

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій і робототехніки

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавра

(ступінь вищої освіти)

на тему: «Розроблення внутрішніх електромереж захисної споруди цивільного захисту»

Виконав: студент 2 курсу, групи 201-пМЕ  
спеціальності 141 «Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка»

шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності

Таран Михайло Володимирович

(прізвище та ініціали)

Керівник Захарченко Р. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Шарф О. В.


(прізвище та ініціали)

Полтава - 2024 рік

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри автоматки,  
електроніки та телекомунікацій**

  
\_\_\_\_\_ О.В. Шефер  
«01» квітня 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРУ СТУДЕНТУ**

**Тарану Михайлу Володимировичу**

1. Тема роботи «Розроблення внутрішніх електромереж захисної споруди цивільного захисту»  
керівник роботи Захарченко Руслан Володимирович, к.т.н., доцент  
затверджена наказом вищого навчального закладу від 08.12.2023 року № 1481/1-фа
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10.06.2024 р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи) технічна документація на споруду цивільного захисту (укриття), перелік обладнання, що потребує електроживлення.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Розрахунок електричних навантажень укриття. Огляд внутрішніх електричних мереж. Розроблення внутрішніх електромереж укриття.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):
  - 1) Розрахункова схема групових мереж щита ЩР;
  - 2) План живильної мережі;
  - 3) План розташування силової мережі;
  - 4) План розташування мережі робочого освітлення;
  - 5) План розташування мережі робочого освітлення, що живиться від ДБЖ та аварійного освітлення;
  - 6) Схема системи зрівнювання потенціалів.
6. Дата видачі завдання 01.04.2024 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи			Примітки (плакати)
		Дата	Курс	Відсоток	
1	Розрахунок електричних навантажень укриття	25.04.24	I	20%	Пл. 1
2	Огляд внутрішніх електричних мереж	08.05.24		40%	Пл. 2
3	Електричні мережі. Електричне обладнання. Захист внутрішніх електричних мереж і підбір перерізів проводів	23.05.24	II	60%	Пл. 4
4	Розроблення внутрішніх електромереж укриття. Мережа силового електрообладнання укриття. Мережа робочого та аварійного освітлення укриття. Інтернет мережа укриття. Система зрівнювання потенціалів.	30.05.24		80 %	Пл. 5
5	Оформлення кваліфікаційної роботи бакалавра	14.06.24	III	100%	Пл. 6

Студент



(підпис)

Таран М.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Захарченко Р.В.

(прізвище та ініціали)

## Реферат

кваліфікаційної роботи " Розроблення внутрішніх електромереж захисної споруди цивільного захисту "

Робота містить 54 сторінки, 10 ілюстрацій, 8 таблиць, 9 використаних джерел.

Ключові слова: укриття, силова мережа, робоче освітлення, мережа аварійного освітлення, система зрівнювання потенціалів.

Об'єктом розроблення кваліфікаційної роботи є система внутрішніх електромереж споруди цивільного захисту (укриття), що у період небезпеки техногенного чи воєнного характеру дозволить забезпечити безпечне перебування людей.

Метою даної кваліфікаційної роботи є проектування та розробка ефективної внутрішньої електричної мережі для споруди цивільного захисту.

Електропостачання та електрообладнання укриття спроектовано у відповідності з чинними стандартами і нормативами. Роботу електроприймачів передбачено від мережі з номінальною напругою 230/400 В із застосуванням системи заземлення TN–C–S. Захист від ураження електричним струмом та заземлення електроустановок здійснюватися згідно з правилами ПУЕ та ДСТУ В.2.5-82. Надійність електропостачання електроприймачів укриття відповідає стандартам для даного типу будівель. Внутрішні електричні мережі відповідають пожежним вимогам та вимогам безпеки. Для захисту групових ліній живлення розеток встановлені диференційні автоматичні вимикачі, з номінальним диференційним струмом відключення не більше 30 мА.

Штучне освітлення приміщень захисних споруд встановлене відповідно до ДБН В.2.5-28 та ДСТУ EN 12464-1. Аварійне освітлення відповідає стандартам ДБН В.2.5-28, ДСТУ EN 1838 та ДСТУ EN 50172.

Побудова системи Wi-Fi в укритті дозволяє забезпечення зв'язку, доступу до інформації, підтримки освітнього процесу та підвищення загальної безпеки.

Робота має практичну цінність, а її результати після більш детальної доробки можуть бути розглянуті при проектуванні споруд цивільного захисту.

## **Abstract**

qualification work "Development of internal electrical networks of a protective structure of civil defense"

The work contains 54 pages, 10 illustrations, 8 tables, 9 used sources.

Key words: shelter, power network, working lighting, emergency lighting network, potential equalization system.

The object of the development of the qualification work is the system of internal electrical networks of the civil protection building (shelter), which will ensure the safe stay of people in the period of man-made or military danger.

The purpose of this qualification work is to design and develop an effective internal electrical network for a civil defense facility.

The power supply and electrical equipment of the shelter is designed in accordance with current standards and regulations. The receivers are designed to operate from a network with a nominal voltage of 230/400 V using the TN–C–S grounding system. Protection against electric shock and grounding of electrical installations shall be carried out in accordance with the rules of PUE and DSTU B B.2.5-82. The reliability of the power supply of the electrical receivers of the shelter meets the standards for this type of building. Internal electrical networks meet fire and safety requirements. Differential automatic circuit breakers with a rated differential tripping current of no more than 30 mA are installed to protect the group power lines of the sockets.

Artificial lighting of the premises of protective structures is installed in accordance with DBN B.2.5-28 and DSTU EN 12464-1. Emergency lighting meets the standards of DBN B.2.5-28, DSTU EN 1838 and DSTU EN 50172.

The construction of a Wi-Fi system in the shelter allows to ensure communication, access to information, support the educational process and increase general security.

The work has practical value, and its results after more detailed refinement can be considered in the design of civil defense structures.

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	7
<b>Розділ 1 Розрахункові електричні навантаження</b> .....	9
Навантаження громадських споруд та споруд цивільного захисту.....	9
Висновок за розділом 1.....	17
<b>Розділ 2 Внутрішні електричні мережі</b> .....	19
Електричні мережі.....	20
Електричне обладнання.....	26
Захист внутрішніх електричних мереж і підбір перерізів проводів .....	29
Висновок за розділом 2.....	32
<b>Розділ 3 Розроблення внутрішніх електромереж укриття</b> .....	34
Загальні вимоги .....	34
Мережа силового електрообладнання укриття.....	34
Мережа робочого та аварійного освітлення укриття .....	40
Інтернет мережа укриття.....	45
Система зрівнювання потенціалів.....	48
Висновок за розділом 3.....	51
<b>Висновки</b> .....	52
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	54
<b>Додатки</b> .....	55

## Вступ

**Актуальність теми.** У сучасну епоху важливість інфраструктури цивільного захисту стає дедалі помітнішою через зростання частоти стихійних лих, техногенних аварій і соціально-політичних та воєнних загроз. Серед критично важливих компонентів такої інфраструктури – побудова надійних внутрішніх електричних мереж для захисних споруд. Ці мережі мають важливе значення для забезпечення функціональності, безпеки та стійкості об'єктів, призначених для захисту людських життів і основних послуг під час надзвичайних ситуацій.

**Метою кваліфікаційної роботи** є проектування та розробка ефективної внутрішньої електричної мережі для споруди цивільного захисту (укриття). Ці зусилля охоплюють оцінку поточних стандартів, інтеграцію передових технологій і застосування передового досвіду в електротехніці для створення системи, яка є не тільки надійною, але й адаптованою до різних аварійних ситуацій.

Обсяг цієї роботи включає комплексний аналіз електричних вимог до захисних конструкцій з урахуванням таких факторів, як керування навантаженням, резервування, якість електроенергії та безпека. Особлива увага приділяється забезпеченню дотримання відповідної нормативної бази та стандартів, а також вирішенню унікальних проблем, пов'язаних з умовами експлуатації таких об'єктів.

### **Завдання кваліфікаційної роботи:**

- розрахувати штучне освітлення приміщень та мережі його електроживлення;
- розробити мережу аварійного освітлення;
- розробити мережу живлення технологічного обладнання;
- розробити мережу живлення вентиляційного обладнання;
- розробити систему інтернет-мережі;
- розробити систему заземлення та зрівнювання потенціалів.

Розробляючи надійну внутрішню електричну мережу для структури цивільного захисту, ця робота має на меті зробити внесок у сферу інженерного забезпечення цивільного захисту та підвищити загальну безпеку та готовність громад до потенційних надзвичайних ситуацій. Висновки викладені в цьому

дослідженні, слугуватимуть цінним посиленням для майбутніх проектів та інновацій у сфері інфраструктури цивільного захисту.

## **Розділ 1 Розрахункові електричні навантаження**

### **Навантаження громадських споруд та споруд цивільного захисту**

Як у новозбудованих будинках, так і при реконструкції або капітальному ремонті електроприймачі повинні живитися від мережі 380/220 В із системою заземлення TN-S або TN-CS. Для мереж, що використовують систему заземлення TN-CS, розділення провідника PEN на провідники PE і N слід виконувати в головному розподільчому щитку, головному розподільчому щиті або розподільному щитку на вході в будівлю.[1]

Для будівель і споруд з вбудованими або прибудованими трансформаторними підстанціями (ТП) перевагу слід віддавати мережам із системою заземлення TN-S згідно з ДБН В.2.5-27 та главою 1.7 ПУЕ. [2]

Як виняток вимоги до надійності електропостачання для електроприймачів вищої категорії за ініціативою власника та погодженням з електропередавальною організацією можуть бути поширені на приймачі нижчої категорії в будівлі.

Живлення електроприймачів і освітлювальних приладів рекомендується здійснювати від загальних трансформаторів, стежачи за тим, щоб допустимі відхилення і коливання напруги в освітлювальних приладах не перевищували встановлених ГОСТ 13109. Ці вимоги не поширюються на лінії електропередач аварійного освітлення.

При виборі потужності силового трансформатора необхідно враховувати перевантажувальну здатність трансформаторів: масляних відповідно до рекомендацій ДСТУ 3463, а сухих згідно технічних даних кожного конкретного трансформатора.

Проекти електрообладнання повинні включати наступні рішення та обладнання для забезпечення раціонального та економного використання електроенергії [1]:

- а) Побудова оптимальної мережі електропостачання та розподілу.
- б) Заохочення споживачів використовувати електроенергію під час мінімальних навантажень енергосистеми (наприклад, прання, прасування, інші побутові роботи) за допомогою інструментів багатотарифного обліку.

в) використання контрольних пристроїв у місцях тимчасового перебування людей (під'їзди, сходові клітки, ліфтові майданчики, коридори) для обмеження часу увімкнення або повної потужності ламп.

г) Використання ламп із джерелами світла з підвищеною світловіддачею щонайменше 55 люменів на ват.

д) Впровадження електротеплоакумуляційних систем гарячого водопостачання та опалення з нічним режимом роботи за пільговими тарифами для повсякденного використання.

е) Встановлення блоків автоматичного керування.

Розрахункове навантаження мереж, що живлять робоче освітлення визначається за формулою.

$$P_{ос.р} = P_{ос.р.ус} \cdot K_{пот_{ос.р}}$$

Коефіцієнт потреби для розрахунку групової лінії робочого освітлення, силових ліній і групових ліній аварійного освітлення будівель, віконного освітлення та світлової реклами приймати рівним 1. [1]

Таблиця 1. Коефіцієнт попиту залежно від установленної потужності робочого освітлення [1]

Організації, підприємства та установи	$K_{\text{поп.р}}$ залежно від установленної потужності робочого освітлення, кВт							
	10	15	25	50	100	200	400	Понад 500
Готелі, спальні корпуси й адміністративні приміщення санаторіїв, будинків відпочинку, пансіонатів, турбаз, дитячих таборів; побутові будинки промпідприємств	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,35	0,30	0,30
Підприємства громадського харчування, дитячі ясла-садки, навчально-виробничі майстерні профтехучилищ	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,50
Організації і установи управління, адміністративні будинки промпідприємств, установи фінансування, кредитування і страхування, загальноосвітні школи, спеціальні навчальні заклади, навчальні корпуси профтехучилищ, підприємства побутового обслуговування, торгівлі, перукарні	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
Проектні, конструкторські організації, науково-дослідні інститути	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65
Актові зали, конференц-зали (освітлення залу і президії), спортзали, культові будинки і споруди	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	-	-
Клуби і будинки культури	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,55	-	-
Кінотеатри	0,90	0,80	0,70	0,65	0,60	0,50	-	-
<b>Примітка.</b> Коефіцієнт попиту для встановленої потужності робочого освітлення, не зазначеної у таблиці, визначається інтерполяцією.								

Електричне навантаження, розраховане для ліній, що забезпечують живлення розеток, слід визначати за такою формулою:

$$P_{\text{роз}_N} = P_{\text{роз}_\text{ус}} \cdot N_{\text{роз}} \cdot K_{\text{поп}_\text{роз}}$$

Таблиця 2. Коефіцієнт використання для обчислення ліній, що забезпечують живлення розеток [1]

Організації, підприємства та установи	$K_{\text{нон роз}}$ для розрахунку ліній, що живлять розетки		
	групові мережі	мережі живлення	вводи будинків
Організації та установи управління, адміністративні будинки промпідприємств, проектні і конструкторські організації, науково-дослідні інститути, установи фінансування, кредитування і страхування, загальноосвітні школи, спеціальні навчальні заклади, навчальні корпуси профтехучилищ	1,0	0,2	0,1
Готелі, обідні зали ресторанів, кафе та їдалень, підприємства побутового обслуговування, побутові будинки промпідприємств, бібліотеки, архіви	1,0	0,4	0,2

Для комбінованого підключення загального освітлення та розеткової мережі розрахункове навантаження  $R_{\text{зм}}$  слід розрахувати за формулою [1]:

$$P_{\text{зм}} = P_{\text{заг}} + P_{\text{роз}}$$

Розрахункове навантаження ліній електроживлення та входів силових трас  $R$  сил визначається за формулою:

$$P_{\text{сил}} = P_{\text{елт ус}} \cdot K_{\text{нон сил}}$$

Коефіцієнти попиту для розрахунку навантаження входів і ліній силових електричних мереж потрібно визначати за таблицями 3 і 4 [1].

