
12. ДСТУ EN 62305-2:2012 «Блискавкозахист. Керування ризиками»
- 13.ДСТУ EN 62305-3:2012 «Блискавкозахист. Фізичні руйнування споруд та небезпека для життя людей»
- 14.ДСТУ EN 62305-4:2012 «Блискавкозахист. Електричні та електронні системи, розташовані в будинках і спорудах»
- 15.ДСТУ Б.В.2.5-38-2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд»
- 16.ДСТУ EN 62561 – Компоненти системи блискавкозахисту: Частина 1-а «Вимоги до компонентів сполуки»
- 15 - Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів – Форт, - 2013. – 410 с.

17.ДСТУ EN 60079-11:2016 Вибухонебезпечні газові середовища. Частина 11. Захист електричного обладнання за допомогою іскробезпечного електричного кола (i) (EN 60079-11:2012, IDT)

18.Правила улаштування електроустановок – Міненерговугілля України, - 2017. – 617 с.

19.Офіційні дані про к-сть днів з грозою на основі метеоспостережень надані Українським Гідрометеорологічним центром ДСНС (УкрГМЦ) [Електронний ресурс]. Режим доступу : [https://fs-lps.com/wp-content/themes/fssec/Ng\\_2015-2019.pdf](https://fs-lps.com/wp-content/themes/fssec/Ng_2015-2019.pdf) (дата звернення 07.05.2022). Назва з екрана.

20.Справочник по проектированию электроснабжения / [под ред. Ю. Г. Барыбина и др.]. М. : Энергоатомиздат, 1990. 576 с.

21.Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / [под ред. Ю. Г. Барыбина и др.]. М. : Энергоатомиздат, 1991. 464 с.

22.Проектування електропостачальних систем загального призначення / П. Ф. Гоголюк, Т. М. Гречин, А. А. Маліновський та ін. Львів: В-во Львівська політехніка, 2018. 436 с.

23.Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Вінниця: ВНТУ, 2005.

24.Розрахунок ризиків відповідно до ДСТУ EN 62305-2:2012 [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://fs-lps.com/ru/groups/risc-calculator/> (дата звернення 07.05.2022). Назва з екрана.

25. Демов О. Д., Бірюков О. О., Мельничук Л. М. Розрахунок собівартості електроенергії на промисловому підприємстві: Навчальний посібник / О.Д. Демов, О.О. Бірюков, Л.М. Мельничук – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 92 с.

26.Демов О. Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах / О.Д. Демов – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 95 с.

27.Економіка підприємства: Навчальний посібник / За ред. А. В. Шегди – К.: Знання, 2005. – 431 с

28. Воробйов О.О., Кардаш В.Е. Медицина надзвичайних ситуацій. Навчальний посібник.-Чернівці: вид-во 2000. -186 с.

29. Вахтин А.К. Мери безопасности при ликвидации последствий стихийных бедствий и производственных аварий. -М.: Энергоатомиздат, 1984.-288 с.

30. Методика оценки радиационной обстановки при разрушении энергетического реактора на атомной электростанции. МЧС РФ, ВНИИ ГОЧС, М., 1995.-43 с.

31. Михно Е.П. Ликвидация последствий аварий и стихийных бедствий. - М.: Атомиз-дат, 1979.-288 с. 50. Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97.-К. 1998.- 136 с

32

33. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд

## Додатки

Додаток А  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

\_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ЕСЕМ

д.т.н., проф. Бурбело М. Й. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

Розрахунок експлуатаційних режимів внутрішньобудинкових електричних  
мереж багатопверхових будинків

Науковий керівник:

д.т.н., проф. Бурбело М. Й. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕСЕ - 20 м з/в

Богородіченко Р. О. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Вінниця 2022 р.



## 1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за № \_\_\_\_ від \_\_\_\_ . \_\_\_\_ .22.

Дата початку роботи \_\_\_\_ . \_\_\_\_ .22р.

Дата закінчення роботи \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 22р.

## 2. МЕТА І ПРИЗНАЧЕННЯ МКР. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

а) мета – розробка проекту розподільчої та освітлювальної мережі будинку а також системи блискавкозахисту .

б) призначення розробки – виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР:

Архітектурно будівельні креслення (Додаток В); план декількох із поверхів з технологічними плануваннями (Додаток В), відомості про особливості споживачів, відомості про електричні навантаження будинку ,відомості про розподільчі пристрої будинку.

