

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Система освітлення та електропостачання закриття закладу загальної середньої освіти

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи ЕТ-41 спеціальності 141

Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (шифр і назва спеціальності)

		Верней І.Т..
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник		Белякова І.В.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль		Коваль В.П.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри		Коваль В.П.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент		Шовкун О.П.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Коваль В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«27» січня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Вернею Ігорю Тарасовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Система освітлення та електропостачання укриття закладу загальної середньої освіти

Керівник роботи Белякова Ірина Володимирівна, к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» січня 2025 року № 4/7-52

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Плани приміщень об'єктів проектування, Нормативна документація у сфері освітлення та електропостачання укриттів цивільного захисту, Характеристики світлових приладів

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

ВСТУП

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

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

Титульний аркуш презентації – 1 арк.. Мета та завдання роботи – 1 арк. Нормовані значення світлотехнічних параметрів систем робочого освітлення – 1 арк. Технічні характеристики світлових приладів – 2 арк.. Світлотехнічний розрахунок систем робочого та аварійного освітлення (результати) – 3 арк. Плани мереж освітлення – 1 арк. План мережі розеток – 1 арк. Результати розрахунку електричної мережі – 1 арк. Схема АВР – 1 арк. Загальні висновки до кваліфікаційної роботи – 1 арк.

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання 27 січня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Верней Игор Тарасович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Белякова Ірина Володимирівна

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТ – 41. - Т.: ТНТУ, 2025.

Стор. 54; рис. 13; табл. 10; креслень (сторінок презентації) – 14; використаних джерел – 19, сторінок додатків – 0.

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на підставі завдання на тему: «Система освітлення та електропостачання укриття закладу загальної середньої освіти».

Метою роботи є розроблення технічних рішень щодо проектування системи освітлення приміщень підвального поверху будівлі середньої загальноосвітньої школи, відведених під укриття.

На підставі результатів, отриманих шляхом світлотехнічного розрахунку запропоновано систему робочого та аварійного освітлення приміщень підвального поверху будівлі, відведених під укриття. Виконано розрахунок електричної мережі приміщень по струму навантаження та по втраті напруги

Ключові слова:

СВІТЛОВИЙ ПРИЛАД, СЕРЕДНЯ ОСВІТЛЕНІСТЬ, ПОКАЗНИК ДИСКОМФОРТУ, СВІТЛОВИЙ ПОТІК, ВТРАТА НАПРУГИ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Види та класифікація споруд цивільного захисту	8
1.2 Вимоги до електропостачання та освітлення споруд цивільного захисту	10
1.3 Основні відомості про об'єкт проектування	12
1.3 Висновки до розділу	14
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	15
2.1 Вибір виду, системи освітлення та нормованих світлотехнічних параметрів	15
2.2 Вибір світлових приладів для систем робочого та аварійного освітлення	17
2.3 Визначення коефіцієнта запасу та коефіцієнта експлуатації	19
2.4 Електрична мережа систем освітлення приміщень укриття	21
2.5 Розрахунок електричної мережі по струму навантаження, вибір перерізу проводів та апаратів захисту	23
2.6 Схема увімкнення живлення електроспоживачів від додаткового джерела живлення	26
2.7 Висновки до розділу	30
3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	32
3.1 Світлотехнічний розрахунок систем освітлення приміщень укриття	32
3.1.1 Світлотехнічний розрахунок системи робочого освітлення приміщень укриття	32
3.1.2 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення шляхів евакуації приміщень укриття	37
3.2 Розрахунок електричної мережі по втраті напруги	41
3.3 Висновки до розділу	44

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	45
4.1 Економічне та соціальне значення заходів з техніки безпеки та охорони праці	45
4.2 Аналіз причин виникнення надзвичайних ситуацій	46
4.3 Чинники небезпеки при експлуатації освітлювальних систем	48
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	51
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	53

ВСТУП

В сучасних умовах безпекова ситуація в Україні залишається складною через триваючу збройну агресію з боку Російської Федерації. Наслідком цього є те, що значна частина території України перебуває під постійною загрозою ракетних обстрілів, артилерійських атак, авіаударів та інших форм воєнної небезпеки. В зв'язку з цим, питання безпечного укриття цивільного населення стало пріоритетним напрямком діяльності, підприємств, установ, організацій та освітніх закладів. Важливим є не лише наявність фізичних споруд, які можуть виконувати роль укриттів, а й забезпечення в них належних умов перебування. Одним із ключових чинників таких умов є наявність освітлення та стабільного електропостачання.

Звідси, актуальність тематики може бути обґрунтованою, виходячи із трьох факторів:

1) освітлення в укриттях має вирішальне значення для забезпечення фізичної і психологічної безпеки людей. Під час повітряної тривоги чи надзвичайної ситуації до укриття можуть переміщуватись сотні осіб одночасно — діти, люди похилого віку, особи з інвалідністю. В умовах недостатньої видимості виникає ризик травмування, паніки та дезорганізації. У критичний момент втрата орієнтації в темному приміщенні може призвести до людських жертв. Наявність стаціонарного або аварійного освітлення дозволяє підтримувати елементарні умови перебування, знижує рівень тривожності та сприяє збереженню порядку;

2) системи електропостачання необхідні для функціонування низки критично важливих пристроїв. Укриття часто обладнуються вентиляційними установками, системами зв'язку, аварійним опаленням, санітарно-технічними приладами та зарядними станціями. Без електроенергії ці елементи не працюватимуть, що унеможливило б тривале перебування людей у сховищах. Крім того, електропостачання дозволяє організувати ефективну систему інформування населення через гучномовці або цифрові засоби.

З) зважаючи на **часті перебої в електропостачанні**, зумовлені обстрілами об'єктів енергетичної інфраструктури, необхідно передбачити альтернативні джерела енергії. Проєкти мають включати використання генераторів, акумуляторних станцій (power banks), систем зберігання енергії, а також джерел відновлюваної енергії (наприклад, сонячних панелей). Такий підхід дозволяє забезпечити автономність укриттів на тривалий час, що є критично важливим у разі блокування виходу або довготривалих атак.

Отже, розробка якісних і комплексних проєктів систем освітлення та електропостачання укриттів є надзвичайно актуальним завданням сьогодення. Це не лише вимога часу, продиктована війною, а й основа для побудови безпечного середовища для життя і діяльності громадян. Відповідний технічний підхід до цього питання дозволить зберегти життя, підтримати моральний дух населення та забезпечити функціонування держави навіть у найважчі часи.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Види та класифікація споруд цивільного захисту

Згідно пункту 14 частини першої статті 2 Цивільного кодексу України [1] під захисними спорудами цивільного захисту розуміються інженерні споруди, призначення яких полягає у забезпеченні захисту населення від впливу небезпечних чинників, які виникають з виникненням надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів. Згідно із п. 5.1 ДБН В.2.2-5:2023 [2] проектування та будівництво споруд цивільного захисту та споруд подвійного призначення здійснюється задля створення протягом певного часу (до 48 годин) належних умов для перебування людей, що підлягають укриттю. Крім цього захисні споруди повинні забезпечувати відповідний ступінь захисту людей, які перебувають у них, від прогнозованих впливів небезпечних факторів, як складової частини небезпечних явищ надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій (актів тероризму).

В залежності від умов, створених у спорудах захисту та захисних властивостей захисні споруди поділяються на:

- сховища – герметичні споруди, в яких створюються умови для перебування та захисту людей протягом певного часу (не менше 48 годин) способом виключення або зниження прогнозованого впливу факторів небезпеки, які можуть виникати внаслідок надзвичайних ситуацій, застосування звичайних засобів ураження під час воєнних (бойових) дій та зброї масового ураження;

- протирадіаційні укриття – негерметичні споруди зі створеними в них умовами перебування та захисту людей протягом певного (не менше 48 годин) часу шляхом зниження прогнозованого впливу чинників небезпеки, виникнення яких може відбутись внаслідок надзвичайної ситуації, та у разі радіаційної аварії іонізуючого опромінення і забруднення місцевості радіоактивними речовинами та непрямой дії при застосуванні звичайних засобів ураження під

час дій воєнного (бойового) характеру.

Від певних небезпечних факторів при виникненні надзвичайних ситуацій у мирний час чи в особливий період під час дії засобів ураження для захисту людей також застосовуються [1, 3]:

- споруди подвійного призначення – будівлі, споруди або їх окремі частини, які використовують за основним функціональним призначенням, забезпечуючи при цьому суспільні або господарські потреби, мають відповідні захисні властивості та у разі виникнення небезпеки для життя та здоров'я забезпечуються у них умови для тимчасового перебування людей під час надзвичайних ситуацій, дій воєнного характеру та актів тероризму.

- первинні (мобільні) укриття – це технічні вироби чи споруди, у тому числі блок-модульного типу, призначення яких полягає у захисті населення протягом короткого часу (до 4 годин) шляхом зниження непрямой дії звичайних засобів ураження під час дій бойового (воєнного) характеру.

- найпростіші укриття – це приміщення у цокольних або підвальних поверхах будівель або інші підземні споруди, в яких у разі виникнення небезпеки життю та здоров'ю людей створюються умови для їх тимчасового (протягом не менше 48 годин) перебування з метою зниження непрямой дії звичайних засобів ураження під час бойових (воєнних) дій.

Ознаки, за якими класифікуються сховища:

- за захисними властивостями (поділяються на 5 класів в залежності від чисельного значення надмірного тиску у фронті ударної хвилі і кратності рівня зниження (послаблення) іонізуючого опромінення);

- за місткістю: малої (до 150 чол.), середньої (від 150 до 600 чол.) та великої місткості (від 600 до 5000 чол.);

- за місцем розташування: розташовані окремо, вбудовані (підвали та нижні поверхи будівель), обладнані в виробленнях шахт, гір і т.п.;

- за рівнем забезпечення фільтровентиляційного обладнання: укриття з обладнанням промислового виготовлення (кількість режимів вентиляції – 2 або 3), укриття із спрощеним ФВО (режими вентиляції 1, 2 і 3);

- за часом зведення: зведені заздалегідь, швидкоспоруджувані;
- по використанню в мирний час: використовуються в економічних інтересах і обслуговування населення; невживані в мирний час;
- за забезпеченням електроенергією: живляться від електромережі населеного пункту або підприємства; живляться від електромережі населеного пункту та (або) захищеного джерела;
- за матеріалом конструкцій: з лісоматеріалів, комплексні, з кам'яними (блоковими) стінами, тканинні і тканекаркасні, - металеві і залізобетонні.

1.2 Вимоги до електропостачання та освітлення споруд цивільного захисту

Згідно п. 11.5 [2] електропостачання та встановлення електрообладнання у спорудах цивільного захисту необхідно проектувати, виходячи із вимог, наведених в Правилах улаштування електроустановок, ДБН В.2.5-23, ДБН В.2.5-28 й ДСТУ Б В.2.5-82.

Живлення електроприймачів, розміщених у захисних спорудах необхідно здійснювати від електричної трифазної мережі з номінальним чисельним значенням напруги 230/400 В за ДСТУ ІЕС 60038 із системами заземлення TN–S або TN–C–S (рис. 1.1 [3]).