Таблиця 3. Коефіцієнт попиту при кількості працюючих приймачів [1]

Лінії до силових електродвигачів	$K_{\text{пов.св}}$ приймається при кількості працюючих електродвигачів	
	до 5	5 та більше
1	2	3
Технологічного обладнання підприємств громадського харчування, харчоблоків у громадських будівлях	згідно з 3.27 і табл. 3.10	згідно з 3.27 і табл. 3.10
Механічного обладнання підприємств громадського харчування, харчоблоків громадських будівель іншого призначення, підприємств торгівлі	згідно з табл. 3.10	згідно з табл. 3.10
Посудомийних машин	згідно з табл. 3.12	-
Будівель (приміщень) управління, проектних і конструкторських організацій (без харчоблоків), готелів (без ресторанів), продовольчих і промтоварних магазинів, загальноосвітніх шкіл, спеціальних навчальних закладів і професійно-технічних училищ (без харчоблоків)	згідно з табл. 3.10	згідно з табл. 3.10
Сантехнічного і холодильного обладнання, холодильних установок систем кондиціонування повітря	згідно з табл. 3.10	згідно з табл. 3.10
Пасажи́рських і вантажних ліфтів, транспортерів	згідно з 3.11 і табл. 3.5	згідно з 3.11 і табл. 3.5
Кінотехнологічного устаткування	згідно з 3.32	згідно з 3.32
Електроприводів сценічних механізмів	0,5	0,2
Обчислювальних машин (без технологічного кондиціонування)	0,5	0,4
Технологічного кондиціонування обчислювальних машин	згідно з табл. 3.10	згідно з табл. 3.10
Металообробних і деревообробних верстатів у майстернях	0,5	0,2
Розмножувальної техніки, фотолaboratorій	0,5	0,2
Лабораторного і навчального обладнання загальноосвітніх шкіл, професійно-технічних училищ, середніх спеціальних навчальних закладів	0,4	0,15
Навчально-виробничих майстерень професійно-технічних училищ, загальноосвітніх шкіл і спеціальних навчальних закладів	0,5	0,2
Технологічного обладнання перукарень, ательє, майстерень, комбінатів побутового обслуговування, підприємств торгівлі, медичних кабінетів	0,6	0,3
Технологічного обладнання фабрик хімчистки і пралень	0,7	0,5
Руко- і рушникосушальники	0,4	0,15

Таблиця 4. Коефіцієнт потреби для технологічного обладнання [1]

Кількість електроприймачів теплового устаткування підприємств громадського харчування і харчоблоків, підключених до даного елемента мережі	2	3	5	8	10	15	20	30	Від 60 до 100	Більше 125
$K_{\text{пот.тех}}$ для технологічного обладнання	0,9 0	0,8 5	0,7 5	0,6 5	0,6 0	0,5 0	0,4 5	0,4 0	0,30	0,25
<p><b>Примітка 1.</b> До технологічного обладнання слід відносити: теплове (електричні плити, марміти, сковороди, жарильні і кондитерські шафи, казани, кип'ятильники, фритюрниці тощо); механічне (тістомісильні машини, універсальні приводи, хліборізки, вібросита, коктейлезбивалки, м'ясорубки, картопличастки, машини для різання овочів тощо); дрібне холодильне (шафи холодильні, побутові холодильники, низькотемпературні прилавки і подібні пристрої одиничною потужністю менше ніж 1 кВт); ліфти, підйомники та інше устаткування (касові апарати, радіоапаратура тощо).</p> <p><b>Примітка 2.</b> Коефіцієнти попиту для ліній, що живлять окремо механічне, холодильне чи сантехнічне устаткування, а також ліфти, підйомники тощо, приймаються за таблицею 3.9.</p> <p><b>Примітка 3.</b> Потужність посудомийних машин у максимумі навантажень на вводах не враховується (див. 3.27).</p> <p><b>Примітка 4.</b> Визначення коефіцієнтів попиту для кількості приєднаних електроприймачів, не вказаної в таблиці, визначається інтерполяцією.</p>										

Навантаження розподільних ліній електроприймачів очисних механізмів для розрахунку перерізів провідників і встановлення захисних пристроїв слід приймати рівним 9 кВт при напрузі 380/220 В і 4 кВт при напрузі 220 В. При цьому потужність одного очисного механізму, підключеного до трифазної розетки, слід приймати рівною 4,5 кВт, а для однофазної розетки - 2 кВт.

Таблиця 5. Коефіцієнт попиту при кількості електроприймачів [1]

Питома вага встановленої потужності працюючого сантехнічного і холодильного устаткування, включаючи системи кондиціонування повітря, в загальній установленій потужності працюючих силових електроприймачів, %	$K_{\text{пов.ем}}$ при кількості електроприймачів										
	2	3	5	8	10	15	20	30	50	100	200
100-85	1,00 (0,8)	0,90 (0,75)	0,80 (0,70)	0,75	0,70	0,65	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50
84-75	-	-	0,75	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50
74-50	0	-	0,70	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45
49-25	-	-	0,65	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45
24 і менше	-	-	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45	0,40

**Примітка 1.** До встановленої потужності резервні електроприймачі не включаються.  
**Примітка 2.** У дужках наведені коефіцієнти попиту для електродвигунів одиничною потужністю більше ніж 30 кВт.  
**Примітка 3.** Коефіцієнт попиту для кількості приєднаних електроприймачів, не вказаної в таблиці, визначається інтерполяцією.

Розрахункове навантаження ЛЕП і вводів в робочому і післяаварійному режимах при сумісному живленні електроприймачів і освітлювальних приладів  $R$  визначається за формулою:

$$P_{\text{заг}} = K(P_{\text{ос}} + P_{\text{еллс}} + P_{\text{xc}} \cdot K_1)$$

Таблиця 6. Коефіцієнт  $K$  при співвідношенні розрахункового навантаження освітлення до силового [1]

Організації, підприємства та установи	Коефіцієнт $K$ при відношенні розрахункового навантаження освітлення до силового, %												
	від 20 до 75 включно	понад 75 до 140 включно	понад 140 до 250 включно										
Підприємства торгівлі і громадського харчування, готелі, побутові будинки промпідприємств	0,90 (0,85)	0,85 (0,75)	0,90 (0,85)										
Загальноосвітні школи, спеціальні навчальні заклади, профтехучилища	0,95	0,90	0,95										
Дитячі ясла-садки	0,85	0,80	0,85										
Ательє, комбінати побутового обслуговування, хімчистки з пральнями самообслуговування, перукарні	0,85	0,75	0,85										
Організації та установи управління, фінансування і кредитування, адміністративні будинки промпідприємств, проектні та конструкторські організації	0,95 (0,85)	0,90 (0,75)	0,95 (0,85)										
<p><b>Примітка 1.</b> При відношенні розрахункового освітлювального навантаження до силового до 20 % і понад 250 % коефіцієнт <math>K</math> приймають таким, що дорівнює 1.</p> <p><b>Примітка 2.</b> У дужках наведений коефіцієнт <math>K</math> для будинків і приміщень з кондиціонуванням повітря. Примітка 3. Коефіцієнт <math>K_1</math> при відношенні розрахункового навантаження освітлення до розрахункового навантаження холодильного устаткування холодильної станції, %:</p> <table> <tr> <td>1</td> <td>до 15 %</td> </tr> <tr> <td>0,8</td> <td>20 %</td> </tr> <tr> <td>0,6</td> <td>50 %</td> </tr> <tr> <td>0,4</td> <td>100 %</td> </tr> <tr> <td>0,2</td> <td>більше 150 %</td> </tr> </table> <p>При цьому коефіцієнт попиту для проміжних співвідношень визначається інтерполяцією. У розрахунковому навантаженні освітлення не враховуються навантаження приміщень без природного освітлення</p>				1	до 15 %	0,8	20 %	0,6	50 %	0,4	100 %	0,2	більше 150 %
1	до 15 %												
0,8	20 %												
0,6	50 %												
0,4	100 %												
0,2	більше 150 %												

Розрахункове електричне навантаження гуртожитків ПТНЗ, загальноосвітніх навчальних закладів та шкіл-інтернатів визначається відповідно до вимог розділу «Житлове навантаження», а його участь у розрахунковому навантаженні навчально-виховного комплексу – з коефіцієнтом, що дорівнює 0,2.

Коефіцієнти потужності для розрахунку електромереж будинків рекомендується приймати наступним чином [1]:

- Дитячі садки:

а) з електрифікованими харчоблоками - 0,98

б) без електрифікованих харчоблоків - 0,90

- ЗОШ:

а) з електрифікованим харчоблоком - 0,95

б) без електрифікованого харчоблоку - 0,90

Коефіцієнти потужності для розрахунку освітлювальних мереж приймаються з такими лампами:

- Люмінесцентний - 0,92

- Розжарювання - 1,00

- ДРЛ і ДРВ з компенсованим PRA - 0,85

- Те саме з некомпенсованими баластами - 0,30-0,50

- Газові освітлювальні рекламні установки - 0,35-0,40

Навантаження, що розраховується для трансформаторних підстанцій (ТП) з загальним електропостачанням цивільних споруд та різних типів житлових будинків (приміщень), визначається згідно з формулою

$$P_{б.ц} = P_{б.мак} + P_{б1} \cdot K_1 + P_{б2} \cdot K_2 + \dots + P_{бn} \cdot K_n$$

### Висновок за розділом 1

Проектування та експлуатація електричних мереж в будівлях, незалежно від їх призначення, мають відповідати сучасним стандартам та вимогам безпеки. Використання мережі 380/220 В із системою заземлення TN-S або TN-CS є ключовим фактором у забезпеченні надійного та безпечного електропостачання. Розділення провідника PEN на провідники PE і N повинно здійснюватись у головному розподільчому щитку, що мінімізує ризики електричних пошкоджень та збоїв.

Ефективне проектування електрообладнання включає раціональне використання електроенергії, що досягається через оптимізацію мережі, заохочення використання енергії в періоди мінімальних навантажень та впровадження енергоефективних освітлювальних приладів і систем автоматичного керування.

Розрахунок навантаження електричних мереж базується на врахуванні всіх можливих споживачів електроенергії, їхнього функціонального призначення та

режиму роботи. Використання коефіцієнтів попиту та спеціальних формул дозволяє точно визначити необхідну потужність і забезпечити безперебійне живлення для різних типів будівель і споруд.

Таким чином, дотримання цих принципів і вимог є запорукою надійної роботи електричних мереж, що гарантує безпеку та ефективність експлуатації будівель у всіх режимах їхнього функціонування.

## Розділ 2 Внутрішні електричні мережі

У громадських будівлях, а також в адміністративних та промислових спорудах, рекомендується приєднувати кілька стояків освітлювальної мережі до однієї лінії електропередачі. Якщо на початку кожної вертикальної лінії, що живить три або більше групових щитів, стоїть комутаційний апарат, з'єднаний з пристроєм захисту (автомат), це сприяє ефективній роботі системи. Однак, якщо вертикальна лінія живиться окремою лінією, то розподільний пристрій не потрібно встановлювати. [1,2]

У громадських будівлях, адміністративних приміщеннях та промислових спорудах, мережі робочого та аварійного освітлення повинні бути незалежними. Це означає, що вони починаються зі спеціальних стояків, які живляться від великих шинних каналів.

Розподіл електроенергії до силових щитів, розподільних пунктів і групових електроосвітлювальних щитів зазвичай виконують за основною схемою. Радіальні схеми використовуються для підключення потужних електродвигунів, груп електроприймачів спільного технологічного призначення та споживачів, які потребують високої надійності.

У громадських будівлях, адміністративних приміщеннях та промислових спорудах, дозволяється живлення робочого і аварійного освітлення від загальних ліній електропостачання або від розподільних пунктів. При цьому важливо дотримуватися вимог щодо допустимих відхилень напруги в електричній мережі.

Загальне використання групових розподільних щитів для робочого і аварійного освітлення не рекомендується. Також необхідно уникати встановлення пристроїв керування в цих щитах, за винятком допоміжних пристроїв, наприклад, сигнальних ламп або контрольних вимикачів.

Охоронне та евакуаційне освітлення може живитися від загальних щитів. При облаштуванні робочих місць з комп'ютерами рекомендується передбачити окремі лінії живлення для комп'ютерних розеток.

Світлові покажчики евакуаційних та запасних виходів повинні бути підключені до аварійної мережі. Світильники евакуаційного освітлення, які мають

власні джерела живлення, можуть житися від будь-якої мережі освітлення, яка не вимикається.

### **Електричні мережі**

Зазвичай силові розподільні пункти (РП), щитки та розподільні щити розташовують на тих самих поверхах, де знаходяться приєднані до них електроприймачі. Рекомендується групувати електроприймачі відповідно до їхнього функціонального призначення. У підприємствах громадського харчування та торгівлі допускається підключення не більше чотирьох електроприймачів зі споживаною потужністю до 3 кВт або двох електроприймачів зі споживаною потужністю до 5 кВт до одного місця. Також дозволяється неприпустиме електропостачання електроприймачів, що обслуговують холодильне та технологічне обладнання. Потужність кожного електроприймача, який живиться від основного кола, не повинна відрізнятись більше ніж на 25%. [1,2]

У закладах освіти за основною схемою не повинно бути більше трьох лабораторних щитів. В громадських будинках, спорудах та адміністративних будівлях промислових підприємств допускається живлення розеток для підключення електромийок від освітлювальної мережі в місцях загального користування. Живлення мережі розеток для очисних механізмів повинно здійснюватися від загальної розподільної мережі.