## 3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

1.ДБН А.2.2-3-2014 “Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва”;

2.ДБН В.1.1-7-2016 “Пожежна безпека об'єктів будівництва”;

3.ДБН В.2.2-9-2018 “Громадські будівлі та споруди”;

4.ДБН В.2.2-23:2009 “Будинки і споруди. Підприємства торгівлі. Зміна № 1”;

5.ДБН В.2.2-28:2010 “Будинки адміністративного та побутового призначення”;

6.ДБН В.2.5-23:2010 “Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення”;

7.ПУЕ “Правила улаштування електроустановок”;

8.ДСТУ Б В.2.5-82:2016 “Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом”;

#### 4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Зміст етапу	Термін виконання	
	початок	кінець
4.1 Збір інформації, яка необхідна для дослідження		
4.2 Проведення дослідних розрахунків		
4.3 Розробка робочих креслень		
4.4 Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи		

#### 5. МАТЕРІАЛИ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ МКР

Пояснювальна записка МКР, графічні і ілюстровані матеріали, анотація до МКР українською та іноземною мовою.

#### 6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МКР

Робота приймається на проміжних контрольних перевірках, попередньому захисті та захисті в ДЕК.

#### 7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

##### 7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

#### 8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Не передбачається

Додаток Б  
ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Розрахунок експлуатаційних режимів внутрішньобудинкових електричних мереж багатоповерхових будинків,

Тип роботи: МКР  
(БДР, МКР)

Підрозділ: Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 81,6 Схожість 18,4

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку Лобода Ю. В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

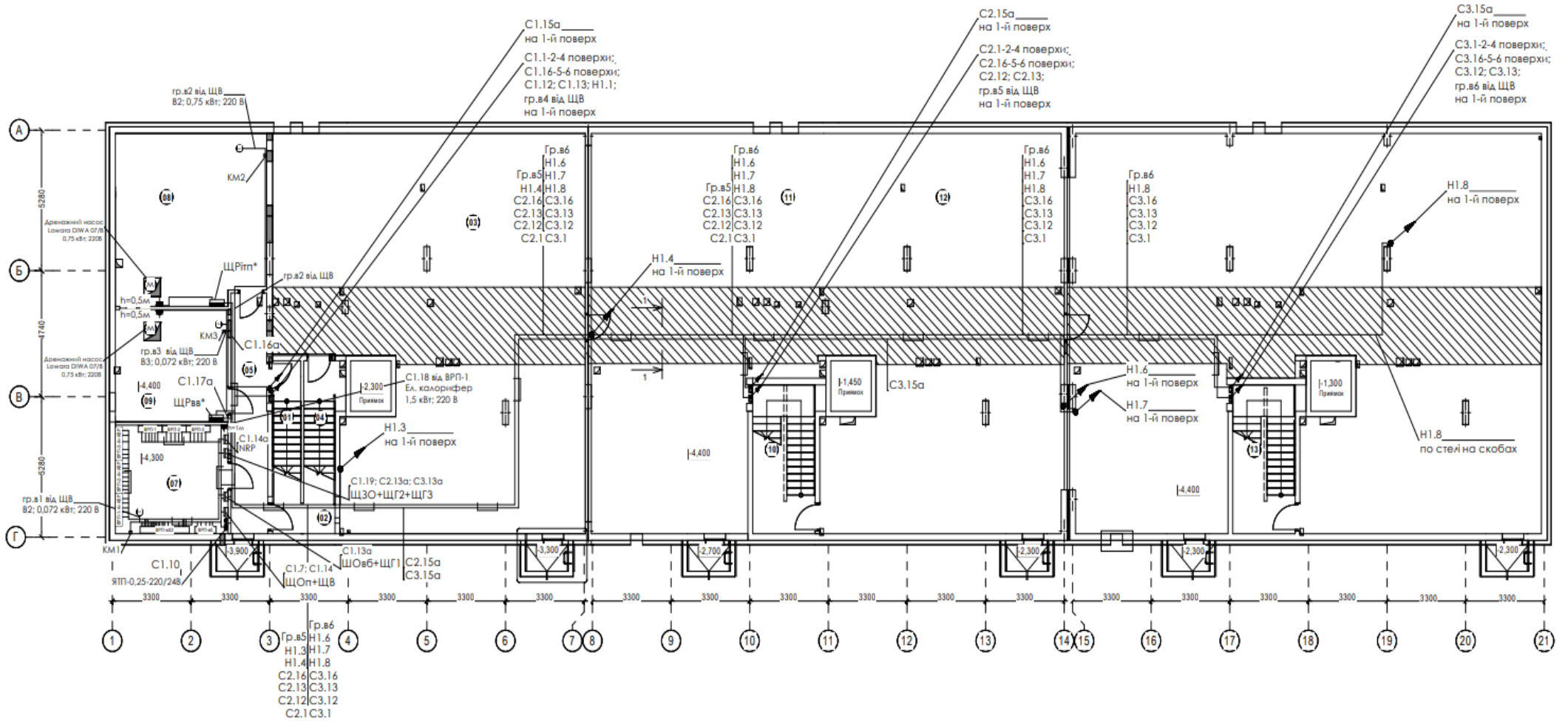
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи Богородіченко Р. О.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