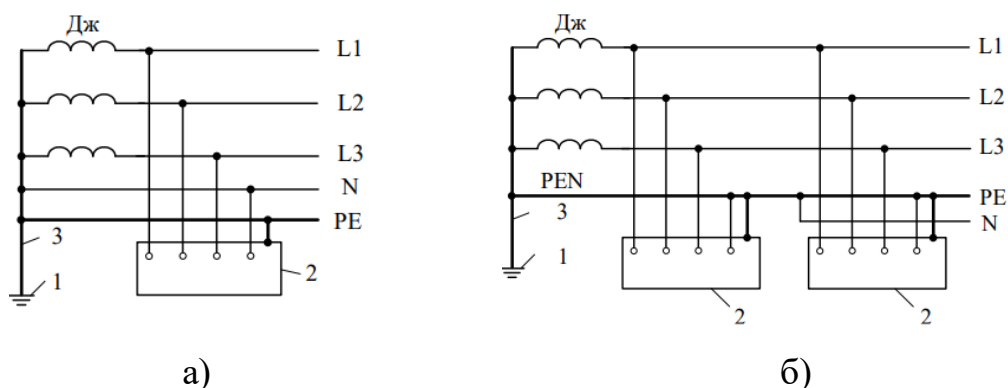


Рисунок 1.1 – Схеми систем заземлення TN–S (а) та TN–C–S (б):

1 – пристрій-заземлювач джерела живлення; 2 – відкриті частини електроустановки, здатні проводити електричний струм; 3 – захисний

провідник заземлення

Електричні приймачі, що розміщені в захисних спорудах відносяться до категорій за ступенем надійності електропостачання:

- особлива група I категорії – електроустаткування у медичних приміщеннях (операційні, пологові та ін.), у сховищах лікувальних закладів та спорудах подвійного призначення, приміщень медичного пункту, аварійне освітлення, системи оповіщення та зв'язку –;

- I категорія – системи вентиляції (з електричними вентиляторами, водопостачання, каналізації, протипожежного захисту, загального освітлення.

Для особливої групи електричних приймачів I категорії необхідно передбачати можливість електропостачання від незалежного додаткового джерела живлення. Таке джерело має забезпечувати живлення протягом не менше, ніж 48 годин поспіль. В якості джерел, від яких здійснюється додаткове живлення для електроприймачів особливої групи I категорії можуть бути установки дизельгенераторів (дизельні електростанції) акумуляторні блоки безперебійного живлення, батареї акумуляторів.

На ввідно-розподільчому щитах захисних споруд необхідно передбачати захист від перенапруг, який потрібно виконувати на основі використання спеціальних захисних пристроїв від імпульсних перенапруг. Такий захист потрібно влаштовувати відповідно до виконання вимог, наведених в ДСТУ EN 61643-11, ДСТУ EN 62305-4 та ДСТУ CLC/TS 61643-12.

Групові лінії живлення штепсельних розеток повинні мати захист на основі використання пристроїв захисного відімкнення. Номінальний диференціальний струм відключення пристроїв не повинен перевищувати 30 мА.

Проектування та монтаж штучного освітлення приміщень у спорудах цивільного захисту необхідно здійснювати, дотримуючись виконання вимог, наведених у ДБН В.2.5-28 [4] та ДСТУ EN 12464-1 [5].

Для приміщень, обладнаних під загальні місця перебування людей система освітлення повинна відповідати світлотехнічним вимогам, наведеним у

[5], як для зон або залів очікування.

У випадку переривання електропостачання від загальної електричної мережі населеного пункту і перемикання на живлення системи освітлення від незалежного джерела живлення допускається зниження нормованих значень світлотехнічних параметрів систем штучного робочого освітлення у 2-2,5 рази, окрім приміщень особливої групи I категорії.

Аварійне освітлення захисних споруд цивільного захисту потрібно виконувати у відповідності до вимог, наведених у [5], а також ДСТУ EN 50172 й ДСТУ EN 1838.

1.3 Основні відомості про об'єкт проектування

В якості об'єкта проектування виберемо найпростіші укриття, розміщені у підвальному поверсі будівлі школи (закладу загальної середньої освіти). Сумарна площа приміщень підвального поверху становить 818,23 м². Висота приміщень, тобто відстань від підлоги до нижнього рівні перекриття – 2,5 м. Сумарна площа приміщень, відведених під укриття становить 362,30 м², що становить 44,28 % від усієї площі приміщень підвального поверху. Сума площ допоміжних приміщень (приміщення 7.2 – 7.6, 8.2 – 8.8) становить 227,99 (27,86 % від сумарної площі). Сумарна площа приміщень (1 – 3, 10, 15 та 16) загального користування становить 78,18 м². Діаграму площ цих та інших приміщень приведено на рис. 1.2. Експлікацію приміщень приведено в табл. 1.1.

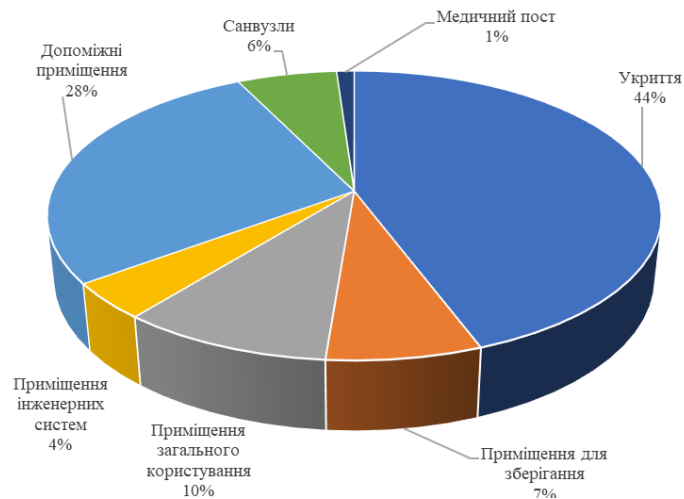


Рисунок 1.2 – Діаграма площ приміщень об'єкта проектування

Таблиця 1.1 – Експлікація приміщень об'єкта проектування

№ на плані	Призначення приміщення	Площа, м ²
1	Сходова клітина	7,95
2		7,96
3	Коридор	12,08
4.1	Приміщення укриття	67,24
4.2		30,80
4.3		28,19
5	Приміщення вентиляторів	26,71
6.1	Приміщення укриття	125,03
6.2	Приміщення укриття (коридор)	57,96
6.3	Приміщення укриття	53,08
7.1	Приміщення зберігання технічної води	28,31
7.2	Допоміжні приміщення	14,07
7.3		14,28
7.4		14,22
7.5		13,86
7.6		15,77
8.1	Приміщення для зберігання питної води та сухпайків	28,84
8.2	Допоміжні приміщення	14,46
8.3		33,00
8.4		14,22
8.5		33,00
8.6		14,28
8.7		32,73
8.8		14,10

9	Електрощитова	6,42
10	Технічний коридор	11,72
11	Медичний пост	8,94
12	Санвузол МГН	16,00
13	Санвузол	18,00
14	Санвузол	16,54
15	Технічний коридор	26,33
16		4,41
17		3,88
18		3,85
Сумарна площа		818,23

1.4 Висновки до розділу

1. Визначено види та призначення споруд цивільного захисту

2. Встановлено основні вимоги до систем освітлення та електропостачання будівель та споруд, призначені для цивільного захисту населення.

3. Наведено основні відомості про об'єкт проектування. Встановлено, що сумарна площа усіх приміщень підвального поверху становить 818,23 м², з яких 44 % відведено під укриття.

4. Метою даної роботи є розроблення технічних рішень щодо проектування системи освітлення приміщень підвального поверху будівлі середньої загальноосвітньої школи, відведених під укриття. Для досягнення цієї мети є необхідним виконання наступного: вибір виду та системи освітлення, нормованих світлотехнічних параметрів, світлових приладів; світлотехнічний розрахунок систем робочого та аварійного освітлення; проектування та розрахунок електричної мережі будівлі підвального поверху.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір виду, системи освітлення та нормованих світлотехнічних параметрів

Відповідно до [4] системи освітлення в приміщеннях поділяються на системи робочого (працюють при звичайних режимах роботи системи електропостачання) та аварійного (працюють при перериванні електропостачання від основних джерел живлення) освітлення.

Для робочого освітлення усіх приміщень передбачимо систему загального рівномірного освітлення, тобто систему, в якій монтаж світлових приладів здійснюється на стелю або в безпосередній близькості до неї [6]. Причому відстані між світловими приладами між рядами їх розташування є постійними.

Для аварійного освітлення також передбачимо систему загального рівномірного освітлення. Видами аварійного освітлення є: евакуаційне (застосовується для забезпечення гарантії щодо ефективного виявлення та використання шляхів евакуації) та резервне (забезпечує можливість продовження звичайної діяльності). Для нашого об'єкта проектування виберемо евакуаційне освітлення, котре в свою чергу поділяється на освітлення шляхів евакуації (забезпечує необхідні умови для безпечної евакуації людей із будівлі), антипанічне (забезпечує прийнятні візуальні умови для запобігання паніки та безпечного руху в напрямку евакуаційних шляхів) та освітлення зон підвищеної небезпеки (створення умов щодо належного припинення робіт).

Оскільки заздалегідь невідома кількість людей, які можуть одночасно перебувати в приміщеннях укриття, то для цих приміщень, а також приміщень загального користування 1, 2 та 3 передбачимо систему евакуаційного освітлення.

Як було зазначено в аналітичному розділі, проектування систем робочого освітлення для приміщень споруд цивільного захисту необхідно

виконувати відповідно до вимог, наведених в [4] та [5]. Основним регламентованим світлотехнічним параметром, згідно цих вимог, є середня освітленість на робочій або умовно робочій поверхні. Крім цього, ще для деяких приміщень (укриття, приміщення інженерних систем, медичний пост) регламентованими параметрами є коефіцієнт нерівномірності освітлення U_0 (відношення мінімальної освітленості до середньої), індекс блискавості UGR та об'єднаний показник дискомфорту M .

На основі вимог, наведених в [2], для приміщень, відведених під укриття, чисельні значення нормованих світлотехнічних параметрів виберемо, як для залів або зон очікування, виходячи із [5], а для решти приміщень, - врахуємо вимоги, наведені в [4]. Чисельні значення нормованих світлотехнічних параметрів системи робочого освітлення приміщень підвального поверху приведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Нормовані значення світлотехнічних параметрів приміщень підвального поверху, відведеного під найпростіше укриття цивільного захисту

Призначення приміщень	Позначення на плані	$E_{\text{сеп, ЛК}}$	$h_{\text{рп, м}}$	U_0	UGR	M
Приміщення укриттів	4.1 – 4.3, 6.1 – 6.3	200	0,0	0,4	22	
Приміщення для зберігання, допоміжні приміщення	7.1 – 7.6, 8.1, 8.2, 8.4, 8.6, 8.8	100	0,8			
Допоміжні приміщення	8.3, 8.5, 8.7	50	0,8			
Приміщення інженерних систем (приміщення вентиляторів)	5	150	0,8			60
Приміщення інженерних систем (електрощитова)	9			0,6		
Приміщення загального користування (сходові клітини, коридор)	1 – 3	100	0,0	0,4		
Приміщення загального користування (технічні коридори)	10, 15 – 18	50	0,0			
Санвузли	12 – 14	75	0,0			
Медичний пост	11	500	0,8	0,6		40

Відповідно до вимог, наведених в [2] чисельні значення нормованих світлотехнічних параметрів для систем аварійного освітлення шляхів евакуації у приміщеннях 1 – 3, 4.1 – 4.3, 5, 6.1 – 6.3 та 9 вибираємо, виходячи із табл. 8.52 [2]:

- мінімальна освітленість – 1 лк;
- коефіцієнт нерівномірності освітлення (відношення максимальної освітленості до мінімальної) – не більше, ніж 40:1.

2.2 Вибір світлових приладів для систем робочого та аварійного освітлення

Виходячи з переваг, наведених в [6], а саме висока світлова віддача (172 лм/Вт [7]), тривалий термін служби та стабільність світлового потоку (100 тис. год з падінням світлового потоку не більше, ніж на 30 % [8]), високий індекс кольопередачі (85 і вище), відсутність ртутних компонентів у своєму складі, допустимі міцність, габаритні розміри та маса, зупинимо свій вибір на напівпровідникові джерела світла (світлодіоди) та світлові прилади на їх основі.

Для робочого освітлення приміщень укріплених виберемо світильник типу ДПП07В [9]. Також ці світильники застосуємо і для освітлення приміщень для зберігання та приміщень інженерних систем та коридору 3.