Мережі групового освітлення можуть мати різну конфігурацію - однофазну, двофазну або трифазну, в залежності від їхньої протяжності та кількості підключених світильників.

Зазвичай не допускається комбінування нульових провідників мереж робочого освітлення та освітлення безпеки чи евакуаційного освітлення, окрім випадків використання трифазних, чотирьопровідних шинних систем. У таких системах можна використовувати різні фази для живлення аварійного та робочого освітлення за умови підключення силових мереж автономного робочого освітлення до шинної системи та охоронного або евакуаційного освітлення.

Кожна групова лінія має обмежуватися не більше ніж 20 лампами розжарювання або лампами ГЛВД на фазу, включаючи розетки [1].

Для освітлення сходових клітин, коридорів, холів, вестибюлів, технічних поверхів, підвальних та горищних приміщень дозволяється підключення до 60 ламп розжарювання потужністю до 60 Вт кожна.

У разі живлення світлових карнизів, світлових стель та інших світильників з різними типами ламп, рекомендується підключення до 60 ламп на фазу для ламп до 80 Вт, до 75 ламп на фазу для ламп до 40 Вт та до 100 ламп на фазу для ламп до 20 Вт.

Для групових мереж живлення багатолампових люстр кількість ламп будь-якого типу не обмежена.

Необхідно рівномірно розподіляти навантаження між фазами мережі освітлення громадських, адміністративних та житлових будівель, а різниця струмів між найбільш та найменш навантаженими фазами не повинна перевищувати 30% в межах одного щитка і 15% на початку ліній електропередач.

Улаштування внутрішніх електричних мереж передбачає використання кабелів і проводів з мідними жилами у всіх приміщеннях, як житлових, так і громадських.

Зазвичай мережі електропостачання та розподільні мережі, якщо їх розрахунковий перетин становить  $16 \text{ мм}^2$  і більше, виготовляються за допомогою кабелів і проводів з алюмінієвими жилами.

Електроживлення окремих електроприймачів, крім тих, що вважаються складовою частиною інженерного обладнання (таких як насоси, вентилятори, обігрівачі, кондиціонери та інші), може бути здійснене кабелями або проводами з алюмінієвими проводами з поперечним перетином не менше  $2,5 \text{ мм}^2$ , за винятком випадків, коли вони встановлені на віброуючих основах.

При монтажі електропроводки варто вибирати спосіб відповідно до типу кабелів і проводів згідно з таблицею 4.1, забезпечуючи відповідність зовнішнього впливу на кабелі і проводи вимогам чинних нормативних документів.

Не допускається з'єднання N-провідників і PE-провідників різних ліній групової мережі, а також їх суміщення на екранах під загальним контактним затискачем. Переріз жил має відповідати вимогам ДБН В.2.5-27 глави 1.7 ПУЕ [2].

Вводи кабелів у будівлю рекомендується виконувати за допомогою систем кабельних трубопроводів на глибину від 0,5 до 2 метрів від поверхні землі. Кожен силовий кабель має бути прокладений в окремі труби.

Труби для кабельних вводів рекомендується прокладати безпосередньо у приміщенні, де розташовані розподільчі пристрої і вимикачі. При прокладанні крізь стіни необхідно уважно герметизувати кінці труб і самі труби, щоб уникнути потрапляння вологи та газу в приміщення.

У підвалах та технічних приміщеннях, якщо немає доступу для сторонніх осіб (за винятком обслуговуючого персоналу), дозволяється прокладання кабелів напругою до 1 кВ, які живлять інші частини будівлі. Ці кабелі мають бути прокладені відкрито по кабельних конструкціях, у системах кабельних лотків [1].

Заборонено прокладання транзитних кабелів через підвали та технічні приміщення будівель. Також не допускається відкрита прокладка транзитних кабелів через комори, склади, вбудовані гаражі та стоянки.

Розташування освітлювальних приладів і контрольних пристроїв у приміщеннях з адаптованим плануванням має передбачати можливі зміни планування. Електропроводку в цих зонах слід виконувати з урахуванням майбутньої заміни: прихована електропроводка може бути розміщена в кабельних каналах будівельних конструкцій або системах ізольованих кабельних трубопроводів, тоді як відкрита проводка може використовувати системи кабельних коробів (плінтусів), серед інших варіантів. Розташування систем кабельної коробки (плінтусів) необхідно узгоджувати з архітектурно-будівельними аспектами проекту.

При виборі типів електропроводки і способів монтажу, дотримуючись норм електробезпеки і пожежної безпеки, викладених у розділі 2.1 ПУЕ, слід враховувати наступне [2]:

а) Ізольовані дроти та кабелі слід прокладати в кабельних каналах будівельних конструкцій по максимально прямому шляху.

б) Забороняється прокладати кабелі та проводи без можливості їх заміни в стінових панелях, перегородках та перекриттях під час будівництва. Забороняється також замикання проводів у місцях монтажу панелей.

в) Для будівель, побудованих з негорючих матеріалів, групові мережі можуть бути прокладені з кабелями або ізольованими проводами в захисних оболонках в пазах стін, перегородок і стелі, під штукатуркою або в шарі підлоги, якщо інші методи є недоцільними. Електропроводка під штукатуркою повинна бути розташована горизонтально, вертикально або паралельно стінам на висоті не більше 150 мм від плит перекриття і 500 мм від підлоги.

г) Індивідуально прокладені кабелі та проводи повинні відповідати нормам стійкості до поширення полум'я згідно з ДСТУ 4809.

Електричні мережі, встановлені за суцільними підвісними стелями і всередині перегородок, відносяться до прихованої електропроводки. Каркаси підвісних стель повинні бути виготовлені з негорючих матеріалів, із заповненням з негорючих матеріалів або матеріалів групи горючості Г1 згідно з ДСТУ Б В.2.7-19.

Має бути забезпечений доступ для заміни проводів і кабелів, а також доступ до точок з'єднання, ламп і електричних приладів.

Для технічних поверхів, підвалів, неопалюваних підвалів, горищ, вентиляційних камер, сирих і особливо вологих приміщень електропроводку доцільно проводити відкрито.

Забороняється прокладання кабелів і проводів у вентиляційних каналах і шахтах, за винятком порожнин за суцільними і підвісними перекриттями, які використовуються як вентиляційні канали.

Дозволяється перетин каналів і шахт одиночними лініями, що складаються з проводів і кабелів, захищених у металевих трубах.

У кабельних каналах, виготовлених з негорючих матеріалів, в єдиній системі кабельних трубопроводів та коробів допускається сумісна прокладка в межах визначених груп, у тому числі [1]:

а) Лінії електропередач та керування електроприймачами для налаштування протипожежного захисту.

б) Лінії живлення для вентиляторів, димовидалення та повітряної підтримки.

в) Усі схеми одного блоку.

г) Схеми живлення та керування кількома машинами, панелями, щитами, консолями, що сприяють єдиному технологічному процесу.

д) Освітлювальні мережі напругою до 50 В з коами напругою до 380 В за умови прокладання мереж до 50 В в окремій ізоляційній трубі.

е) Кола з кількох груп одного типу освітлення із загальною кількістю проводів не більше 12 (за винятком кіл керування).

ж) Квартирні та групові лінії оперативного освітлення сходових кліток, коридорів поверхів, вестибюлів та інших внутрішніх приміщень.

Забороняється одночасна прокладка взаєморезервованих ліній електромережі або ліній розподільної мережі в одній трубі, каналі, коробі, лотку без розділових перегородок. Ці лінії можуть йти за загальним маршрутом (наприклад, в межах однієї шахти, сходової клітки, технічного підповерхового простору), але стандартизованих вимог щодо відстані між трубами та каналами немає.

Для взаємно резервованих кабельних ліній живлення систем протипожежного захисту їх необхідно прокладати по різних маршрутах, щоб запобігти одночасному пошкодженню при пожежі. Ці лінії слід розміщувати в окремих кабельних конструкціях.

Недоцільно сумісно прокладати кабелі та проводи групових ліній мереж оперативного освітлення з груповими лініями мереж аварійного освітлення. Однак, якщо вони прокладені разом на коробці або лотку, необхідно вжити спеціальних заходів для захисту кабелів аварійного освітлення у разі несправності робочого освітлення.

Ці лінії можна прокладати разом всередині корпусів і стрижнів багатолампових ламп.

При використанні металевих труб N-провідники необхідно прокладати поряд з фазними в одній трубі, а в кабелях вони повинні мати спільну оболонку з фазними жилами.

У місцях, де кабелі, проводи та шинні системи проходять через стіни, перегородки потрібно передбачити заміну електропроводки. Цього можна досягти шляхом створення проходів у трубах або коробах або шляхом включення отворів у будівельні конструкції. Щілини в місцях проходу та між кабелями та трубами або коробами повинні бути герметизовані негорючими вогнестійкими матеріалами (або засобами, які легко знімаються), щоб забезпечити необхідний рівень вогнестійкості будівельних елементів [1].

Монтаж мереж не повинен порушувати цілісність конструкції або пожежну безпеку елементів будівлі. Електропроводка не повинна проходити через несучі компоненти будівельної конструкції, якщо не можна гарантувати структурну цілісність цих компонентів після встановлення.

Вогнестійкість будівельних елементів у поєднанні з системою електропроводки, ущільненою вогнезахисними матеріалами, повинна відповідати нормам, викладеним у ДСТУ Б В.1.1-8. Під час монтажу проходи систем електропроводки через будівельні конструкції повинні бути тимчасово закриті вогнетривкими матеріалами, і ці ущільнення повинні бути негайно відновлені після будь-яких замінів.

При застосуванні кріпильних пристроїв для систем електропроводки, що забезпечують механічну міцність в умовах пожежі, відстань між ущільнювачем і кріпильним пристроєм з вогнеохопленої сторони не повинна перевищувати 750 мм.

Оголені ізолювані дроти зовнішньої електропроводки повинні бути розташовані та екрановані таким чином, щоб запобігти доступу з місць, де часто перебувають люди, наприклад балконів або під'їздів. Відкриту прокладку незахищених ізолюваних проводів на роликах і ізоляторах слід проводити на висоті не менше 2 м [1].

Висота відкритої прокладки захищених ізолюваних проводів і кабелів, розміщених у трубах, коробах або каналах, а також спусків до вимикачів, розеток, пускової апаратури, щитків і світильників, встановлених на стінах, не регламентується [1].

Електропроводку від підготовки підлоги до технологічного обладнання, яке часто розташоване далеко від стін приміщення, доцільно з'єднувати за допомогою тонкостінних металевих труб.

### **Електричне обладнання**

Все електричне обладнання, що використовується в установках, має відповідати відповідним нормам, у тому числі стандартам електробезпеки. При виборі електрообладнання враховуйте наступні фактори [1,4]:

Максимальна робоча напруга (для змінного струму) і потенційні перенапруги

Максимальний робочий струм (для змінного струму) і можливий аварійний струм разом із тривалістю на основі часу спрацьовування захисного пристрою

Ємність, враховуючи коефіцієнт навантаження та нормальні умови експлуатації

Умови встановлення та експлуатації, включаючи механічні навантаження та фактори зовнішнього середовища

Електрообладнання не повинно негативно впливати на інше обладнання або мережу живлення за нормальних умов, у тому числі під час перемикання. Міркування повинні включати:

Коефіцієнт потужності ( $\cos\varphi$ )

Пусковий струм

Фазова асиметрія

Гармоніки

Параметри електромагнітної сумісності, включаючи системи охоронної та пожежної сигналізації

Радіоперешкоди

Приховане електрообладнання треба розміщувати в коробках або попередньо сформованих отворах у залізобетонних панелях. Коробки з горючих матеріалів допускаються, якщо вони монолітні в будівельній конструкції, але кришки коробок не повинні виготовлятися з горючих матеріалів.

Розетки, вимикачі та подібні пристрої можна монтувати на горючій основі лише за наявності суцільного шару негорючого матеріалу товщиною не менше 3 мм, що виступає не менше ніж на 10 мм за розміри пристрою.

Розетки переносних електроприладів із заземленими частинами повинні мати захисний контакт для приєднання РЕ-провідника. Розетки в житлових приміщеннях, гуртожитках, дитячих закладах повинні мати автоматичний захисний пристрій, що закриває розетки при витягненні вилки.

Розетки повинні бути розташовані зручно, враховуючи розташування меблів. У житлових приміщеннях на кожні 6 м<sup>2</sup> потрібна не менше однієї розетки на силу струму до 10 А, а в коридорах – на кожні 10 м<sup>2</sup>. Кількість кухонних розеток залежить від планування, але має бути не менше п'яти.

Розетка 40 А з захисним контактом потрібна для однофазних електроплит, що живляться від окремої лінії від квартирного щитка, з розрахунковим значенням навантаження 7 кВт. Розетки не допускаються в квартирних коморах, ванних кімнатах, душових, мильних кімнатах, саунах і пральнях, за винятком ванних кімнат квартир, готельних номерів і прасувальних кімнат.

У ванних кімнатах і душових допускається використання тільки обладнання, призначеного для певних зон (згідно додатку Е) з такими ступенями захисту (ГОСТ 14254):

Зона 0: IPX7

Зона 1: IPX5

Зона 2: IPX4 (IPX5 у громадських ванних кімнатах)

Зона 3: IPX1 (IPX5 у громадських ванних кімнатах)

У зоні 0 допускаються лише прилади з номінальною напругою не вище 12 В. Зона 1 може мати тільки водонагрівачі. Зона 2 може мати водонагрівачі та лампи класу II. У зонах 1 і 2 допускається установка шнурових вимикачів за ГОСТ 7396.0. Зона 3 може мати вимикачі та розетки, які повинні бути підключені через розподільні трансформатори або захищені УЗО відповідно до стандартів.

Нагрівальні елементи в підлогах для опалення приміщень можна встановлювати у всіх зонах, якщо їх покрити металевією сіткою або оболонкою і підключити до системи вирівнювання потенціалів.