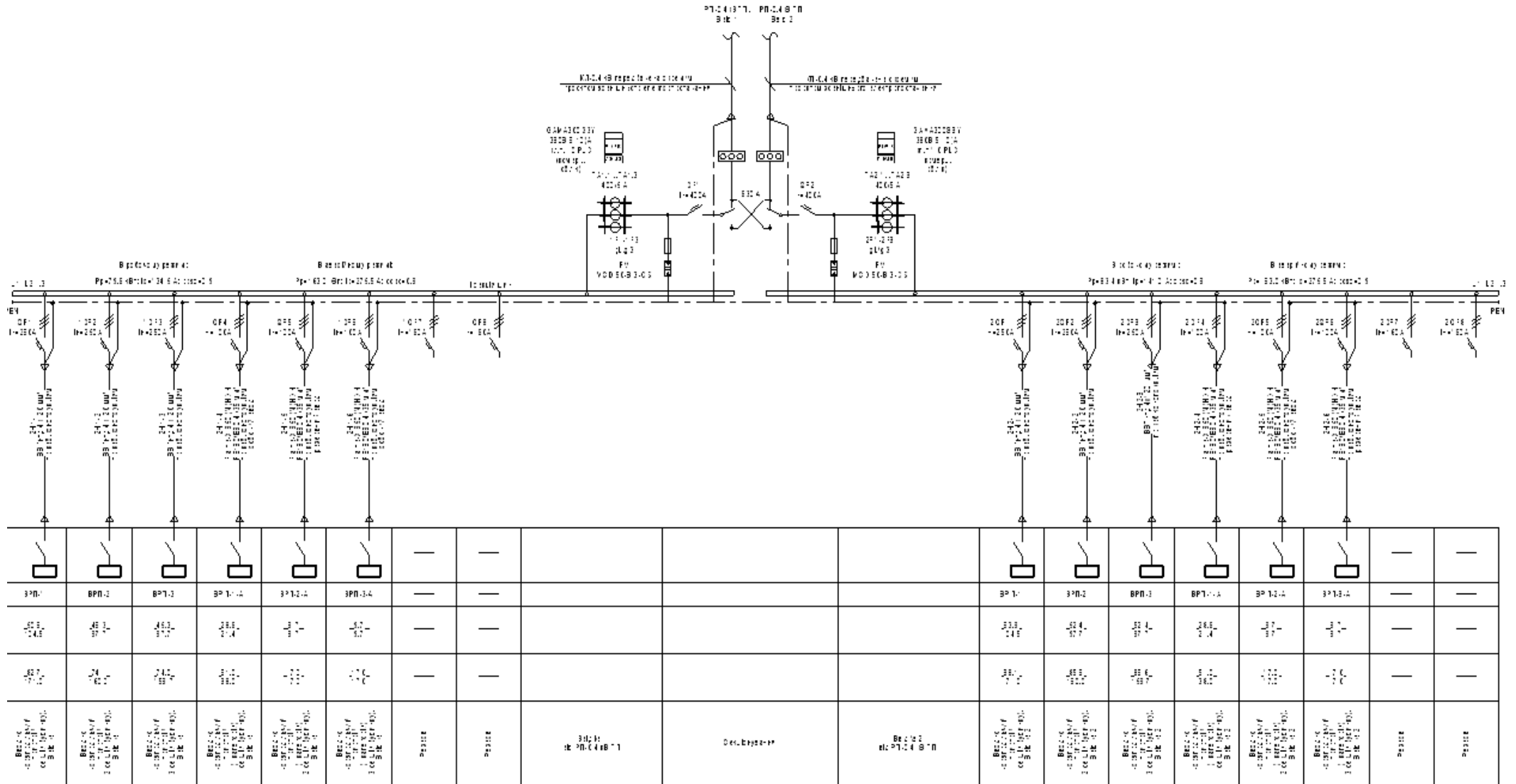
Керівник роботи Бурбело М. Й,  
(підпис) (прізвище, ініціали)

# Додаток В

Маркувальний план підвального поверху -4,400



# Додаток Г



# Додаток Д

Маркувальний план підвального поверху -4,400