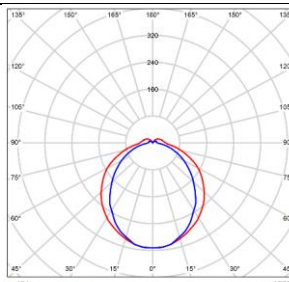
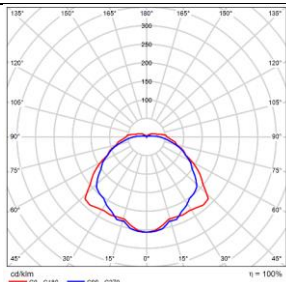
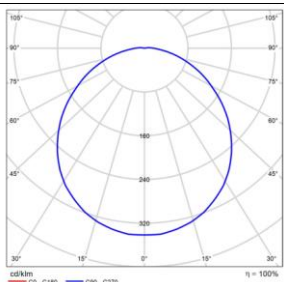
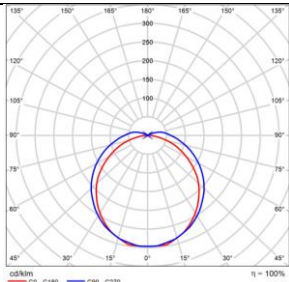
Для систем робочого освітлення коридорів 1 та 2 та медичного поста (11) використаємо світильники типу ДББ01В Селена-LED-A [10].

Освітлення приміщень санвузлів передбачимо світильниками типу ДББ26У-Селена-LED [11]. Крім цього ці світильники застосуємо ще й для освітлення виходів із підвального поверху.

Для систем робочого освітлення решти приміщень використаємо світильники типу ДПП01В [12].

Технічні характеристики вищеперелічених світлових приладів приведено в табл. 2.2

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики світлових приладів в системі робочого освітлення приміщень укриття

Тип світлового приладу	 ДПП07В	 ДББ01В Селена-LED-A	 ДББ26У-Селена-LED	 ДПП01В
Напруга живлення, В	220 AC	220 AC	12 AC, DC; 24 AC, DC; 36 AC, DC, 220 AC	220 AC
Потужність, Вт	20 50	20	12 ... 20	7 ... 13
cosφ	0,95	0,95	0,95	0,95
Світловий потік, лм	2450 ... 6050	2400	1680 ... 2800	840 ... 1560
Світлова віддача, лм/Вт	121 .. 122,5	120		
Крива сили світла	Д 			
Корельована колірна температура, К	4000			
Клас електрозахисту	I			II
Ступінь пиловологозахисту	IP65	IP40	IP65	IP55
Маса, кг	0,9 ... 1,5	1,3	0,95	0,65
Температура експлуатації, °С	-30 ... +40	-40 ... +40	-20 ... +40	-30 ... +40
Приміщення, в яких встановлено	4.1 – 4.3, 5, 6.1 – 6.3, 7.1, 8.1, 9	1, 2, 11	12 – 14	15 – 18

Для освітлення шляхів евакуації використаємо світильник ДПП06У [13], зображення якого приведено на рис. 2.1, а його технічні характеристики – у табл. 2.3.

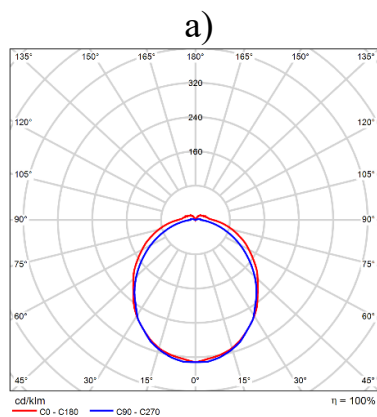


Рисунок 2.1 – Зображення світильника типу ДПП06У

(а) та його крива сили світла (б)

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики світильника ДПП006У

Напруга живлення, В	220 АС
Потужність, Вт	6
cosφ	0,95
Світловий потік, лм	480
Світлова віддача, лм/Вт	80
Тип кривої сили світла	Д
Корельована колірна температура, К	4000
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP65
Маса, кг	1,8
Температура навколишнього середовища, 120 °С	+5 ... +40
Тривалість роботи в аварійному режимі, год	3

Для підсвічування інформаційних надписів в системі аварійного освітлення використаємо світлові покажчики типу ДБО02ВСП (рис. 2.2) [14], технічні характеристики яких наведено в табл. 2.4.

2.3 Визначення коефіцієнта запасу та коефіцієнта експлуатації

Протягом терміну роботи систем освітлення має місце зниження світлового потоку, який надходить на робочі площини, а отже і знижується рівень освітленості. Причини цього полягають у:

- зниженні світлового потоку джерел світла внаслідок їх фізичного старіння;

- зниженні світлового потоку, що надходить на робочі поверхні внаслідок виходу з ладу частини світильників;
- зниженні світлового потоку світлових приладів внаслідок їх забруднення;
- зниженні відбитої складової світлового потоку, який надходить на робочі поверхні, внаслідок забруднення поверхонь, які оточують робочий простір приміщення.



Рисунок 2.2 – Зображення світлового показника ДБО02ВСП

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики світлового показника ДБО02ВСП

Напруга живлення, В	220 АС
Потужність, Вт	3, 6
cosφ	0,95
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP65
Маса, кг	1,8
Температура навколишнього середовища, 120 °С	+5 ... +40
Тривалість роботи в аварійному режимі, год	10

З метою врахування зниження освітленості наприкінці терміну служби світильників або перед черговим їх чищенням в світлотехнічний розрахунок, залежно від методу, вводиться коефіцієнт запасу K_3 або коефіцієнт експлуатації (обслуговування) MF (Maintenance Factor), які пов'язані між собою співвідношенням [4]:

$$MF = \frac{1}{K_3}. \quad (2.1)$$

Чисельне значення MF можна отримати, використовуючи формулу (формула В3, що на стор. 57 [4]):

$$MF = LLMF \cdot LSF \cdot LMF \cdot RSMF, \quad (2.2)$$

де $LLMF$ – коефіцієнт зниження потоку випромінювання (світлового

поток) джерела світла в світильнику, залежно від часу його експлуатації (приймаємо $LLMF = 0,85$, виходячи із даних, що на стор. 61 [4]);

LSF – частка світильників, які працюють ($LSF = 1$, табл. 3.4, [4]);

LMF – коефіцієнт експлуатації світильників (згідно В5, стор. 62 [4] світильників ДПП07В, ДББ26У-Селена-LED, ДПП01В, ДПП06У з інтервалом між чищенням 1 рік $LMF = 0,94$, а для світильників ДББ01В Селена-LED-A – $LMF = 0,88$);

$RSMF$ – коефіцієнт експлуатації поверхонь, які огорожують внутрішній простір розрахункового приміщення ($RSMF = 0,94$, табл. В5, [4]).

Підставивши значення для вищевказаних коефіцієнтів у формулу (2.2), отримаємо:

- для приміщень, зі встановленими світильниками типу ДПП07В, ДББ26У-Селена-LED, ДПП01В, ДПП06У:

$$MF = 0,85 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 0,94 = 0,75;$$

- для приміщень зі встановленими світильниками типу ДББ01В Селена-LED-A:

$$MF = 0,85 \cdot 1 \cdot 0,88 \cdot 0,94 = 0,71;$$

2.4 Електрична мережа систем освітлення приміщень укриття

Живлення світлових приладів системи робочого освітлення передбачимо по групових лініях від двох щитів робочого освітлення 0.ЩО-1 та 0.ЩО-2, розміщених в приміщеннях відповідно 3 та 6.2. Живлення світлових приладів системи аварійного освітлення передбачимо по групових лініях від щита аварійного освітлення 03.0.ЩАО-1, розміщеному в приміщенні електрощитової 9. Живлення щитів 0.ЩО-1, 0.ЩО-2, а також 03.0.ЩАО-1 передбачено від розподільчого щита, розташованого в приміщенні електрощитової.

Передбачимо, що окрім світлових приладів системи робочого освітлення приміщень від щитів 0.ЩО-1, 0.ЩО-2 живитись будуть і електричні розетки,

крім цього від щита 0.ЩО-2 – і вентилятори В1 – В3 у приміщеннях 13 та 14, щита установки підйомника 0.ЩР-2 (Вхід 2) та клапани К3-1, К3-2 каналізаційного затвору.

Інформацію щодо встановленої потужності групових ліній щитів 0.ЩО-1, 0.ЩО-2 та 0.ЩАО-1 приведено в табл. 2.5 – 2.7. Плани мереж робочого та аварійного освітлення наведено в графічній частині роботи.

Таблиця 2.5 – Встановлена потужність групових ліній щита 0.ЩО-1

Групова лінія	Споживачі	Встановлена потужність, кВт
01.0.ЩО-1	Робоче освітлення приміщень 1 - 3	0,16
02.0.ЩО-1	Робоче освітлення приміщень 4, 16	0,51
03.0.ЩО-1	Робоче освітлення приміщень 5, 9	0,08
04.0.ЩО-1	Робоче освітлення приміщення 6.1	0,22
05.0.ЩО-1	Робоче освітлення приміщень 6.1, 15	0,23
06.0.ЩО-1	Розетки у приміщенні 4.3	0,64
07.0.ЩО-1	Розетки у приміщенні 4.1	0,56
08.0.ЩО-1	Розетки у приміщенні 4.1	0,64
09.0.ЩО-1	Розетки у приміщенні 4.2	0,56
10.0.ЩО-1	Розетки у приміщенні 6.1	0,64
11.0.ЩО-1	Розетки у приміщенні 6.1	0,64
0.ЩО-1		4,88

Таблиця 2.6 – Встановлена потужність групових ліній щита 0.ЩО-2

Групова лінія	Споживачі	Встановлена потужність, кВт
01.0.ЩО-2	Робоче освітлення приміщення 6.2	0,14
02.0.ЩО-2	Робоче освітлення приміщень 6.3, 7.5, 7.6	0,25
03.0.ЩО-2	Робоче освітлення приміщень 7.1 – 7.4, 8.1 – 8.8, 17, 18	0,37
04.0.ЩО-2	Робоче освітлення приміщення 10 – 14, вентилятори В1 – В3	0,45
05.0.ЩО-2	Розетки у приміщеннях 11, 12	0,40
06.0.ЩО-2	Розетки у приміщенні 6.3	0,40
07.0.ЩО-2	Розетки у приміщенні 6.3	0,48
08.0.ЩО-2	Щиток 0.ЩР-2 "Підйомник"	0,50
09.0.ЩО-2	Клапани К3.1 – К3.3	1,02
0.ЩО-2		4,00

Таблиця 2.7 – Встановлена потужність групових ліній щита 0.ЩАО-1

Групова лінія	Споживачі	Встановлена потужність, кВт
01.0.ЩАО-1	Світлові показчики в приміщеннях 1, 3, 4	0,05
02.0.ЩАО-1	Світлові показчики в приміщеннях 2, 6.1 - 6.3	0,03
03.0.ЩАО-1	Аварійне освітлення приміщень 1,3, 4.1 - 4.3, 5, 9	0,08
04.0.ЩАО-1	Аварійне освітлення приміщень 2, 6.1 - 6.3	0,08
0.ЩАО-1		0,24

2.5 Розрахунок електричної мережі по струму навантаження, вибір перерізу проводів та апаратів захисту

Розрахунок виконаємо для групових ліній та ліній, які живлять щити освітлення. Оскільки групові лінії є однофазними, то для розрахунку робочого струму навантаження використаємо формулу [6]:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{U_\phi \cdot \cos \varphi}, \quad (2.3)$$

де P_p – сумарна розрахункова потужність світильників, кВт, що живляться через дану групову лінію.

$U_\phi = 230 \text{ В}$, – номінальна фазова напруга;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт активної потужності.

Розрахункову потужність визначимо, використовуючи формулу:

$$P_p = K_\pi \cdot P_y, \quad (2.4)$$

де K_π – коефіцієнт попиту;

P_y – встановлена потужність навантаження, кВт.

Розрахунок покажемо на прикладі групової лінії 02.0.ЩО-1, для якої $P_y = 0,51 \text{ кВт}$. Відповідно до п. 3.21 [15] при розрахунку групових мереж робочого освітлення, мереж живлення і групових мереж аварійного освітлення $K_{\Pi} = 1$. Виходячи з цього

$$P_p = P_y = 0,51 \text{ кВт}.$$

Підставивши чисельні значення для P_p , U_{ϕ} та $\cos \varphi = 0,95$ у формулу (2.3), отримаємо:

$$I_p = \frac{0,51 \cdot 10^3}{230 \cdot 0,95} = 2,31 \text{ А}.$$

Для електричної мережі виберемо кабель ВВГнгд із мідними жилами, полівінілхлоридною ізоляцією та оболонкою. Для розрахункової ділянки мережі виберемо переріз жил кабелю $1,5 \text{ мм}^2$, максимально допустимий струм якого становить 19 А.