У саунах обладнання повинно мати ступінь захисту не менше IP24. У школах і лабораторіях розетки учнівських столів і лабораторних щитів повинні управлятися через вимикач на столі викладача, підключений через розподільний трансформатор або УЗО.

Розетки для обладнання для прибирання слід розташовувати для зручності використання в межах довжини шнура живлення 15 м. У приміщеннях з недостатнім загальним освітленням для ремонту обладнання потрібні переносні лампові патрони. У майстернях, приміщеннях зарядки акумуляторів, механічних сушильних, прасувальних відділеннях, холодильних станціях, щитових, теплових пунктах, котельних, бюветах, машинних відділеннях ліфтів, технічних поверхах, вентиляційних камерах, приміщеннях для кондиціонування повітря переносне освітлення слід застосовувати 40 (36) В, і 12 В у мийних та інших приміщеннях з вологими процесами [1].

Розетки в складських приміщеннях з горючими матеріалами повинні відповідати нормам захисту НПАОП 40.1-1.32 розділ 5. Розетки повинні бути встановлені:

У виробничих приміщеннях на 0,8-1 м від підлоги (до 1,5 м при розводці зверху)

В адміністративних, лабораторних, житлових та інших приміщеннях, зручних для підключення приладів, але не вище 1 м від підлоги. Дозволяється встановлювати розетки в плінтусах або кабель-каналах з негорючих матеріалів

У школах і дошкільних установах на висоті 1,8 м від підлоги в дитячих кімнатах

Розеток не повинно бути в мережах аварійного освітлення. Вимикачі загального освітлення повинні бути на стіні біля дверної ручки, на відстані 0,8-1,7 м від підлоги, а в дитячих закладах - на 1,8 м. Допускаються стельові вимикачі, що приводяться в дію шнурами, за ГОСТ 7397.0.

При прихованому монтажі в стінах між різними квартирами слід уникати розміщення з'єднувальних і розгалужувальних коробок на одній осі, якщо не використовуються важкопрохідні перегородки. Вимикачі в приміщеннях з несприятливою екологічною обстановкою повинні розташовуватися в суміжних приміщеннях з кращими умовами. Вимикачі душових, роздягалень, гарячих кухонь, їдалень повинні бути поза цими приміщеннями. Вимикачі в мильних кімнатах і пральнях заборонені.

Вимикачі горищного освітлення будинків з горючими конструктивними елементами повинні бути поза горищами. Над кожним під'їздом має бути світло, у передпокої — електричний дзвінок, а біля входу в квартиру — кнопка. Номери будівель і покажчики пожежних кранів повинні бути освітлені, живитися відповідно від внутрішньої або зовнішньої освітлювальної мережі.

#### **Захист внутрішніх електричних мереж і підбір перерізів проводів**

Внутрішні електричні мережі до 1 кВ повинні бути захищені згідно ПУЕ розділ 3.1. Електричні мережі від ПС до ВП, ВРП, ГРС потребують захисту тільки від КЗ, а також ВП, ВРП, ГРС, РП в режимі КЗ (ПУЕ розділ 1.4). Захисні пристрої повинні бути перевірені на джерело живлення в режимі короткого замикання, при цьому автоматичні вимикачі повинні відповідати вимогам кінцевої комутаційної здатності [1,2,4].

Розрахунок струму короткого замикання повинен проводитися за ГОСТ 28249 при незмінній номінальній напрузі трансформатора з урахуванням усіх опорів, у тому числі опору дуги за ДСТУ ІЕС 60909-0. Ударний коефіцієнт для визначення ударного струму може бути 1,1 на шинах ТП 0,4 кВ і 1 на інших.

Мережі освітлення цивільних об'єктів, розеткові мережі та електромережі, що піддаються потенційному перевантаженню провідників, повинні мати захист від перевантаження поряд із захистом від короткого замикання, використовуючи автоматичні вимикачі з обернено залежними характеристиками струму, оскільки запобіжники мають нижчий захист від перевантаження.

Застосування автоматичних вимикачів лише з миттєвим розчепленням (відключенням) у мережах, що потребують захисту від перевантаження, забороняється.

У всіх фазних провідниках на вводах і на початку кожної лінії, в тому числі живляться від ошиновки, повинні бути встановлені пристрої захисту.

Забороняється встановлювати захисні пристрої в РЕ і PEN-провідниках, а також запобіжники, однополюсні автоматичні та неавтоматичні вимикачі в N-провідниках. Різні ділянки однієї мережі можуть бути захищені запобіжниками та автоматичними вимикачами.

Пристрої захисту і керування повинні розміщуватися в місцях з'єднання ліній, що живлять освітлювальні мережі, з лініями електропередач електростанцій або силових РП.

Для однофазних споживачів, що відгалужуються від багатофазної ПЛ, де PEN-провідник розподіляється між групами однофазних споживачів на різних фазах, рекомендується захисне відключення, якщо напруга перевищує допустимий рівень через асиметрію навантаження після розриву PEN-провідника. Це відключення повинно відбуватися на вході в будівлю, використовуючи реле максимальної напруги, щоб впливати на незалежне відключення вхідного автоматичного вимикача, відключаючи як L-, так і N-провідники.

При підборі пристроїв для входу слід віддавати перевагу тим, які здатні довго працювати навіть при перевищенні напруги допустимих меж через несиметрії після обриву провідника PEN або N. Ці пристрої можуть мати комутаційні та робочі характеристики, що відрізняються від нормативних.

Переріз провідників слід вибирати, виходячи з умов тривалого нагріву розрахункового струму в нормальному і післяаварійному режимах, падіння напруги на найбільш віддаленому споживачі, дотримання установок пристроїв захисту, електромеханічних навантажень від струмів короткого замикання, механічні навантаження на провідники та економічні міркування.

У житлових приміщеннях мідні жили повинні мати переріз не менше значень, наведених у таблиці 7 [1].

Таблиця 7. Мінімальний переріз кабелів з мідними жилами

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 чотири- і п'ятипровідні лінії, які живлять однофазні навантаження, повинні мати N провідників такого ж поперечного перерізу, як і фазні провідники. У багатофазних ланцюгах, де фазні провідники перевищують 16 мм<sup>2</sup> для міді та 25 мм<sup>2</sup> для алюмінію, провідник N може мати менший поперечний переріз, але не менше 50% поперечного перерізу фазних провідників і не менше 16 мм<sup>2</sup> для міді. і 25 мм<sup>2</sup> для алюмінію за умови, що [1,2,4]:

а) Навантаження рівномірно розподіляється між фазами під час нормальної роботи.

б) Очікуваний максимальний струм, включаючи гармоніки, не перевищує допустиме навантаження для зменшеного поперечного перерізу N-провідника.

в) Струм короткого замикання в N-провіднику контролюється командою на відключення фазних провідників, забезпечуючи одночасне відключення N-провідника. Моніторинг не потрібен, якщо N-провідник роз'єднаний з фазними провідниками звичайним автоматичним вимикачем і максимальний очікуваний струм значно менший за допустиме навантаження.

Для багатофазних ланцюгів з люмінесцентними лампами або лампами HLVD і одночасним відключенням всіх фазних провідників вимикачами переріз N-провідника повинен бути:

а) дорівнює фазному струму для ділянок з компенсованими пусковими пристроями, незалежно від перерізу.

б) Дорівнює фазному струму для ділянок з некомпенсованими пусковими пристроями керування, якщо фазні провідники мають перетин до 16 мм<sup>2</sup> для міді або 25 мм<sup>2</sup> для алюмінію та не менше 50% поперечного перерізу фазних провідників для більших перерізів. У цьому випадку N-провідник повинен бути не менше 16 мм<sup>2</sup> для міді та 25 мм<sup>2</sup> для алюмінію.

## **Висновок за розділом 2**

Проектування та облаштування електричних мереж у громадських, адміністративних та промислових будівлях та спорудах цивільного захисту вимагає дотримання комплексу технічних норм та стандартів, спрямованих на забезпечення надійності, безпеки та ефективності електропостачання. Використання окремих ліній для живлення різних систем (робочого, аварійного освітлення, холодильного обладнання тощо) є обов'язковим для уникнення перешкод і забезпечення стабільної роботи кожної системи. Основною схемою розподілу електроенергії є радіальна, що дозволяє ефективно підключати потужні електродвигуни та електроприймачі з високими вимогами до надійності.

Необхідно уникати одночасного використання групових розподільних щитів для робочого та аварійного освітлення та встановлювати окремі лінії живлення для критичних систем, таких як комп'ютерні розетки. Для забезпечення безперервного живлення освітлення в евакуаційних зонах використовуються світильники з власними джерелами живлення.

Правильне розташування та групування електроприймачів, обмеження кількості ламп на фазу та дотримання вимог щодо допустимих відхилень напруги забезпечують оптимальну роботу системи електропостачання. Використання кабелів з мідними або алюмінієвими жилами залежить від умов експлуатації та вимог безпеки. Особлива увага приділяється захисту від вологи та газу при введенні кабелів у будівлі, а також дотриманню вимог щодо вогнестійкості при прокладанні кабельних ліній через будівельні конструкції.

Загалом, улаштування внутрішніх електричних мереж має забезпечувати відповідність сучасним стандартам електробезпеки, пожежної безпеки та

функціональності, враховуючи можливі зміни планування та умови експлуатації приміщень.

## **Розділ 3 Розроблення внутрішніх електромереж укриття**

### **Загальні вимоги**

Електропостачання та електрообладнання укриттів цивільного захисту та споруд подвійного призначення (СПЗ) необхідно проектувати згідно з ПУЕ, ДБН В.2.5-23, ДБН В.2.5-28, ДСТУ Б В.2.5-82 та додаткові вимоги, зазначені в цьому розділі. Електроприймачі для цих споруд повинні працювати від мережі з номінальною напругою 230/400 В згідно з ДСТУ ІЕС 60038 із застосуванням системи заземлення TN-S чи TN-C-S [1,2,3].

### **Мережа силового електрообладнання укриття**

Надійність електропостачання електроприймачів СПП, що використовуються в мирний час, визначається згідно з відповідними стандартами для даного типу будівель. Електроприймачі в захисних спорудах за ступенем надійності, необхідної для цивільного захисту та СПП в особливий період, відносяться до категорій, наведених у таблиці 3.1. Для електроприймачів, віднесених до спеціальної групи I категорії надійності електропостачання, додаткове живлення повинно бути забезпечене незалежним джерелом, здатним забезпечити живлення не менше 48 годин поспіль [3]. Таким незалежним джерелом можуть бути генераторні установки (такі як ДЕС), батареї джерела безперебійного живлення (ДБЖ), батареї тощо. Захист від перенапруг повинен здійснюватися за допомогою пристроїв захисту від імпульсних перенапруг згідно з ДСТУ EN 62305-4, ДСТУ EN 61643-11. , та ДСТУ CLC/TS 61643-12.

Таблиця 3.1 – Категорія надійності електропостачання електроприймачів захисних споруд цивільного захисту та СПП в особливий період [3]

Назва приймача	Категорія надійності електропостачання
медичні приміщення (операційні, пологові та ін.) у сховищах закладів охорони здоров'я та спорудах подвійного призначення;¶ приміщення медпункту;¶ аварійне освітлення;¶ системи зв'язку та оповіщення	особлива група І категорії
системи вентиляції (з електровентиляторами без наявності ручних вентиляторів);¶ системи водопостачання та каналізації;¶ системи протипожежного захисту;¶ загальне електроосвітлення	І категорія

Захист мереж, вибір перерізів провідників, монтаж кабельних ліній і систем електропроводки повинні відповідати ДБН В.2.5-23. Усі елементи мережі у захисних спорудах цивільного захисту повинні відповідати нормам пожежної безпеки, визначеним у ДБН В.2.5-23, а також з урахуванням вимог п. 4.15. ДСТУ 8855. Для захисту групових ліній живлення розеток необхідно встановлювати автоматичні вимикачі, що відповідають ДСТУ HD 62640 і мають номінальний диференціальний струм відключення не більше 30 мА [3].

Управління вентиляційним обладнанням передбачено силовими роз'єднувачами та регуляторами швидкості встановленими по місцю.

В груповому щиті встановлюються диференційні автоматичні вимикачі з уставками по диференційному струму не вище 30 мА на групових лініях.

Всі штепсельні розетки передбачені з заземлювальним контактом та з захисними шторками.