Струм апарату захисту визначимо, виходячи із умови:

$$1,3 \cdot I_p \leq I_a \leq I_z, \quad (2.5)$$

де I_z – допустимий струм кабелю даного перерізу, виходячи з умови електричного нагріву.

В якості апарату захисту даної ділянки вибираємо автоматичний вимикач типу ЕТІМАТ 6 1р С4 (рис. 2.3) [16] з номінальним струмом 4 А.

Відповідно до п. 3.24 [15] для змішаних ділянок електричних мереж розрахункова потужність визначається як сума розрахункових потужностей систем робочого освітлення та розеток. Розрахункові навантаження обчислимо, користуючись формулою (2.2).

Для випадку лінії розподільчої мережі, яка живить щит 0.ЩО-1 сумарна встановлена потужність світильників робочого освітлення становить $P_{yo} = 1,20 \text{ кВт}$, а коефіцієнт попиту $K_{\Pi o} = 0,95$ (табл. 3.7 [15]), отже

$$P_{pO} = 0,95 \cdot 1,20 = 1,14 \text{ кВт.}$$



Рисунок 2.3 – Зображення зовнішнього вигляду автоматичного вимикача типу
ETIMAT 6 1p C4

Для розеток $P_{yp} = 3,68 \text{ кВт}$, а коефіцієнт попиту $K_{пп} = 0,70$. Звідси розрахункова потужність

$$P_{pP} = 0,70 \cdot 3,68 = 2,58 \text{ кВт.}$$

Розрахункова потужність для лінії розподільчої мережі, яка живить щит 0.ЩО-1:

$$P_{p0.ЩО-1} = 1,14 + 2,58 = 3,69 \text{ кВт.}$$

За розрахункове значення $\cos \varphi$ приймемо середньозважене значення коефіцієнта корисної потужності, яке розрахуємо, виходячи із формули:

$$\cos \varphi_{0.ЩО-1} = \frac{P_{yO} \cdot \cos \varphi_{yO} + P_{yp} \cdot \cos \varphi_{yp}}{P_{yO} + P_{yp}}, \quad (2.6)$$

де $\cos \varphi_{yO}$, $\cos \varphi_{yp}$, – чисельні значення коефіцієнтів активної потужності, світлових приладів та приладів, які живляться через розетки, які відповідно становлять 0,95 та 0,92.

Підставляючи значення для P_{yO} , P_{yp} , $\cos \varphi_{yO}$ та $\cos \varphi_{yp}$ у формулу (2.6), отримаємо:

$$\cos \varphi_{0.ЩО-1} = \frac{1,20 \cdot 0,95 + 3,68 \cdot 0,92}{1,20 + 3,68} = 0,93.$$

Розрахунок робочого струму навантаження для лінії розподільчої мережі, яка живить щит 0.ЩО-1 виконаємо, як для трифазної ділянки мережі, застосовуючи формулу:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \cos \varphi}, \quad (2.7)$$

де $U_{\text{л}} = 400 \text{ В}$.

Підставляючи значення для $\cos \varphi_{0.ЩО-1}$, $P_{p0.ЩО-1}$ та $U_{\text{л}}$ у формулу (2.7), отримаємо:

$$I_p = \frac{3,69 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 5,73 \text{ А}.$$

Для даної ділянки мережі вибираємо кабель ВВГнгд-5×4.

В якості апарату захисту виберемо автоматичний вимикач типу ЕТІМАТ 10 3р С10.

Розрахунок решти групових ліній та ліній розподільчої мережі, які живлять щити та вибір перерізу проводів та апаратів захисту виконуємо аналогічно. Результати розрахунку приведено в табл. 2.7.

2.6 Схема увімкнення живлення електроспоживачів від додаткового джерела живлення

Відповідно до п. 11.5.6 [2] живлення електричних споживачів І категорії електропостачання, які віднесені до особливої групи (аварійне освітлення укриттів), має забезпечуватись додатковими, незалежними від енергосистеми, джерелами живлення, в якості яких можна використовувати є дизельні електростанції (ДЕС) або акумулятори безперебійного живлення.

Таблиця 2.7 – Результати розрахунку електричної мережі

Групова лінія	Споживачі	P_y , кВт	P_p , кВт	I_p , А	Тип кабелю	Апарат захисту	ΔU , %
0.ЩО-1		4,88	3,69	5,73	ВВГнгд-5×4	ЕТИМАТ 10 3р С10	0,06
01.0.ЩО-1	Робоче освітлення приміщень 1 - 3	0,16	0,16	0,75	ВВГнгд-3×1,5	ЕТИМАТ 6 1р С4	0,32
02.0.ЩО-1	Робоче освітлення приміщень 4, 16	0,51	0,51	2,31	ВВГнгд-3×1,5	ЕТИМАТ 6 1р С4	0,89
03.0.ЩО-1	Робоче освітлення приміщень 5, 9	0,08	0,08	0,37	ВВГнгд-3×1,5	ЕТИМАТ 6 1р С4	0,12
04.0.ЩО-1	Робоче освітлення приміщення 6.1	0,22	0,22	1,01	ВВГнгд-3×1,5	ЕТИМАТ 6 1р С4	0,32
05.0.ЩО-1	Робоче освітлення приміщень 6.1, 15	0,23	0,23	1,03	ВВГнгд-3×1,5	ЕТИМАТ 6 1р С4	0,29
06.0.ЩО-1	Розетки у приміщенні 4.3	0,64	0,64	2,93	ВВГнгд-3×2,5	KZS-2M C6/0.03 10 kA	0,56
07.0.ЩО-1	Розетки у приміщенні 4.1	0,56	0,56	2,56	ВВГнгд-3×2,5	KZS-2M C6/0.03 10 kA	0,53
08.0.ЩО-1	Розетки у приміщенні 4.1	0,64	0,64	2,93	ВВГнгд-3×2,5	KZS-2M C6/0.03 10 kA	0,58
09.0.ЩО-1	Розетки у приміщенні 4.2	0,56	0,56	2,56	ВВГнгд-3×2,5	KZS-2M C6/0.03 10 kA	0,56
10.0.ЩО-1	Розетки у приміщенні 6.1	0,64	0,64	2,93	ВВГнгд-3×2,5	KZS-2M C6/0.03 10 kA	0,63
11.0.ЩО-1	Розетки у приміщенні 6.1	0,64	0,64	2,93	ВВГнгд-3×2,5	KZS-2M C6/0.03 10 kA	0,65
0.ЩО-2		4,00	2,56	4,10	ВВГнгд-5×4	ЕТИМАТ 10 3р С10	0,51
01.0.ЩО-2	Робоче освітлення приміщення 6.2	0,14	0,16	0,75	ВВГнгд-3×1,5	ЕТИМАТ 6 1р С4	0,34
02.0.ЩО-2	Робоче освітлення приміщень 6.3, 7.5, 7.6	0,25	0,51	2,31	ВВГнгд-3×1,5	ЕТИМАТ 6 1р С4	0,42
03.0.ЩО-2	Робоче освітлення приміщень 7.1 - 7.4, 8.1 - 8.8, 17, 18	0,37	0,08	0,37	ВВГнгд-3×1,5	ЕТИМАТ 6 1р С4	0,89
04.0.ЩО-2	Робоче освітлення приміщення 10 - 14, вентилятори В1 - В3	0,45	0,22	1,01	ВВГнгд-3×1,5	ЕТИМАТ 6 1р С4	0,84
05.0.ЩО-2	Розетки у приміщеннях 11, 12	0,40	0,23	1,03	ВВГнгд-3×2,5	KZS-2M C6/0.03 10 kA	0,35
06.0.ЩО-2	Розетки у приміщенні 6.3	0,40	0,64	2,93	ВВГнгд-3×2,5	KZS-2M C6/0.03 10 kA	0,29
07.0.ЩО-2	Розетки у приміщенні 6.3	0,48	0,56	2,56	ВВГнгд-3×2,5	KZS-2M C6/0.03 10 kA	0,47
08.0.ЩО-2	Щиток 0.ЩР-2 "Підйомник"	0,50	0,64	2,93	ВВГнгд-3×2,5	KZS-2M C6/0.03 10 kA	0,21
09.0.ЩО-2	Клапани К3.1 - К3.3	1,02	0,56	2,56	ВВГнгд-3×2,5	KZS-2M C6/0.03 10 kA	1,02
0.ЩАО-1		0,24	0,24	1,15	ВВГнгд-3×4	ЕТИМАТ 10 1р С10	0,19
01.0.ЩО-2	Робоче освітлення приміщення 6.2	0,05	0,05	0,22	ВВГнгд-3×1,5	ЕТИМАТ 6 1р С4	0,10
02.0.ЩО-2	Робоче освітлення приміщень 6.3, 7.5, 7.6	0,03	0,03	0,14	ВВГнгд-3×1,5	ЕТИМАТ 6 1р С4	0,15
03.0.ЩО-2	Робоче освітлення приміщень 7.1 - 7.4, 8.1 - 8.8, 17, 18	0,08	0,08	0,36	ВВГнгд-3×1,5	ЕТИМАТ 6 1р С4	0,21
04.0.ЩО-2	Робоче освітлення приміщення 10 - 14, вентилятори В1 - В3	0,08	0,08	0,38	ВВГнгд-3×1,5	ЕТИМАТ 6 1р С4	0,41

Живлення будівлі закладу загальної середньої освіти здійснюється за II категорією по надійності електропостачання по двох незалежних кабельних

ВВОДАХ.

Для перемикання живлення електричних споживачів з одного джерела на інше (наприклад з Вводу 1 на Ввід 2 або на живлення від дизельної електростанції) застосуємо пристрій автоматичного введення резерву. Принцип роботи даного пристрою пояснює схема, представлена на рис. 2.9 [17].

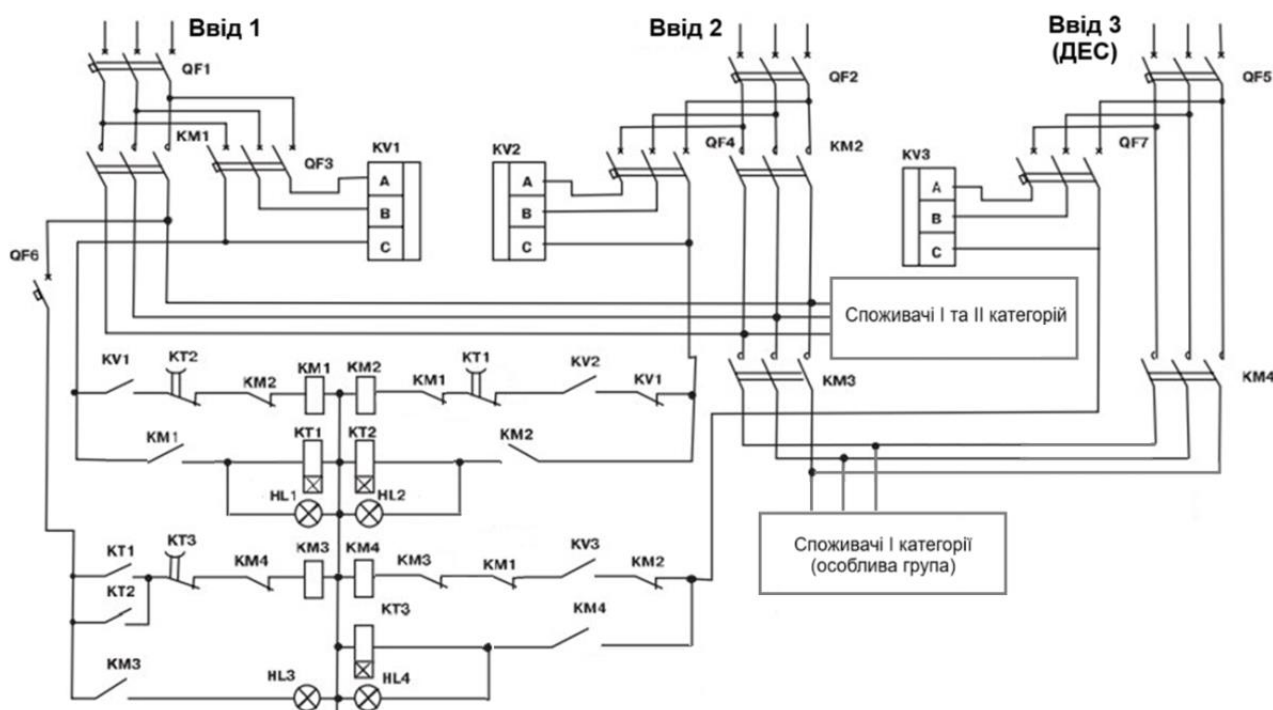


Рисунок 2.4 – Схема АВР

При замкненому положенні вимикача QF1 відбувається подача трифазної симетричної напруги на реле KV1 послідовності та перекошу фаз. При стабільному режимі електропостачання (відсутність злипання, перекошу та правильне чергування фаз) в колі контактора KM1 замикається контакт реле KV1, внаслідок чого на контактор KM1 подається сигнал, що призводить до замикання його силових контактів. Таким чином забезпечується живлення системи від «Вводу 1», про що сигналізує свічення сигнальної лампи HL1. В колі контактора KM2 контакт реле KV1 розмикається, а отже силові контакти KM2 є розімкнені, що не дозволяє надходити струму від «Вводу 2».

Якщо ж електропостачання від «Вводу 1» переривається або здійснюється в ненормальному режимі, то відбувається розмикання в колі контактора KM1

контактів реле KV1, а в колі контактора КМ2 – контакти цього реле замикаються. Якщо вимикач QF1 знаходиться в увімкненому положенні та режим електропостачання від «Вводу 2» є стабільний, то замикається в колі контактора КМ2 контакт реле KV2, що призводить до замикання силових контактів контактора КМ2 і як наслідок відбувається спрацювання реле часу КТ2 – розмикається його контакт в колі контактора КМ1.

При увімкненому положенні вимикача, відсутності перекосу, злипання та правильному чергуванні фаз на «Вводі 2» відбувається замикання контакту реле в колі контактора КМ2. При цьому замикаються його силові контакти і спрацьовує реле часу КТ2 та розмикається його контакт в колі контактора КМ1. Також, в колі КМ1 розмикається контакт КМ2, що робить неможливим спрацювання контактора КМ1.

Для живлення електроспоживачів особливої групи І категорії від «Вводу 1» або «Вводу 2» використовуємо частину схеми з колом контактора КМ3. Якщо перемикач QF1 увімкнений, то відбувається спрацювання КТ1 чи КТ2, а силові контакти контактора КМ3 – замикаються. Результатом цього є живлення споживачів особливої групи І категорії. Свічення лампи НЛ3 сигналізує про живлення споживачів особливої групи від «Вводу 1» або «Вводу 2». При такій системі живлення відбувається розмикання контактів КМ3 та КМ1 або КМ2 в колі контактора КМ4.

При порушенні електропостачання від обох «Вводів» здійснюється розмикання контакторів КМ1 та КМ2, внаслідок чого відповідні реле часу вимикаються. Як результат, відбувається розмикання в колі контактора КМ3 контактів КТ1 та КТ2. Якщо вимикач QF7 перебуває в увімкненому положенні то при спрацюванні реле KV1 відбувається замикання в колі контактора КМ4 його контакту. В результаті чого, відбувається замикання силових контактів, а та розмикання контакту в колі КМ3. Якщо спрацьовує контакт КМ4, то на сигнальну лампу НЛ3 подається напруга. Свічення цієї лампи сигналізує про живлення від «Вводу 3», а подана напруга на реле часу КТ3, призводить до розмикання ним контакту в колі КМ3.

Якщо електропостачання від «Вводу 1» чи від «Вводу 2» відновлене, то в колі контактора КМ4 розмикаються контакти КМ1 або КМ2. Наслідком цього є розмикання силових контактів КМ4. Контакти ж КТ1 або КТ2, КМ4 та КТ3 в колі контактора КМ3 замикаються, а отже і відбувається замикання силових контактів КМ3.

2.7 Висновки до розділу

1. Здійснено вибір виду та систем освітлення для приміщень укриттів. Для усіх приміщень вибрано систему загального рівномірного робочого освітлення. В якості аварійного освітлення вибрано освітлення шляхів евакуації.

2. Для систем робочого освітлення усіх приміщень вибрано значення нормованої середньої освітленості. Для деяких приміщень регламентованими характеристиками є коефіцієнт рівномірності та індекс блискавості (приміщення укриття, медичний пост, електроощова, приміщення вентиляторів).

3. В якості світлових приладів вибрано світильники з напівпровідниковими джерелами світла. Для системи робочого освітлення основних приміщень (укриття, приміщення зберігання, приміщення вентиляторів) запропоновано використати світильники типу ДПП07В. Для приміщень основних коридорів та медичного поста використано світильники ДББ01В Селена-LED-A, для освітлення приміщень санвузлів та освітлення входів у будівлю – ДББ26У-Седена-LED, для решти приміщень – ДПП01В. Для системи аварійного освітлення шляхів евакуації використано світильники ДПП06У та світлові покажчики ДБ002ВСП.

4. Живлення світлових приладів робочого освітлення та розеток передбачено по 20 групових лініях від двох щитів. Живлення світлових приладів системи аварійного освітлення – по чотирьох групових лініях від одного щита.

5. Для даної електричної мережі виконано розрахунок по струму навантаження, на основі результатів якого вибрано кабелі та апарати захисту.

6. В якості кабелів для електричної мережі вибрано кабелі ВВГнгд з площею поперечного перерізу $1,5 \text{ мм}^2$ для живлення світильників систем робочого та аварійного освітлення та $2,5 \text{ мм}^2$ – для живлення інших споживачів. Живлення щитів робочого освітлення запропоновано виконати трифазними пятижильними кабелями з площею поперечного перерізу жил $4,0 \text{ мм}^2$.

7. Описано установку автоматичного увімкнення резерву для перемикання на живлення від третього незалежного джерела.

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Світлотехнічний розрахунок систем освітлення приміщень укриття

Розрахунок виконаємо, використовуючи спеціалізований програмний пакет DIALux evo. Вихідними даними для розрахунку є:

- характеристики приміщення, для якого ведеться розрахунок, а саме його форма, розміри, коефіцієнти відбивання поверхонь огорожувальних конструкцій, які обмежують внутрішній простір приміщення. Прийmemo, що висота усіх приміщень становить 2,5 м, коефіцієнти відбивання стелі, стін та підлоги – відповідно 0,7, 0,5 та 0,2;

- висота встановлення розрахункових площин, яку виберемо, виходячи із даних, що у табл. 2.1;

- коефіцієнт експлуатації, котрий для приміщень зі світильниками ДПП07В, ДББ26У-Селена-LED, ДПП01В, ДПП06У становить 0,75, а зі світильниками ДББ01В Селена-LED-A – 0,71;

- світлотехнічні параметри світлових приладів, котрі вносяться в програмне шляхом імпортування спеціальних файлів з розширеннями .ies або .ldt.

3.1.1 Світлотехнічний розрахунок системи робочого освітлення приміщень укриття

Розрахунок продемонструємо на прикладі приміщень укриття 4.1 та приміщення медичного поста 11. Нормованими світлотехнічними параметрами в системі освітлення цього приміщення є:

- середня освітленість на рівні підлоги – 200 лк;
- коефіцієнт рівномірності розподілу освітленості U_0 – не нижче 0,4;
- індекс блискавості – не більше, ніж 22.

Для системи робочого освітлення приміщень укриття 4.1 застосуємо 12 світильників типу ДПП07В-20-313 зі світловим потоком 2450 лм кожен. Світильники розмістимо рівномірно у два ряди, як показано на рис. 3.1.

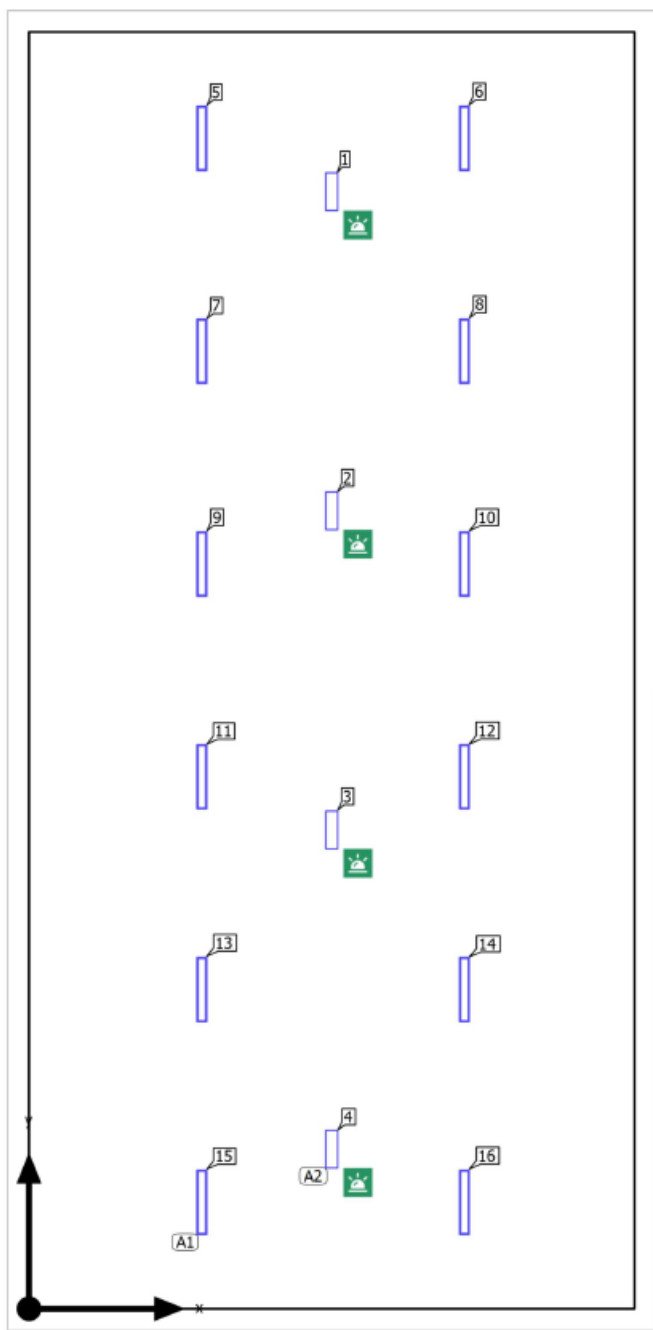


Рисунок 3.1 – План розміщення світильників робочого (5 – 16) та аварійного освітлення (1 – 4) освітлення у приміщенні укриття (4.1)

В результаті світлотехнічного розрахунку отримано наступні результати:

- мінімальна освітленість $E_{\min} = 128$ лк ;

- середня освітленість $E_{\text{сеп}} = 233$ лк ;
- максимальна освітленість $E_{\text{max}} = 286$ лк .

На рис. 3.2 приведено графік розподілу освітленості по поверхні підлоги приміщення 4.1.