Розрахункова схема групових мереж щита ЩР, плани живильної та силової мережі наведено нижче:

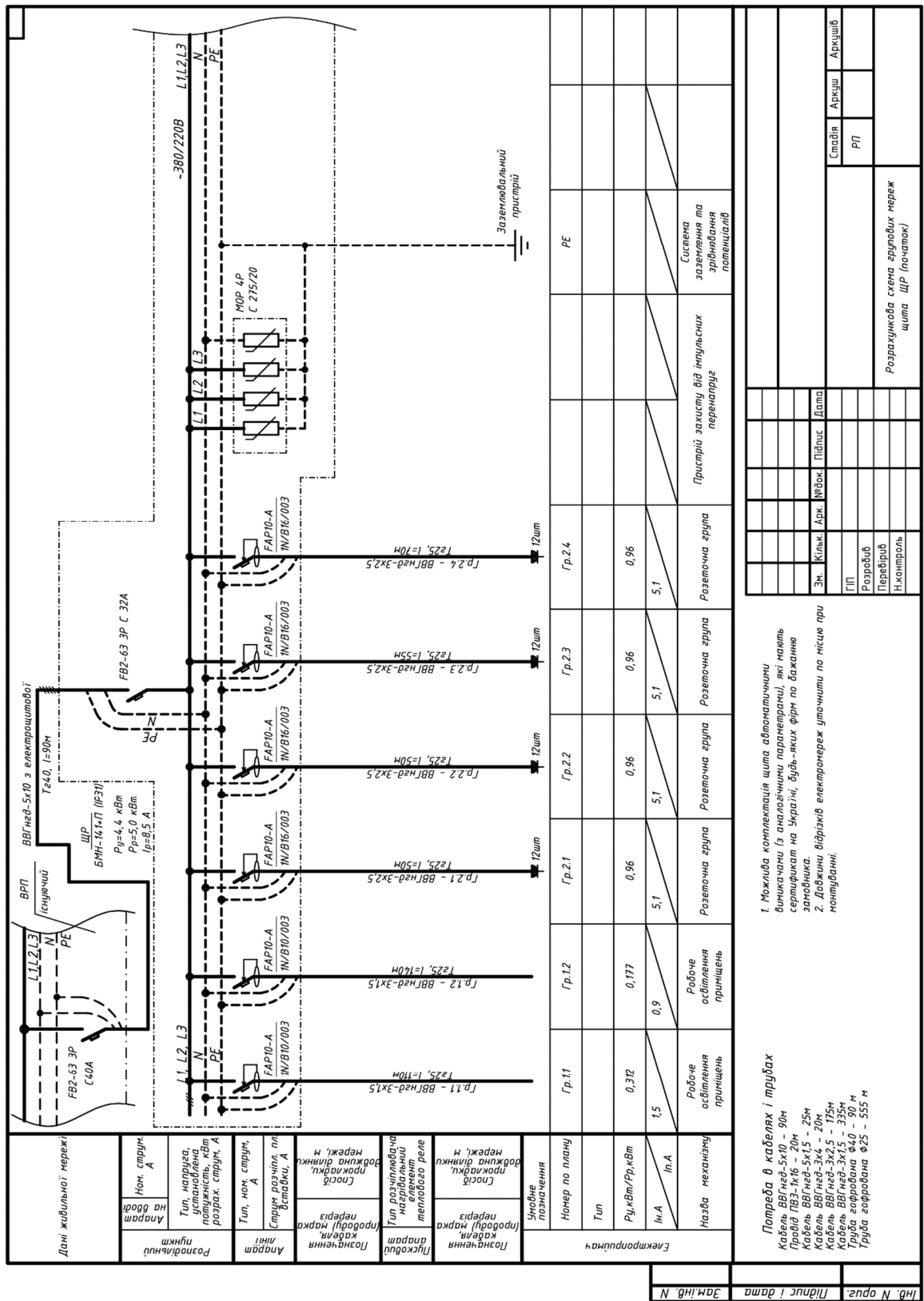


Рисунок 3.1 Розрахункова схема групових мереж щита ЩР (початок)

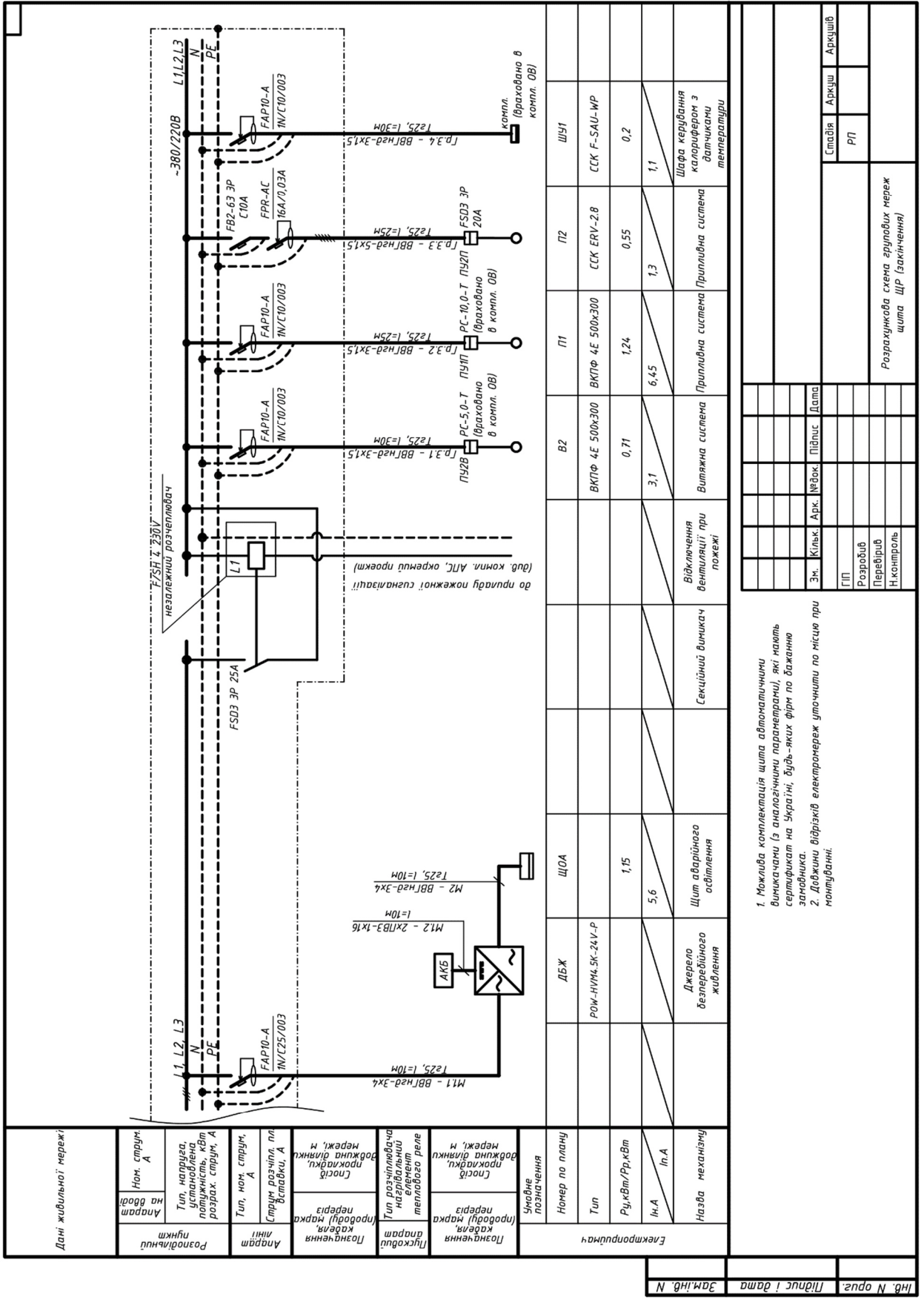


Рисунок 3.2 Розрахункова схема групових мереж щита ЩР (закінчення)

1. Можлива комплектація щита автоматичними вимикачами (з аналогічними параметрами), які мають сертифікат на Україні, будь-яких фірм по бажанню замовника.  
 2. Довжини відрізків електромереж уточнити по місцю при монтажі.

Зам. №	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
ГІП					
Розробив					
Перевірив					
Н. контроль					

Розрахункова схема групових мереж щита ЩР (закінчення)

Інд. N опус. Підпис і дата

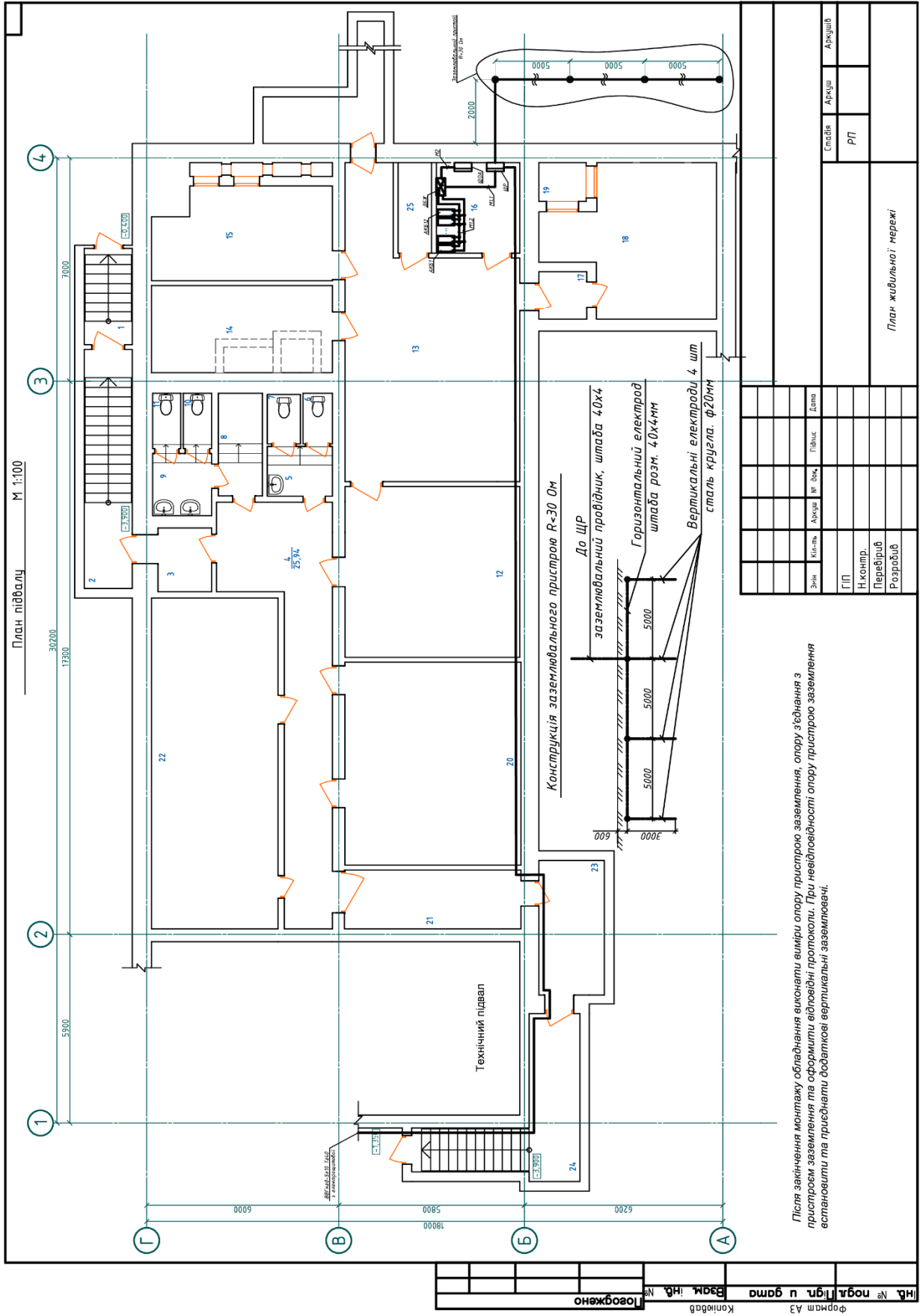


Рисунок 3.3 План живильної мережі укриття



### **Мережа робочого та аварійного освітлення укриття**

Освітлення приміщень захисних споруд повинно встановлюватися згідно з ДБН В.2.5-28 та ДСТУ EN 12464-1. Доцільно дотримуватися вимог до освітлення ДСТУ EN 12464-1 для місць загального користування, де збираються люди, подібно до залів очікування. При переведенні СПП в режим захисної споруди частина світильників, призначених для використання в мирний час, повинна бути вимкнена. При використанні автономного джерела живлення нормативні значення штучного робочого освітлення допускається зменшувати у 2-2,5 рази, крім приміщень, віднесених до спеціальної групи I категорії (табл. 3.1). Аварійне освітлення захисних споруд цивільного захисту та СЕС, незалежно від строку використання, повинно виконуватися згідно з ДБН В.2.5-28, ДСТУ EN 1838, ДСТУ EN 50172.

Розрахункова схема групових мереж щита ЩОА, плани мережі робочого освітлення, робочого освітлення, що живиться від ДБЖ та мережі аварійного освітлення наведено нижче:



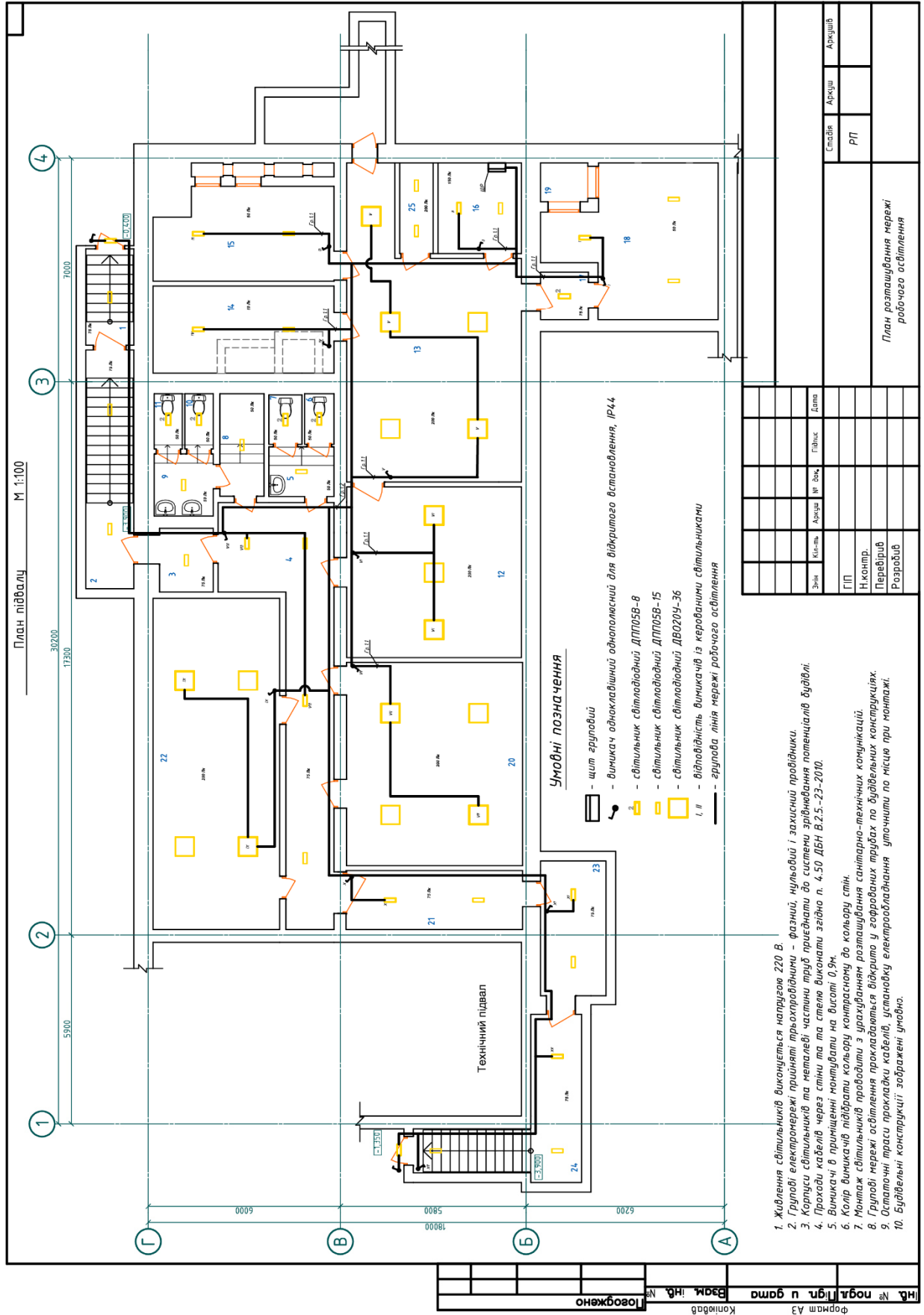


Рисунок 3.6 План розташування мережі робочого освітлення укриття





## Інтернет мережа укриття

У сучасному світі, де все більше зв'язків, доступ до надійного підключення до Інтернету став необхідним для різноманітних видів діяльності, від спілкування та навчання до роботи та реагування на надзвичайні ситуації. Ця потреба ще більш критична в укриттях для надзвичайних ситуацій, де забезпечення стабільної мережі Wi-Fi може значно підвищити безпеку. Ось кілька причин, чому будівництво мережі Wi-Fi в укритті має вирішальне значення [3]:

### 1. Зв'язок і координація

Мережа Wi-Fi в укритті дозволяє залишатися на зв'язку з близькими, що життєво важливо для емоційної підтримки під час стресових ситуацій. Це також сприяє спілкуванню між персоналом укриття та зовнішніми організаціями, забезпечуючи ефективну координацію ресурсів, допомоги та інформації. Миттєві повідомлення, відеодзвінки та соціальні мережі можуть бути незамінними інструментами для підтримки морального духу та надання оновлень у реальному часі.

### 2. Доступ до інформації

Інтернет є основним джерелом актуальної інформації, зокрема новин, прогнозів погоди та урядових консультацій. В укритті наявність доступу до цієї інформації допомагає бути в курсі ситуації на вулиці, полегшуючи планування та підготовку до наступних кроків. Він також може забезпечити доступ до важливої інформації про громадське здоров'я, особливо під час криз.

### 3. Освіта та дистанційне навчання

Для дітей і студентів, які знаходяться в укритті, продовження навчання є найважливішим. Мережа Wi-Fi забезпечує доступ до онлайн-платформ для навчання, віртуальних класів і освітніх ресурсів. Цей зв'язок гарантує, що їхня освіта не буде суттєво порушена, і допомагає підтримувати відчуття нормальності в бурхливі часи.

### 4. Робота та економічна стабільність

Багато людей покладаються на Інтернет для отримання засобів до існування, чи то через дистанційну роботу, керування бізнесом або пошук можливостей

працевлаштування. Забезпечення Wi-Fi в укритті дозволяє продовжувати працювати. Цей зв'язок може допомогти їм підтримувати фінансову стабільність і планувати своє майбутнє.

## 5. Безпека

Мережа Wi-Fi може підтримувати інтеграцію систем безпеки всередині укриття, таких як камери спостереження та системи сигналізації, підвищуючи загальну безпеку. Це також може полегшити екстрені оповіщення та сповіщення для всіх мешканців, гарантуючи, що всі будуть поінформовані про будь-які безпосередні загрози або необхідні дії.

Щоб забезпечити ефективність і надійність мережі Wi-Fi у притулку, потрібно врахувати кілька основних положень:

- покриття та пропускна спроможність: мережа має забезпечувати потужне та постійне покриття в усьому притулку з достатньою пропускну здатністю для обробки кількості користувачів та їх діяльності.

- безпека: реалізація надійних заходів безпеки для захисту мережі та користувачів від кіберзагроз є надзвичайно важливою. Це включає безпечні паролі, брандмауери та регулярний моніторинг.

- обладнання: використання високоякісних маршрутизаторів, точок доступу та іншого мережевого обладнання допоможе підтримувати стабільне з'єднання.

- підтримка та обслуговування: наявність плану постійної підтримки та обслуговування гарантує, що мережа залишається в робочому стані та може вирішувати будь-які проблеми, що виникають.

Підсумовуючи, побудова мережі Wi-Fi в укритті – це не просто зручність, а необхідність. Це покращує комунікацію, доступ до інформації та освіти.

План розташування інтернет мережі наведено нижче:



## Система зрівнювання потенціалів

У будь-якій споруді, особливо тій, яка призначена для аварійного укриття, забезпечення безпеки та цілісності електричної системи будівлі має першочергове значення. Одним із критичних аспектів електробезпеки, який часто забувають, є вирівнювання потенціалів, також відоме як екіпотенціальне з'єднання. Встановлення системи вирівнювання потенціалів в укритті має важливе значення для захисту як мешканців, так і інфраструктури будівлі. Наведемо кілька причин, чому необхідна система вирівнювання потенціалів [3]:

### 1. Захист від ураження електричним струмом

Вирівнювання потенціалів зменшує ризик ураження електричним струмом, гарантуючи, що всі металеві частини електричної системи будівлі мають однаковий електричний потенціал. Це особливо важливо в укритті, де можуть використовуватися різні електричні пристрої та системи. Без вирівнювання потенціалів різниця в напрузі може призвести до небезпечних ситуацій, наприклад до ураження електричним струмом під час торкання металевих поверхонь.

### 2. Запобігання пошкодженню обладнання

Різниця напруги в електричній системі може призвести до пошкодження чутливого обладнання. В укритті це може включати пристрої зв'язку та інші критично важливі системи. Вирівнювання потенціалів допомагає стабілізувати рівні напруги, захищаючи обладнання від стрибків струму та подовжуючи термін його служби. Це особливо важливо в надзвичайних ситуаціях, коли надійність обладнання є життєво важливою.

### 3. Відповідність стандартам безпеки

Будівельні норми та стандарти безпеки вимагають улаштування систем вирівнювання потенціалів у конструкціях для забезпечення електробезпеки. Відповідність цим стандартам є важливою не лише з юридичних причин, але й для забезпечення найвищих стандартів безпеки для тих хто перебуває в укритті.

### 4. Зведення до мінімуму електромагнітних перешкод

Вирівнювання потенціалів допомагає мінімізувати електромагнітні перешкоди (ЕМІ) всередині укриття. Електромагнітні перешкоди можуть

порушити роботу електронних пристроїв і систем зв'язку, які є критичними в екстрених ситуаціях. Підтримуючи постійний електричний потенціал, система допомагає зменшити виникнення перешкод, забезпечуючи надійну роботу систем зв'язку та операційних систем.

#### 5. Підвищення загальної безпеки

В укритті безпека є головним пріоритетом. Система вирівнювання потенціалів підвищує загальну безпеку, зменшуючи небезпеку ураження електричним струмом. Ця система працює в поєднанні з іншими засобами безпеки, такими як автоматичні вимикачі та системи заземлення, щоб створити безпечніше середовище. Забезпечення того, щоб усі частини електричної системи мали однаковий потенціал, зменшує ризик аварій із електричним струмом і сприяє створенню безпечнішого середовища укриття.

Встановлення системи вирівнювання потенціалів вимагає ретельного планування та виконання. Основні міркування включають:

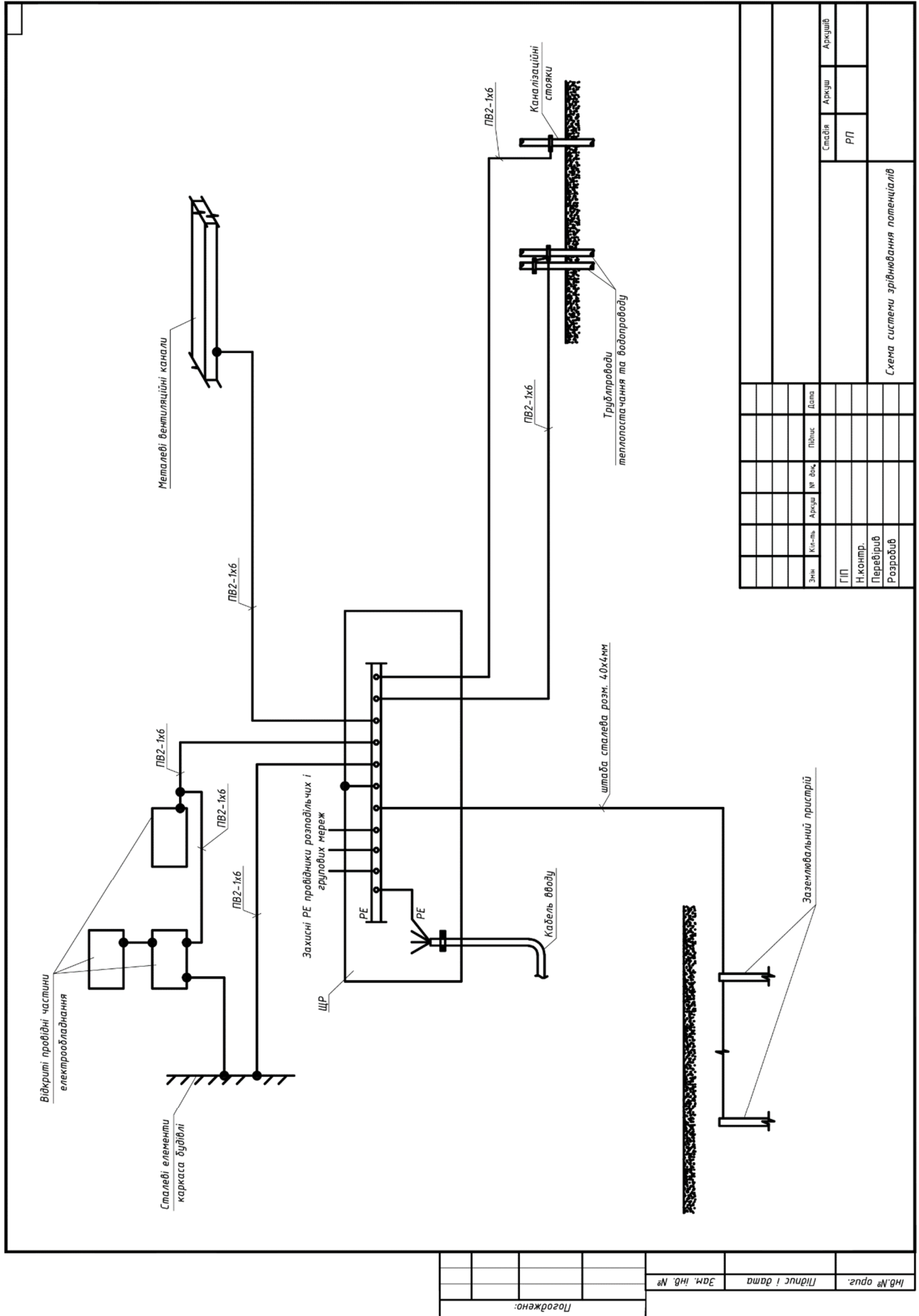
- професійне встановлення: система має бути розроблена та встановлена кваліфікованими фахівцями, щоб гарантувати, що вона відповідає всім стандартам безпеки та належним чином інтегрована в електричну інфраструктуру будівлі.

- регулярне технічне обслуговування: регулярні перевірки та технічне обслуговування необхідні для забезпечення ефективності системи. Це включає перевірку з'єднань і забезпечення справності всіх компонентів [2,3].

- інтеграція з іншими системами безпеки: система вирівнювання потенціалів повинна бути інтегрована з іншими системами безпеки, такими як заземлення та захист від перенапруги, щоб забезпечити повну електричну безпеку [2].

Підсумовуючи, побудова системи вирівнювання потенціалів в укритті є критично важливим кроком у забезпеченні безпеки та надійності електричної інфраструктури. Він захищає від ураження електричним струмом, поломки обладнання та електромагнітних перешкод, одночасно забезпечуючи відповідність стандартам безпеки.

Схема системи зрівнювання потенціалів наведена нижче:



Знач.	Км-ль	Аркуш	№ воб.	Підпис	Дата
ГП					
Н.контр.					
Перевірив					
Розробив					
Схема системи зрівнювання потенціалів					
Сталеві		Аркуш		Аркушів	
РП					

№№ опус.	Підпис і дата	Зам. №, №	Позначено.

Рисунок 3.10 Схема системи зрівнювання потенціалів

### Висновок за розділом 3

Електропостачання та електрообладнання укриття спроектовано у відповідності з чинними стандартами і нормативами, зокрема ПУЕ, ДБН В.2.5-23, ДБН В.2.5-28, ДСТУ Б В.2.5-82. Роботу електроприймачів передбачено від мережі з номінальною напругою 230/400 В із застосуванням системи заземлення TN–C–S. Захист від ураження електричним струмом та заземлення електроустановок здійснюватися згідно з правилами ПУЕ та ДСТУ Б В.2.5-82.