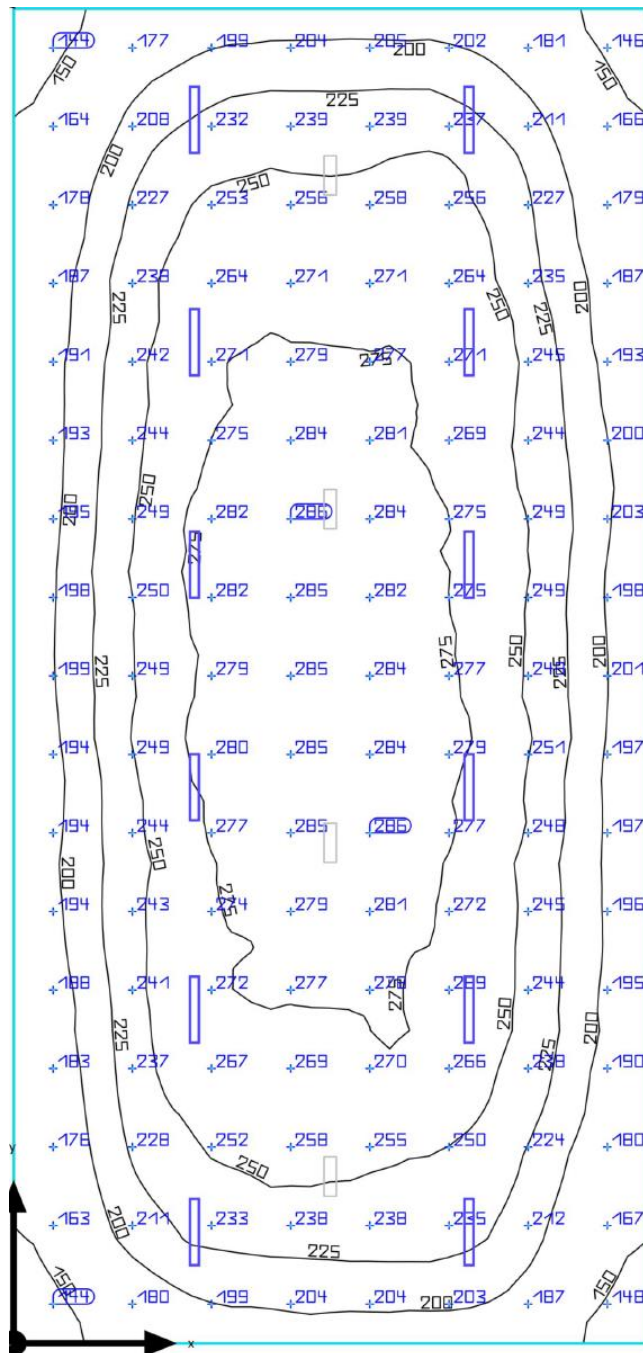


Рисунок 3.2 – Графік розподілу освітленості на поверхні підлоги приміщення укриття 4.1, створеної системою робочого освітлення

Коефіцієнт U_0 розрахуємо за формулою:

$$U_0 = \frac{E_{\min}}{E_{\text{сер}}} \quad (3.1)$$

Підставивши значення для $E_{\min}$ та $E_{\text{сер}}$ у формулу (3.1), отримаємо:

$$U_0 = \frac{128}{233} = 0,55,$$

що є допустимо.

Індекс блискавості UGR для даного приміщення при такій системі освітлення становить 21,9, що також є допустимим.

Для робочого освітлення медичного поста (11) застосуємо 4 світильники типу ДББ01В-20-001 Селена-LED-A зі світловим потоком 2400 лм кожен. Світильники розмістимо у 2 ряди, як показано на рис. 3.3.

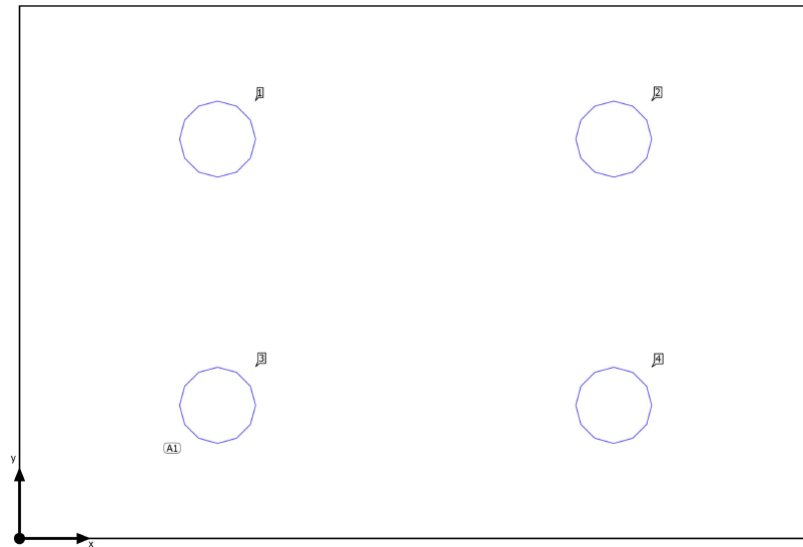


Рисунок 3.3 – План розміщення світильників ДББ01В-20-001 Селена-LED-A в системі робочого освітлення медичного поста 11

В результаті світлотехнічного розрахунку отримано наступні результати:

- мінімальна освітленість $E_{\min} = 287$ лк ;

- середня освітленість $E_{сер} = 472$ лк, що допустимо, оскільки нормована середня освітленість становить 500 лк, а різниця між розрахунковим та нормованими значеннями попадає в інтервал від -10 до + 20 %;

- максимальна освітленість $E_{max} = 567$ лк.

На рис. 3.4 приведено графік розподілу освітленості по поверхні підлоги приміщення 11.

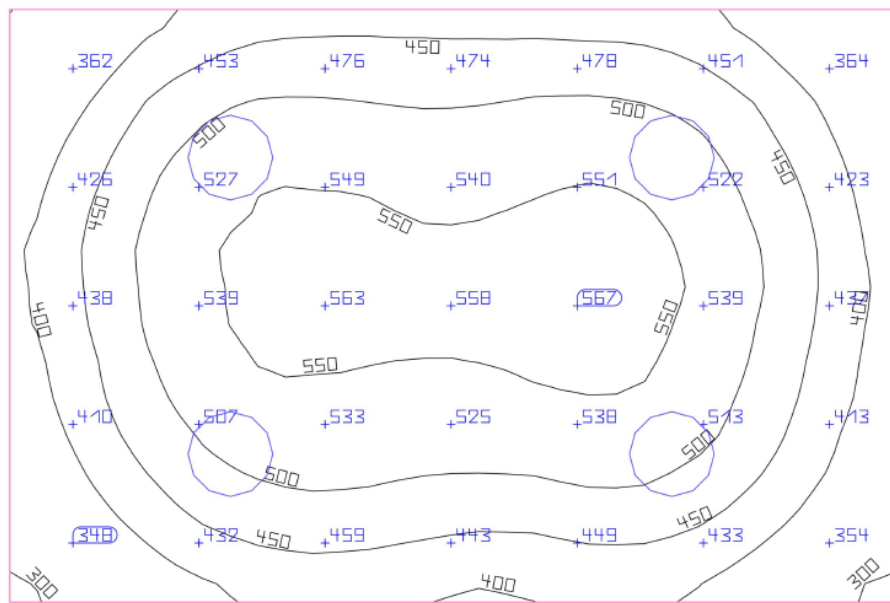


Рисунок 3.4 – Графік розподілу освітленості на поверхні підлоги приміщення медичного поста 11, створеної системою робочого освітлення

Коефіцієнт рівномірності освітлення:

$$U_0 = \frac{287}{472} = 0,61,$$

що також допустимо, оскільки нормоване значення коефіцієнта рівномірності становить 0,6.

Графік розподілу індексу блискавості UGR в залежності від положення спостерігача у приміщенні 11 приведено на рис. 3.5. З даного графіка видно, що максимальне значення UGR=19.

Показник дискомфорту можна розрахувати за формулою [4]:

$$M = 10^{\frac{UGR+4,8}{16}}. \quad (3.2)$$

Підставивши чисельне значення індексу UGR=19 у формулу (3.2), отримаємо

$$M = 10^{\frac{19+4,8}{16}} = 30,7,$$

що допустимо, оскільки максимально допустиме значення індексу дискомфорту для таких приміщень становить 40.

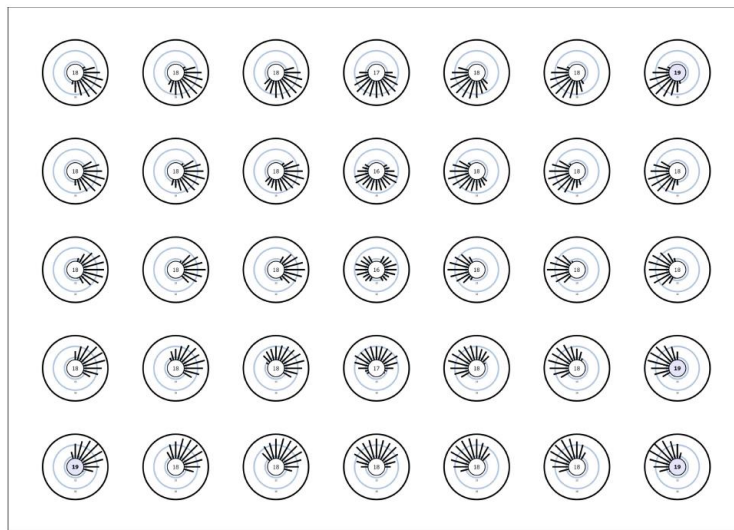


Рисунок 3.5 – Графік розподілу індексу блискавості UGR в залежності від положення спостерігача у приміщенні 11

Аналогічно виконуємо робочого освітлення і для інших приміщень. Результати розрахунку приведено у табл. 3.1.

3.1.2 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення шляхів евакуації приміщень укриття

Розрахунок, як і для робочого освітлення продемонструємо на прикладі приміщення укриття 4.1. Для системи освітлення шляхів евакуації застосуємо 4 світильники типу ДПП06У-6-211 потужністю 6 Вт та зі світловим потоком 480 лм кожен. Розміщення світильників показано на рис. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати світлотехнічного розрахунку системи робочого освітлення приміщень укриття

№ на плані	Призначення приміщення	Площа, м ²	Нормовані світлотехнічні параметри					Розраховані світлотехнічні параметри						Тип світильників	Потуж- ність, Вт	Кількість	Встановлена потужність, Вт
			$E_{сер},$ лк	$h_{рп},$ м	U_0	UGR	M	$E_{min},$ лк	$E_{сер},$ лк	$E_{max},$ лк	U_0	UGR	M				
1	Сходова клітина	7,95	100	0,0	0,4			56,0	118,0	149,0	0,47			ДББ01В-20-001 Селена-LED-A	20	2	40
2		7,96			0,4			58,2	119,0	150,0	0,49			ДББ01В-20-001 Селена-LED-A	20	2	40
3		12,08			0,4			88,0	116,0	148,0	0,76			ДПП07В-20-313	20	1	20
4.1	Приміщення укриття	67,24	200	0,0	0,4	22		128,0	233,0	286,0	0,55	21,9		ДПП07В-20-313	20	12	240
4.2		30,80						125,0	220,0	285,0	0,57	21,8		ДПП07В-20-313	20	6	120
4.3		28,19						149,0	228,0	274,0	0,65	21,5		ДПП07В-20-313	20	6	120
5	Приміщення вентиляторів	26,71	150	0,8			60	62,1	149,0	268,0	0,42	23,1	55,4	ДПП07В-20-313	20	3	60
6.1	Приміщення укриття	125,03	200	0,0	0,4	22		105,0	217,0	255,0	0,48	21,9		ДПП07В-20-313	20	21	420
6.2	Приміщення укриття (коридор)	57,96	100					47,2	106,0	137,0	0,45	22,9		ДПП07В-20-313	20	7	140
6.3	Приміщення укриття	53,08	200					133,0	227,0	273,0	0,59	22,2		ДПП07В-20-313	20	10	200
7.1	Приміщення зберігання технічної води	28,31	100	0,8				34,4	99,1	224,0	0,35			ДПП07В-20-313	20	2	40
7.2	Допоміжні приміщення	14,07						43,8	98,3	157,0	0,45			ДПП01В-13-002	13	2	26
7.3		14,28						44,2	97,7	158,0	0,45			ДПП01В-13-002	13	2	26
7.4		14,22						42,5	98,1	158,0	0,43			ДПП01В-13-002	13	2	26
7.5		13,86						41,4	98,2	158,0	0,42			ДПП01В-13-002	13	2	26
7.6		15,77						35,8	91,6	156,0	0,39			ДПП01В-13-002	13	2	26
8.1	Приміщення для зберігання питної води та сухпайків	28,84						43,5	96,7	156,0	0,45			ДПП07В-20-313	20	2	40