Надійність електропостачання електроприймачів укриття відповідає стандартам для даного типу будівель. Для спеціальної групи І категорії надійності передбачене додаткове незалежне джерело живлення, здатне забезпечити живлення не менше 48 годин. Захист від перенапруг здійснюється за допомогою пристроїв захисту від імпульсних перенапруг.

Внутрішні електричні мережі відповідають пожежним вимогам та вимогам безпеки, встановленим у ДБН В.2.5-23 і ДСТУ 8855. Для захисту групових ліній живлення розеток встановлені диференційні автоматичні вимикачі, що відповідають ДСТУ HD 62640, з номінальним диференційним струмом відключення не більше 30 мА.

Штучне освітлення приміщень захисних споруд встановлене відповідно до ДБН В.2.5-28 та ДСТУ EN 12464-1. Аварійне освітлення відповідає стандартам ДБН В.2.5-28, ДСТУ EN 1838 та ДСТУ EN 50172.

Побудова системи Wi-Fi в укритті дозволяє забезпечення зв'язку, доступу до інформації, підтримки освітнього процесу та підвищення загальної безпеки.

Створення системи зрівнювання потенціалів є надзвичайно важливим для захисту від ураження електричним струмом, запобігання пошкодженню обладнання та дотримання стандартів безпеки.

## Висновки

Ефективне проектування електрообладнання включає раціональне використання електроенергії, що досягається через оптимізацію мережі, заохочення використання енергії в періоди мінімальних навантажень та впровадження енергоефективних освітлювальних приладів і систем автоматичного керування.

Розрахунок навантаження електричних мереж базується на врахуванні всіх можливих споживачів електроенергії, їхнього функціонального призначення та режиму роботи. Використання коефіцієнтів попиту та спеціальних формул дозволяє точно визначити необхідну потужність і забезпечити безперебійне живлення для різних типів будівель і споруд.

Таким чином, дотримання цих принципів і вимог є запорукою надійної роботи електричних мереж, що гарантує безпеку та ефективність експлуатації будівель у всіх режимах їхнього функціонування.

Загалом, улаштування внутрішніх електричних мереж забезпечує відповідність сучасним стандартам електробезпеки, пожежної безпеки та функціональності, враховуючи можливі зміни планування та умови експлуатації приміщень.

Електропостачання та електрообладнання укриття спроектовано у відповідності з чинними стандартами і нормативами, зокрема ПУЕ, ДБН В.2.5-23, ДБН В.2.5-28, ДСТУ Б В.2.5-82. Роботу електроприймачів передбачено від мережі з номінальною напругою 230/400 В із застосуванням системи заземлення TN–C–S. Захист від ураження електричним струмом та заземлення електроустановок здійснюватися згідно з правилами ПУЕ та ДСТУ Б В.2.5-82.

Надійність електропостачання електроприймачів укриття відповідає стандартам для даного типу будівель. Для спеціальної групи I категорії надійності передбачене додаткове незалежне джерело живлення, здатне забезпечити живлення не менше 48 годин. Захист від перенапруг здійснюється за допомогою пристроїв захисту від імпульсних перенапруг.

Внутрішні електричні мережі відповідають пожежним вимогам та вимогам безпеки, встановленим у ДБН В.2.5-23 і ДСТУ 8855. Для захисту групових ліній живлення розеток встановлені диференційні автоматичні вимикачі, що відповідають ДСТУ HD 62640, з номінальним диференційним струмом відключення не більше 30 мА.

Штучне освітлення приміщень захисних споруд встановлене відповідно до ДБН В.2.5-28 та ДСТУ EN 12464-1. Аварійне освітлення відповідає стандартам ДБН В.2.5-28, ДСТУ EN 1838 та ДСТУ EN 50172.

Побудова системи Wi-Fi в укритті дозволяє забезпечення зв'язку, доступу до інформації, підтримки освітнього процесу та підвищення загальної безпеки.

Створення системи зрівнювання потенціалів є надзвичайно важливим для захисту від ураження електричним струмом, запобігання пошкодженню обладнання та дотримання стандартів безпеки.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення;
2. ПУЕ-2017 Правила улаштування електроустановок;
3. ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту;
4. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях та спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом;
5. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. Основи електроенергетики та електропостачання: підручник. Вид.2-ге, переробл. і допов. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2009. 436 с.;
6. ДНАОП 0.00-1.21:98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів напругою до 220 кВ. Вид. офіц. Київ: Міністерство енергетики, 1998. 55 с.;
7. Шестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Підручник. - Вінниця: Нова Книга, 2004. - 656 с.;
8. ДСН 3.3.6.042:99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 1999. 56 с.;
9. Попадченко С. А. Сучасні підходи щодо модернізації електричних мереж в електроенергетичній галузі України. Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК. Вип. 2. 2016. С. 21–24.

## Додатки

### Додаток 1 Переклад 2 розділу англійською мовою

#### Chapter 2 Internal electrical networks

In public buildings, as well as in administrative and industrial buildings, it is recommended to connect several risers of the lighting network to one power transmission line. If at the beginning of each vertical line feeding three or more group boards, there is a switchgear connected to a protection device (machine), this contributes to the efficient operation of the system. However, if the vertical line is fed by a separate line, then a switchgear does not need to be installed. [1,2]

In public buildings, administrative premises and industrial facilities, working and emergency lighting networks must be independent. This means that they start with special risers that are fed from large tire channels.

The distribution of electricity to power boards, distribution points and group electric lighting boards is usually carried out according to the main scheme. Radial circuits are used to connect powerful electric motors, groups of electric receivers of common technological purpose and consumers who need high reliability.

In public buildings, administrative premises and industrial facilities, it is allowed to power working and emergency lighting from common power supply lines or distribution points. At the same time, it is important to comply with the requirements regarding permissible voltage deviations in the electrical network.

The general use of group switchboards for working and emergency lighting is not recommended. It is also necessary to avoid installing control devices in these panels, except for auxiliary devices such as signal lamps or control switches.

Security and evacuation lighting can be powered from common panels. When arranging workplaces with computers, it is recommended to provide separate power lines for computer sockets.

Light indicators of evacuation and emergency exits must be connected to the emergency network. Evacuation lighting fixtures, which have their own power sources, can be powered by any lighting network that does not turn off.

## Electrical networks

Usually, power distribution points (RP), shields and switchboards are located on the same floors where the electrical receivers connected to them are located. It is recommended to group electrical receivers according to their functional purpose. In public catering and trade enterprises, it is allowed to connect no more than four electric receivers with a power consumption of up to 3 kW or two electric receivers with a power consumption of up to 5 kW to one place. Inadmissible power supply of electrical receivers serving refrigeration and technological equipment is also allowed. The power of each electrical receiver, which is fed from the main circuit, should not differ by more than 25%. [1,2]

According to the basic scheme, educational institutions should not have more than three laboratory boards. In public buildings, structures and administrative buildings of industrial enterprises, it is allowed to power sockets for connecting electric washers from the lighting network in public areas. The network of sockets for cleaning mechanisms should be powered from the general distribution network.

Group lighting networks can have a different configuration - single-phase, two-phase or three-phase, depending on their length and the number of connected lamps.

Normally, it is not allowed to combine neutral conductors of work lighting networks and safety lighting or evacuation lighting, except when using three-phase, four-wire bus systems. In such systems, different phases can be used to power emergency and work lighting, provided that the power networks of autonomous work lighting are connected to the bus system and security or evacuation lighting.

Each group line should be limited to no more than 20 incandescent or LED lamps per phase, including outlets [1].

For the lighting of stairwells, corridors, halls, lobbies, technical floors, basements and attics, it is allowed to connect up to 60 incandescent lamps with a power of up to 60 W each.

In the case of powering light cornices, light ceilings and other lamps with different types of lamps, it is recommended to connect up to 60 lamps per phase for lamps up to

80 W, up to 75 lamps per phase for lamps up to 40 W and up to 100 lamps per phase for lamps up to 20 W .

For group power networks of multi-lamp chandeliers, the number of lamps of any type is not limited.

It is necessary to evenly distribute the load between the phases of the lighting network of public, administrative and residential buildings, and the difference in currents between the most and least loaded phases should not exceed 30% within one panel and 15% at the beginning of power lines.

The arrangement of internal electrical networks involves the use of cables and wires with copper cores in all premises, both residential and public.

Usually, power supply networks and distribution networks, if their calculated cross-section is 16 mm<sup>2</sup> or more, are made using cables and wires with aluminum cores.

The power supply of individual electrical receivers, except for those considered to be part of the engineering equipment (such as pumps, fans, heaters, air conditioners and others), can be carried out by cables or wires with aluminum wires with a cross section of at least 2.5 mm<sup>2</sup>, except for cases, when mounted on vibrating foundations.

When installing electrical wiring, you should choose a method according to the type of cables and wires according to table 4.1, ensuring that the external influence on cables and wires meets the requirements of current regulatory documents.

It is not allowed to connect N-conductors and PE-conductors of different lines of the group network, as well as their combination on screens under a common contact clamp. The cross-section of the wires must meet the requirements of DBN B.2.5-27, chapter 1.7 of PUE [2].

It is recommended to enter the cables into the building using cable pipeline systems at a depth of 0.5 to 2 meters from the ground surface. Each power cable must be laid in separate pipes.

Pipes for cable entries are recommended to be laid directly in the room where distribution devices and switches are located. When laying through the walls, it is necessary to carefully seal the ends of the pipes and the pipes themselves to avoid moisture and gas entering the room.

In basements and technical rooms, if there is no access for outsiders (with the exception of service personnel), it is allowed to lay cables with a voltage of up to 1 kV, which supply other parts of the building. These cables should be laid openly on cable structures, in cable tray systems [1].

It is prohibited to lay transit cables through basements and technical rooms of buildings. Open laying of transit cables through storerooms, warehouses, built-in garages and parking lots is also not allowed.

The location of lighting devices and control devices in rooms with an adapted layout should provide for possible changes in the layout. Wiring in these areas should be done with future replacement in mind: hidden wiring can be placed in building structure cable ducts or insulated cable conduit systems, while exposed wiring can use cable box (plinth) systems, among other options. The location of cable box systems (plinths) must be coordinated with the architectural and construction aspects of the project.

When choosing the types of electrical wiring and installation methods, observing the electrical safety and fire safety standards set out in section 2.1 of the PUE, the following should be taken into account [2]:

a) Insulated wires and cables should be laid in the cable ducts of building structures along the most straight path.

b) It is forbidden to lay cables and wires without the possibility of their replacement in wall panels, partitions and ceilings during construction. It is also forbidden to close the wires in the places where the panels are installed.

c) For buildings constructed of non-combustible materials, group networks can be laid with cables or insulated wires in protective sheaths in grooves of walls, partitions and ceilings, under plaster or in the floor layer, if other methods are impractical. Electrical wiring under the plaster should be located horizontally, vertically or parallel to the walls at a height of no more than 150 mm from the floor slabs and 500 mm from the floor.

d) Individually laid cables and wires must meet the standards of resistance to the spread of flame according to DSTU 4809.

Electrical networks installed behind continuous suspended ceilings and inside partitions are classified as hidden wiring. Frames of suspended ceilings must be made of

non-combustible materials, with filling of non-combustible materials or materials of the flammability group G1 in accordance with DSTU B B.2.7-19.

Access must be provided for replacing wires and cables, as well as access to connection points, lamps and electrical appliances.

For utility floors, basements, unheated basements, attics, ventilation chambers, damp and especially humid rooms, it is advisable to carry out electrical wiring in the open.

It is forbidden to lay cables and wires in ventilation ducts and shafts, with the exception of cavities behind continuous and suspended ceilings, which are used as ventilation ducts.

It is allowed to cross channels and mines with single lines consisting of wires and cables hidden in metal pipes.

In cable channels made of non-combustible materials, in a single system of cable pipelines and boxes, compatible laying is allowed within the limits of certain groups, including [1]:

a) Power transmission lines and control of electrical receivers for setting up fire protection.

b) Power lines for fans, smoke extraction and air support.

c) All schemes of one block.

d) Schemes of power supply and control of several machines, panels, shields, consoles, contributing to a single technological process.

e) Lighting networks with a voltage of up to 50 V with a coama voltage of up to 380 V, provided that networks of up to 50 V are laid in a separate insulating pipe.

f) Circuits from several groups of the same type of lighting with a total number of wires no more than 12 (except for control circuits).

g) Apartment and group lines for operational lighting of stairwells, floor corridors, lobbies and other interior spaces.

The simultaneous laying of mutually reserved power lines or distribution network lines in the same pipe, channel, box, tray without dividing partitions is prohibited. These lines can follow a common route (for example, within the same shaft, stairwell, technical

underground space), but there are no standardized requirements for the distance between pipes and ducts.

For mutually redundant cable power supply lines of fire protection systems, they must be laid on different routes to prevent simultaneous damage in case of fire. These lines should be placed in separate cable structures.

It is impractical to simultaneously lay cables and wires of group lines of operational lighting networks with group lines of emergency lighting networks. However, if they are routed together on a box or tray, special measures must be taken to protect the emergency lighting cables in the event of a work lighting failure.

These lines can be laid together inside the housings and rods of multi-bulb lamps.

When using metal pipes, N-conductors must be laid next to phase conductors in the same pipe, and in cables they must have a common sheath with phase conductors.

In places where cables, wires and bus systems pass through walls, partitions, it is necessary to provide for the replacement of electrical wiring. This can be achieved by creating passages in pipes or boxes or by incorporating openings in building structures. Gaps in places of passage and between cables and pipes or boxes must be sealed with non-combustible fire-resistant materials (or easily removable means) to ensure the required level of fire resistance of building elements [1].

Installation of networks should not violate the integrity of the structure or the fire safety of building elements. Electrical wiring shall not pass through load-bearing components of the building structure unless the structural integrity of these components can be guaranteed after installation.

The fire resistance of building elements in combination with the electrical wiring system sealed with fire-resistant materials must meet the standards set forth in DSTU B B.1.1-8. During installation, the passages of electrical wiring systems through building structures must be temporarily closed with fire-resistant materials, and these seals must be immediately restored after any replacement.