Продовження табл. 3.1

№ на плані	Призначення приміщення	Площа, м ²	Нормовані світлотехнічні параметри					Розраховані світлотехнічні параметри						Тип світильників	Потуж- ність, Вт	Кількість	Встановлена потужність, Вт
			$E_{сер},$ лк	$h_{рп},$ м	U_0	UGR	М	$E_{min},$ лк	$E_{сер},$ лк	$E_{max},$ лк	U_0	UGR	М				
8.2	Допоміжні приміщення	14,46	100	0,8				43,5	97,0	159,0	0,45			ДПП01В-13-002	13	2	26
8.3		33,00	50					16,8	55,6	141,0	0,30			ДПП01В-13-002	13	2	26
8.4		14,22	100					43,7	97,7	156,0	0,45			ДПП01В-13-002	13	2	26
8.5		33,00	50					16,4	55,5	142,0	0,30			ДПП01В-13-002	13	2	26
8.6		14,28	100					44,6	97,8	159,0	0,46			ДПП01В-13-002	13	2	26
8.7		32,73	50					17,2	55,8	144,0	0,31			ДПП01В-13-002	13	2	26
8.8		14,10	100					45,1	98,2	157,0	0,46			ДПП01В-13-002	13	2	26
9	Електрощитова	6,42	150	0,8	0,6			82,5	138,0	224,0	0,60			ДПП07В-20-313	20	1	20
10	Технічний коридор	11,72	50	0,0				22,8	50,5	83,8	0,45			ДПП01В-13-002	13	3	39
11	Медичний пост	8,94	500	0,8	0,6		40	287,0	472,0	567,0	0,61	19	30,7	ДББ01В-20-001 Селена-LED-A	20	4	80
12	Санвузол МГН	16,00	75	0,0				42,6	89,9	145,0	0,47			ДББ26У-12-112 Селена-LED	12	2	24
13	Санвузол	18,00						34,9	82,5	145,0	0,42			ДББ26У-12-112 Селена-LED	12	2	24
14	Санвузол	16,54						38,1	87,7	143,0	0,43			ДББ26У-12-112 Селена-LED	12	2	24
15	Технічний коридор	26,33	50	0,0				12,7	51,6	84,7	0,25			ДПП01В-13-002	13	2	26
16		4,41						13,5	46,5	82,5	0,29			ДПП01В-13-002	13	1	13
17		3,88						21,8	55,2	95,1	0,39			ДПП01В-13-002	13	1	13
18		3,85						20,7	48,5	80,3	0,43			ДПП01В-13-002	13	1	13

Нормованими світлотехнічними параметрами системи евакуаційного освітлення є:

- мінімальна освітленість, значення якої має становити не менше 1л;
- коефіцієнт нерівномірності освітлення – не більше ніж 40:1.

На рис. 3.6 приведено графік розподілу освітленості по поверхні підлоги приміщення 4.1 від системи аварійного освітлення

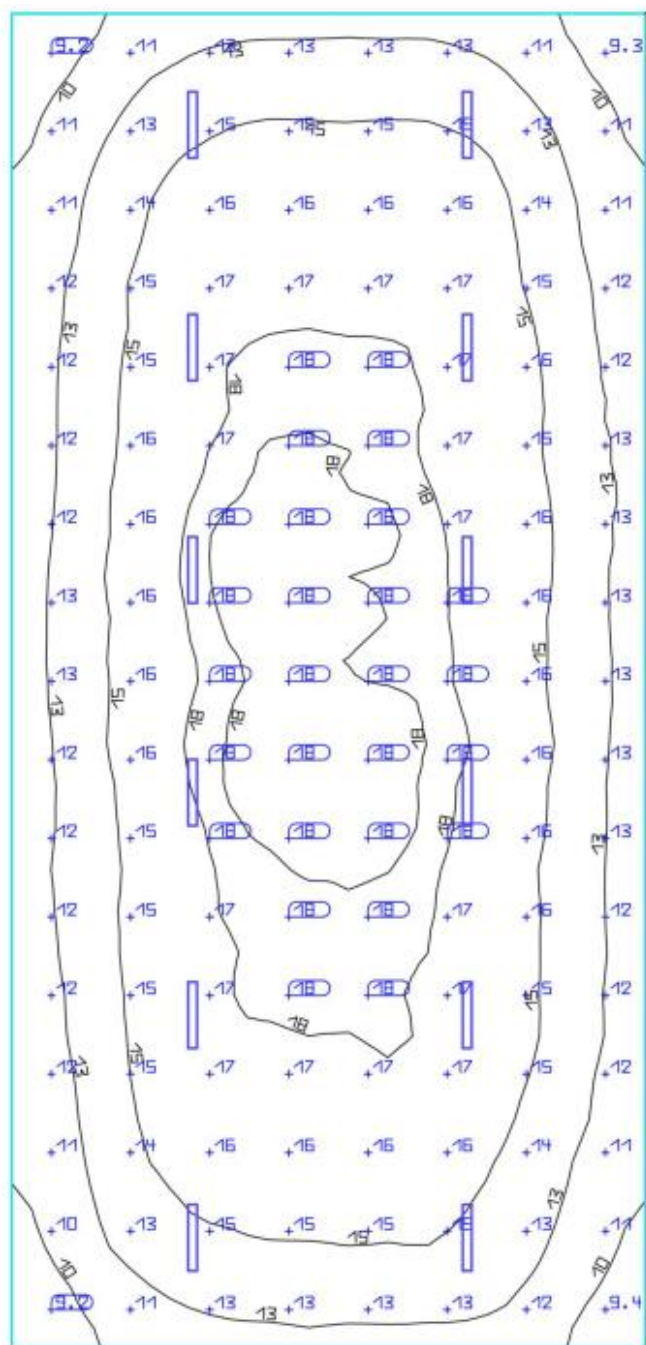


Рисунок 3.6 – Графік розподілу освітленості на поверхні підлоги приміщення укриття 4.1, створеної системою аварійного освітлення

В результаті світлотехнічного розрахунку отримано наступні результати:

- мінімальна освітленість $E_{\min} = 3,2$ лк;
- середня освітленість $E_{\text{сеп}} = 12,4$ лк;
- максимальна освітленість $E_{\max} = 23,4$ лк.

Нерівномірність освітлення:

$$\frac{E_{\max}}{E_{\min}} = \frac{23,4}{3,2} = 7,3,$$

що допустимо.

Аналогічно виконуємо розрахунок і для інших приміщень. Результати розрахунку системи аварійного освітлення (освітлення шляхів евакуації) приведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку системи аварійного (освітлення шляхів евакуації) освітлення приміщень укриття

№ на плані	Призначення приміщення	Площа, м ²	Нормовані параметри		Розраховані параметри				Тип світильника	Потужність, Вт	Кількість	Встановлена потужність, Вт
			$E_{\min}$, лк	$E_{\max}/E_{\min}$	$E_{\min}$, лк	$E_{\text{сеп}}$, лк	$E_{\max}$, лк	$E_{\max}/E_{\min}$				
1	Сходова клітина	7,95	1,0	1:40	5,2	14,6	19,7	3,8	ДПП06У-8-211	6	2	12
2		7,96			5,6	15,1	20,1	3,6			2	12
3	Коридор	12,08			2,8	10,2	20,6	7,4			1	6
4.1	Приміщення укриття	67,24			3,2	12,4	23,4	7,3			4	24
4.2		30,8			3,2	11,5	21,6	6,7			2	12
4.3		28,19			3,7	12,2	21,2	5,7			2	12
5	Приміщення вентиляторів	26,71			1,9	11,4	21,0	11,1			1	6
6.1	Приміщення укриття	125,03			1,4	8,7	21,4	14,9			5	30
6.2		57,96			1,2	7,6	20,9	18,0			3	18
6.3		53,08			4,5	14,4	23,9	5,3			4	24
9	Електрощитова	6,42			6,5	12,8	18,3	2,8			1	6

3.2 Розрахунок електричної мережі по втраті напруги

Розрахунок виконаємо для групових ліній від найвіддаленіших споживачів до щитів. Падіння напруги ΔU_k на k -ій ділянці мережі розрахуємо

за формулою:

$$\Delta U_k = \frac{M_k}{c \cdot S_k}, \quad (3.3)$$

де M_k – електричний момент навантаження споживачів, які живляться через k -ту ділянку;

c – коефіцієнт, який визначається типу мережі, матеріалом струмопровідних жил проводів й кабелів та напруги живлення (для трифазної мережі $c = 72$, для однофазної $c = 12$);

S_k – площа поперечного перерізу жил кабеля k -ї ділянки.

Електричний момент навантаження k -ї ділянки розрахуємо за формулою:

$$M_k = P_{yk} \cdot l_k, \quad (3.4)$$

де P_{yk} – сумарна встановлена потужність електричних споживачів, які живляться через k -ту ділянку;

l_k – довжина k -ї ділянки.

Розрахунок покажемо на прикладі ділянок групової лінії 11.0.ЩО-1, як однієї із найзавантаженіших, а відстань від щита до найвіддаленішого споживача є найбільшою. Еквівалентну схему для розрахунку показано на рис. 3.7.

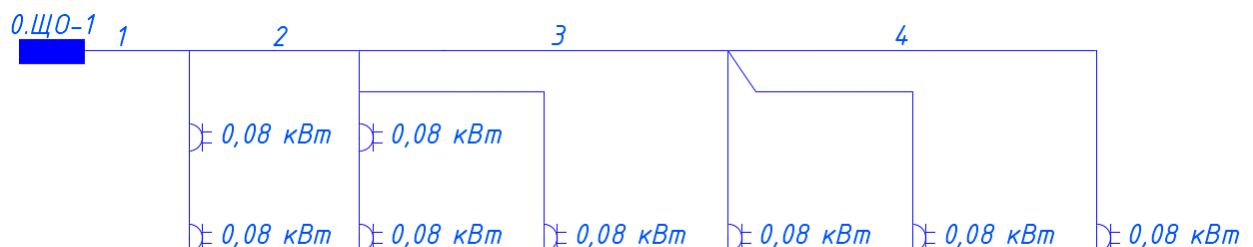


Рисунок 3.7 – Еквівалентна схема для розрахунку падінь та втрати напруги в груповій лінії 11.0.ЩО-1

Для ділянки 1 групової лінії 11.0.ЩО-1: $P_{y1} = 0,64 \text{ кВт}$, $l_1 = 10 \text{ м}$
Підставляючи чисельні значення у формулу (3.4), а потім чисельне значення
моменту навантаження M_1 , $c = 12$ та $S = 2,5 \text{ мм}^2$ у формулу (3.3), отримаємо:

$$M_1 = 0,64 \cdot 10 = 6,4 \text{ кВт} \cdot \text{м},$$

$$\Delta U_1 = \frac{6,4}{12 \cdot 2,5} = 0,21 \text{ \%}.$$

Для ділянки 2: $P_{y2} = 0,48 \text{ кВт}$, $l_2 = 15 \text{ м}$,

$$M_2 = 0,48 \cdot 15 = 7,2 \text{ кВт} \cdot \text{м},$$

$$\Delta U_2 = \frac{7,2}{12 \cdot 2,5} = 0,24 \text{ \%}.$$

Для ділянки 3: $P_{y3} = 0,24 \text{ кВт}$, $l_3 = 20 \text{ м}$,

$$M_3 = 0,24 \cdot 20 = 4,8 \text{ кВт} \cdot \text{м},$$

$$\Delta U_3 = \frac{4,8}{12 \cdot 2,5} = 0,16 \text{ \%}.$$

Для ділянки 4: $P_{y4} = 0,08 \text{ кВт}$, $l_4 = 15 \text{ м}$,

$$M_4 = 0,08 \cdot 15 = 1,2 \text{ кВт} \cdot \text{м},$$

$$\Delta U_4 = \frac{1,2}{12 \cdot 2,5} = 0,04 \text{ \%}.$$

Сумарна втрата напруги від щита 0.ЩО-1 до найвіддаленішого
споживача групової лінії 11.0.ЩО-1:

$$\Delta U_{11.0.ЩО-1} = 0,21 + 0,24 + 0,16 + 0,04 = 0,65 \text{ \%}.$$

Для лінії, яка живить щит освітлення 0.ЩО-1: $P_{0.ЩО-1} = 3,69 \text{ кВт}$,
 $I_{0.ЩО-1} = 5 \text{ м}$,

$$M_{0.ЩО-1} = 3,69 \cdot 5 = 18,5 \text{ кВт} \cdot \text{м},$$

$$\Delta U_{0.ЩО-1} = \frac{18,5}{72 \cdot 4} = 0,06 \text{ \%}.$$

Аналогічно виконуємо розрахунок і для інших групових ліній та ділянок електричної мережі приміщень укриття. Результати розрахунку приведено в табл. 2.7.