When using fastening devices for electrical wiring systems that provide mechanical strength in fire conditions, the distance between the seal and the fastening device on the fire side should not exceed 750 mm.

Exposed insulated wires of outdoor wiring must be located and screened to prevent access from high-traffic areas such as balconies or porches. Open laying of unprotected insulated wires on rollers and insulators should be carried out at a height of at least 2 m [1].

The height of the open laying of protected insulated wires and cables placed in pipes, boxes or channels, as well as descents to switches, sockets, starting equipment, shields and lamps installed on the walls, is not regulated [1].

It is advisable to connect the electrical wiring from the floor preparation to the technological equipment, which is often located far from the walls of the room, using thin-walled metal pipes.

### **Electrical equipment**

All electrical equipment used in installations must comply with relevant regulations, including electrical safety standards. When choosing electrical equipment, consider the following factors [1,4]:

- Maximum operating voltage (for AC) and potential surges

- Maximum operating current (for AC) and possible fault current together with duration based on tripping time of the protective device

- Capacity, taking into account the load factor and normal operating conditions

- Installation and operating conditions, including mechanical loads and environmental factors

Electrical equipment must not adversely affect other equipment or the power network under normal conditions, including during switching. Considerations should include:

- Power factor ( $\cos\varphi$ )

- Starting current

- Phase asymmetry

- Harmonics

- Parameters of electromagnetic compatibility, including security and fire alarm systems

- Radio interference

Concealed electrical equipment should be placed in boxes or pre-formed holes in reinforced concrete panels. Boxes made of combustible materials are allowed if they are monolithic in the building structure, but the lids of the boxes must not be made of combustible materials.

Sockets, switches and similar devices can be mounted on a combustible base only if there is a continuous layer of non-combustible material with a thickness of at least 3 mm, protruding at least 10 mm beyond the dimensions of the device.

Sockets of portable electrical appliances with grounded parts must have a protective contact for connecting the PE conductor. Sockets in residential premises, dormitories, children's institutions must have an automatic protective device that closes the sockets when the plug is pulled out.

Sockets should be located conveniently, taking into account the location of the furniture. In residential premises, at least one outlet with a current of up to 10 A is required for every 6 m<sup>2</sup>, and in corridors - for every 10 m<sup>2</sup>. The number of kitchen outlets depends on the layout, but there should be at least five.

A 40 A socket with a protective contact is required for single-phase electric stoves powered by a separate line from the apartment panel, with a calculated load value of 7 kW. Sockets are not allowed in apartment pantries, bathrooms, showers, soap rooms, saunas and laundries, with the exception of apartment bathrooms, hotel rooms and laundry rooms.

In bathrooms and showers, it is allowed to use only equipment intended for certain zones (according to Appendix E) with the following degrees of protection (GOST 14254):

Zone 0: IPX7

Zone 1: IPX5

Zone 2: IPX4 (IPX5 in public bathrooms)

Zone 3: IPX1 (IPX5 in public bathrooms)

In zone 0, only devices with a nominal voltage not higher than 12 V are allowed. Zone 1 can only have water heaters. Zone 2 may have Class II water heaters and lamps. In zones 1 and 2, it is allowed to install cord switches according to GOST 7396.0. Zone

3 may have switches and sockets that must be connected through distribution transformers or protected by RCDs in accordance with standards.

Heating elements in the floors for space heating can be installed in all zones if they are covered with a metal mesh or sheath and connected to the potential equalization system.

In saunas, the equipment must have a degree of protection of at least IP24. In schools and laboratories, sockets of student desks and laboratory panels should be controlled by a switch on the teacher's desk, connected through a distribution transformer or RCD.

Sockets for cleaning equipment should be located for ease of use within a 15 m power cord length. In rooms with insufficient general lighting, portable lamp cartridges are required for equipment repairs. In workshops, battery charging rooms, mechanical dryers, ironing rooms, refrigerating stations, switchboards, heating stations, boiler rooms, pump rooms, elevator machine rooms, technical floors, ventilation chambers, air conditioning rooms, portable lighting should be used 40 (36) V, and 12 V in washrooms and other rooms with wet processes [1].

Sockets in warehouses with combustible materials must comply with the protection standards of NPAOP 40.1-1.32 section 5. Sockets must be installed:

In production premises at 0.8-1 m from the floor (up to 1.5 m when wiring from above)

In administrative, laboratory, residential and other premises convenient for connecting devices, but not higher than 1 m from the floor. It is allowed to install sockets in plinths or cable channels made of non-combustible materials

In schools and preschool institutions at a height of 1.8 m from the floor in children's rooms

Sockets should not be in emergency lighting networks. General lighting switches should be on the wall near the door handle, at a distance of 0.8-1.7 m from the floor, and in children's institutions - at 1.8 m. Ceiling switches operated by cords are allowed according to GOST 7397.0.

In the case of hidden installation in the walls between different apartments, the placement of junction and branch boxes on the same axis should be avoided, unless hard-to-pass partitions are used. Switches in rooms with unfavorable environmental conditions should be located in adjacent rooms with better conditions. Switches of showers, changing rooms, hot kitchens, dining rooms should be outside these rooms. Switches are prohibited in soap rooms and laundries.

Attic lighting switches of buildings with combustible structural elements should be outside the attics. There should be a light above each entrance, an electric bell in the hall, and a button at the entrance to the apartment. Building numbers and indicators of fire hydrants must be illuminated, fed, respectively, from the internal or external lighting network.

### **Protection of internal electrical networks and selection of cross-sections of wires**

Internal electrical networks up to 1 kV must be protected according to PUE section 3.1. Electric networks from PS to VP, VRP, GRS require protection only against short-circuits, as well as VP, VRP, GRS, RP in short-circuit mode (PUE section 1.4). Protective devices must be tested for the power supply in short-circuit mode, while circuit breakers must meet the requirements of the ultimate switching capacity [1,2,4].

The calculation of the short-circuit current should be carried out according to GOST 28249 at an unchanged rated voltage of the transformer, taking into account all resistances, including arc resistance according to DSTU IES 60909-0. The shock coefficient for determining the shock current can be 1.1 on TP 0.4 kV busbars and 1 on others.

Civil lighting networks, socket networks and power networks subject to potential overloading of conductors should have overload protection alongside short-circuit protection using circuit breakers with inversely dependent current characteristics, as fuses have lower overload protection.

The use of automatic switches with only instantaneous disconnection (disconnection) in networks requiring overload protection is prohibited.

Protection devices must be installed in all phase conductors at the inputs and at the beginning of each line, including those fed from the busbar.

It is forbidden to install protective devices in PE and PEN conductors, as well as fuses, single-pole automatic and non-automatic circuit breakers in N conductors. Different sections of the same network can be protected by fuses and circuit breakers.

Protection and control devices must be located at the points of connection of the lines feeding the lighting networks with the power transmission lines of power stations or power substations.

For single-phase consumers branching off from a multi-phase PL, where the PEN conductor is distributed between groups of single-phase consumers on different phases, protective disconnection is recommended if the voltage exceeds the permissible level due to load asymmetry after the PEN conductor breaks. . This trip should occur at the entrance to the building, using an overvoltage relay to actuate an independent trip on the input circuit breaker, tripping both the L and N conductors.

When selecting devices for the input, preference should be given to those capable of working for a long time even when the voltage of the permissible limits is exceeded due to asymmetry after the break of the PEN or N conductor. These devices may have switching and operating characteristics that differ from the normative ones.

The cross-section of conductors should be chosen based on the conditions of long-term heating of the estimated current in normal and post-emergency conditions, voltage drop at the most distant consumer, compliance with the settings of protection devices, electromechanical loads from short-circuit currents, mechanical loads on conductors and economic considerations.

In residential premises, copper wires must have a cross section not less than the values given in table 7 [1].

Table 7. Minimum cross-section of cables with copper cores

Name of the line	Minimum cross-section of cables and wires from copper, mm <sup>2</sup>
Lines of group networks	1.5
Lines from floor to apartment panels and to the billing meter	2.5
Distribution network lines (risers) for supplying apartments and dormitory rooms	4.0

Single-phase three-wire lines, as well as three-phase four- and five-wire lines that feed single-phase loads, must have N conductors of the same cross-section as the phase conductors. In multi-phase circuits, where the phase conductors exceed 16 mm<sup>2</sup> for copper and 25 mm<sup>2</sup> for aluminum, the N conductor may have a smaller cross-section, but not less than 50% of the cross-section of the phase conductors and not less than 16 mm<sup>2</sup> for copper and 25 mm<sup>2</sup> for aluminum provided that [1,2,4]:

- a) The load is evenly distributed between the phases during normal operation.
- b) The expected maximum current, including harmonics, does not exceed the permissible load for the reduced cross-section of the N-conductor.
- c) The short-circuit current in the N-conductor is controlled by the command to disconnect the phase conductors, ensuring the simultaneous disconnection of the N-conductor. Monitoring is not required if the N-conductor is disconnected from the phase conductors by a conventional circuit breaker and the maximum expected current is significantly less than the permissible load.

For multi-phase circuits with fluorescent lamps or HLVD lamps and simultaneous disconnection of all phase conductors by switches, the cross-section of the N-conductor should be:

- a) is equal to the phase current for sections with compensated starting devices, regardless of the section.
- b) Equal to the phase current for sections with uncompensated starting control devices, if the phase conductors have a cross section of up to 16 mm<sup>2</sup> for copper or 25 mm<sup>2</sup> for aluminum and at least 50% of the cross section of the phase conductors for larger

sections. In this case, the N-conductor must be at least 16 mm<sup>2</sup> for copper and 25 mm<sup>2</sup> for aluminum.

### **Conclusion according to section 2**

The design and installation of electrical networks in public, administrative and industrial buildings and civil defense facilities requires compliance with a set of technical norms and standards aimed at ensuring the reliability, safety and efficiency of power supply. The use of separate lines for powering different systems (working, emergency lighting, refrigeration equipment, etc.) is mandatory to avoid interference and ensure stable operation of each system. The main power distribution scheme is radial, which allows you to efficiently connect powerful electric motors and electric receivers with high reliability requirements.

The simultaneous use of group distribution boards for work and emergency lighting should be avoided and separate power lines should be installed for critical systems such as computer sockets. Lamps with their own power sources are used to ensure uninterrupted power supply of lighting in evacuation zones.

The correct location and grouping of electrical receivers, limiting the number of lamps per phase and compliance with the requirements for permissible voltage deviations ensure optimal operation of the power supply system. The use of cables with copper or aluminum cores depends on the operating conditions and safety requirements. Special attention is paid to protection against moisture and gas when introducing cables into the building, as well as compliance with fire resistance requirements when laying cable lines through building structures.

In general, the arrangement of internal electrical networks should ensure compliance with modern standards of electrical safety, fire safety and functionality, taking into account possible changes in the layout and operating conditions of the premises.







Поз.	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код одляднання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	<b>ОСВІТЛЮВАЛЬНА АРМАТУРА</b>								
	Світельник світлодіодний потужністю 36 Вт, IP20	ДВ020У-36-011 Юлітер		Корпорація "Ватра"	шт	16			
	Світельник світлодіодний потужністю 15 Вт, накладний, IP65	ДПП05В-15-221 УК/М-1		Корпорація "Ватра"	шт	31			
	Світельник світлодіодний потужністю 8 Вт, накладний, IP65	ДПП05В-8-221 УК/М-1		Корпорація "Ватра"	шт	6			
	Світловий показник "Вихід" постійної дії, з акумуляторним блоком аварійного живлення, світлодіодний, потужністю 3 Вт, IP65	ДБ002ВСП-3-а-104		Корпорація "Ватра"	шт	12			
	Світловий показник "Вхід до укриття" постійної дії, з акумуляторним блоком аварійного живлення, світлодіодний, потужністю 3 Вт, IP65	ДБ002ВСП-3-а-105		Корпорація "Ватра"	шт	2			
	Літвар світлодіодний переносний, з Li-Ion акумулятором, 380/200 Лм, час роботи 4 год, зарядний USB 6 год	УТ-085К.7		Уаію, Польща	шт	4			
	<b>УСТАНОВОЧНІ ВИРОБИ</b>								
	Вимикач для відкритої установки, однополюсний, 250В, 10А, IP44	Катге		VIKO	шт	40			
	<b>ЕЛЕКТРОМОНТАЖНІ ВИРОБИ ТА МАТЕРІАЛИ</b>								
	Коробка установочна для вимикачів та розеток	КР 67/3_КА		«Корос» м.Київ	шт	40			
	Коробка з втулками 1601 та термінальним блоком S-66	8102_КА		«Корос» м.Київ	шт	60			
	Коробка розгнестійка	FLAMEBOX 100		Торгова мережа	шт	20		для розгнестійких мереж	
	<b>ІНТЕРНЕТ МЕРЕЖА</b>								
	Комп'ютер на 16 портів з адаптером живлення	РС1 RS1016Р		Торгова мережа	шт.	1			
	Шафа серверна настінна	MR.SOH07U4.0DE.01		Торгова мережа	шт.	1			
	Низькоємнісний кабель (вита пара), категорія 5е	УТР CAT 5Е 4х2х0.51		Торгова мережа	м	100			
	Wi-Fi маршрутизатор	D-Link AC1200		Торгова мережа	шт.	4			
	Антивадильний ящик	БК-200-В-ПН		Торгова мережа	шт.	4		для установки маршрутизатора	
	Труба гнучка гофрована із самозатягуючого ПВХ-пластикату, із сталеною пропайкою, легка, фібром		91916	"ДКС Україна"	м	100			
	Троимач-кліпса для гофротруби фібром			Торгова мережа	шт	400			
Інв. N опис								Арк.	4
Зам.інв. N								Зм.	
Підпис і дата								Кільк.	
								Арк.	
								№дож	
								Підпис	
								Дата	