З результатів розрахунку видно, що максимальна втрата напруги від щита РП до найвіддаленішого споживача притаманна для групової лінії 09.0.ЩО-2 і становить 1,57 %.

3.3 Висновки до розділу

1. Шляхом світлотехнічного розрахунку систем робочого та аварійного освітлення приміщень укриття встановлено кількість та потужність світлових приладів для забезпечення нормованих світлотехнічних параметрів у кожному приміщенні.

2. На основі результатів розрахунку встановлено, що сумарна потужність світильників у системах робочого освітлення приміщень становить для системи робочого освітлення становить 2,144 кВт, а для системи аварійного освітлення – 0,240 кВт.

3. Виконано розрахунок втрат напруги від щитів до найвіддаленіших споживачів кожної групової лінії, а також падінь напруги від щитів розподільчого пристрою до освітлювальних щитів. Встановлено, що максимальна втрата напруги від щита розподільчого пристрою до найвіддаленішого споживача (групова лінія 09.0.ЩО-2) становить 1,57 %.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Економічне та соціальне значення заходів з техніки безпеки та охорони праці

Економічне значення охорони праці та техніки безпеки оцінюється за результатами, отриманими при зміні соціальних показників шляхом впровадження заходів з покращення умов праці: підвищення продуктивності праці; зниження непродуктивних витрат часу і праці; збільшення фонду робочого часу; зниження витрат, пов'язаних з плинністю кадрів через умови праці, тощо. Збільшення фонду робочого часу і ефективність використання обладнання досягається шляхом зниження простоїв протягом зміни внаслідок погіршення самопочуття через умови праці та мікротравми. При комплексній дії на людину декількох шкідливих виробничих чинників простої на робочому місці можуть досягати 20...40% за зміну через виробничий травматизм та погане самопочуття. Зростання непродуктивних витрат часу, а значить, і праці, обумовлюється також поганою організацією робочих місць: без урахування ергонометричних вимог виникає необхідність виконання зайвих рухів та докладання додаткових фізичних зусиль через незручне положення, невдале розташування органів управління обладнанням і невдале конструктивне оформлення робочих місць. В результаті поліпшення умов праці нормалізується психологічний клімат в трудовому колективі, підвищується налагодженість в роботі, зростає продуктивність праці. Збільшення фонду робочого часу досягається скороченням цілодобових втрат на виробничий травматизм та неявки на роботу. Шкідливі умови праці суттєво впливають не тільки на виникнення професійних захворювань, а й на виникнення і тривалість загальних захворювань.

Ефективність заходів щодо поліпшення умов і охорони праці оцінюється, в першу чергу, за показниками соціальної ефективності, які передбачають створення умов праці, що відповідають санітарним нормам і вимогам правил безпеки. Покращення умов і охорони праці призводить до зменшення кількості

виробничих травм, загальної і професійної захворюваності; до скорочення чисельності працівників, що працюють в умовах, які не відповідають санітарно-гігієнічним нормам; зменшення кількості випадків виходу на пенсію за інвалідністю внаслідок травматизму чи професійної захворюваності; скорочення плинності кадрів через незадовільні умови праці тощо.

Для оцінки соціальної ефективності заходів з удосконалення умов та охорони праці використовуються такі показники: скорочення кількості робочих місць, що не відповідають вимогам нормативних актів щодо безпеки праці; скорочення чисельності працівників, які працюють в умовах, що не відповідають санітарним нормам; збільшення кількості машин, механізмів та виробничих приміщень, приведених до вимог норм охорони праці; зменшення коефіцієнта частоти травматизму; зменшення коефіцієнта тяжкості травматизму; зменшення коефіцієнта частоти професійних захворювань через несприятливі умови праці; зменшення коефіцієнта тяжкості захворювання; зменшення кількості випадків виходу на пенсію за інвалідністю внаслідок травматизму чи професійного захворювання; скорочення плинності кадрів через несприятливі умови праці.

Показники соціальної і соціально-економічної ефективності використовуються для визначення фактичного рівня питомих витрат, необхідних для зменшення кількості працюючих у незадовільних умовах, зниження рівня травматизму, захворюваності, плинності кадрів на різних підприємствах та в економіці в цілому.

4.2 Аналіз причин виникнення надзвичайних ситуацій

Основними причинами для виникнення надзвичайних ситуацій є:

- аварії і катастрофи;
- стихійні лиха (природні катаклізми);
- епідемії, епізоотії, епіфітотії;
- збройні конфлікти та інші фактори соціального і політичного характеру.

Аварія – небезпечна подія техногенного характеру, що створює на об'єкті, території, або акваторії загрозу для життя і здоров'я людей і призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю.

Катастрофа – великомасштабна аварія з тяжкими, трагічними наслідками.

Вивчення причин виникнення виробничих аварій і катастроф свідчить про їх велике різноманіття, але за суттю ці причини можна об'єднати в дві групи. Перша – це проектно-виробничі помилки і порушення (помилки при проектуванні підприємств, порушення будівельних норм і правил, низька якість будівельних робіт, використаних матеріалів і конструкцій, порушення техніки безпеки і технологічних процесів виробництва, відсутність постійного контролю за потенційно небезпечними об'єктами). Друга група причин обумовлена тим, що не всі явища природи пізнані.

Великі темпи сучасного науково-технічного прогресу створили умови для великої концентрації радіаційно-, хімічно-, та вибухонебезпечних виробництв. По залізницям і трубопроводам транспортуються в великій кількості небезпечні речовини, внаслідок чого зросла ймовірність виникнення значних аварій і катастроф.

Стихійні лиха є причиною утворення катастрофічних наслідків. За даними ООН за останні 20 років наслідки стихійних лих відчули більш ніж 1 млрд. людей, в них загинуло біля 3 млн.

На території України можуть виникати НС природного характеру досить часто і у великих масштабах. Так, землетрус силою 9 балів може охопити західні, південно- західні регіони і Крим на загальній площі біля 27тис.кв.км. Прибережні райони басейну Чорного моря можуть виявитися під впливом цунамі (морські хвилі від підземного землетрусу). Щорічно окремі райони потерпають від дій бурь, ураганів, повеней та інших явищ. Особливо катастрофічним була повінь в Закарпатті у листопаді 1998 року.

Війна завжди була великим лихом. Людство Землі перенесло більше 14500 воєн, в яких загинуло 3640млн. людей. На сьогодні накопичена велика

кількість сучасної зброї в тому числі ядерної, і сучасних засобів доставки її до цілей: міжконтинентальних балістичних ракет (МБР), підводних човнів-ракетоносців, стратегічної й тактичної авіації, що дозволяють доставити заряди до цілей в короткі терміни. Час польоту МБР на відстань 11-12 тис.км. складає всього 30-40 хв.

Враховуючи масштабність і збільшену ймовірність виникнення НС, перед суспільством існує проблема захисту населення, матеріальних цінностей і навколишнього середовища в умовах мирного і воєнного часу. Вирішення цієї проблеми базується на завчасному прогнозуванні та оцінці наслідків можливих НС в конкретному регіоні, на об'єкті і проведенні заходів щодо запобігання НС і зниженню їх негативних наслідків. Прогнозування обстановки можливе на знанні характеристик осередків ураження, що утворюються в разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Осередком ураження (ОУ) називається територія, на якій в результаті дії уражаючих факторів виникли руйнування будівель і споруд, пожежі, зараження атмосфери і місцевості та ураження людей, сільськогосподарських тварин і рослин. ОУ може утворитися під впливом одного уражаючого фактора (простий), або під впливом декількох первинних і вторинних уражаючих факторів (складний). Осередок ураження характеризується:

- формою (положенням меж осередку на місцевості): коло, трикутник, еліпс і ін.
- розмірами (радіус, глибина, площа)
- завданими збитками (кількістю уражених людей і тварин, зруйнованих будинків і споруд, грошовою сумою втрат матеріальних цінностей).

4.2 Чинники небезпеки при експлуатації освітлювальних систем

При монтажних та ремонтних роботах систем освітлення робочий персонал може зазнати впливу шкідливих факторів, а джерелами потенційної небезпеки для здоров'я людей є:

- електромагнітне та електричне поле;
- параметри мікроклімату;

– виробничий шум.

Електромагнітні поля (ЕМП) – це змінні електричні та магнітні поля, що поширюються у просторі у формі хвиль зі швидкістю світла. Ступінь біологічного впливу електромагнітних полів на організм людини залежить від частоти коливань, напруженості та інтенсивності поля, тривалості його впливу. Учені встановили, що найбільшу небезпеку для організму представляє тривале опромінення впродовж декількох років. Унаслідок дії електромагнітних полів можливі як гострі, так і хронічні ураження, порушення в системах і органах, функціональні зсуви в діяльності нервово-психічної, серцево-судинної, ендокринної, кровотворної та інших систем організму людини. Найбільший вплив на електромагнітну обстановку будь-яких будівель в діапазоні промислової частоти 50 Гц вносить електротехнічне устаткування, а саме: кабельні лінії, що підводять електрику до усіх квартир та інших споживачів системи життєзабезпечення будівлі, а також розподільні щити і трансформатори.

Виробничий мікроклімат, як правило, відрізняється значною мінливістю, нерівномірністю по горизонталі та вертикалі, різноманітністю сполучень температури, вологості, рухомості повітря, інтенсивності випромінювання залежно від особливостей технології виробництва, кліматичних особливостей місцевості, конструкцій споруд, організації повітрообміну із зовнішнім середовищем.

Відомо, що надлишкова вологість повітря негативно впливає на механізм терморегуляції організму. Особливо шкідливою є вологість повітря, яка перевищує 70 – 75 % за температури 30 °С і більше. Фізична робота в умовах підвищеної температури призводить до прискорення серцебиття, зниження артеріального тиску. За низької температури може статися переохолодження організму, що спричинить простудне захворювання. Згідно з результатами досліджень людина є працездатною і нормально себе почуває, якщо температура навколишнього повітря не виходить за межі 18 – 20 °С, відносна вологість – 40 – 60 %, швидкість руху повітря – 0,1 – 0,2 м/с. Висока температура послаблює організм, викликає млявість, а низька – сковує рухи, що

при обслуговуванні електрообладнання спричиняє підвищену небезпеку травмування. За високої температури та вологості може статися перегрів тіла та тепловий удар, який може бути викликаний також інфрачервоним випромінюванням.

Несприятливі суб'єктивні відчуття і вплив на організм людини зумовлює високочастотний шум з інтенсивністю 75 – 85 дБ. У персоналу, котрий має справу з гуркотливими машинами та механізмами, виникають стійкі порушення слуху, що нерідко призводить до професійних захворювань (глухуватості і глухоти). Найбільша втрата слуху спостерігається протягом перших десяти років роботи, і з плином часу ця небезпека зростає. Тривала дія шуму на організм людини призводить до розвитку хронічної перевтоми, зниження працездатності, виникнення таких симптомів як поганий сон, сонливість, зниження слуху, порушення терморегуляції. Усе це може спричинити аварію на об'єкті. Короткочасний, навіть одноразовий вплив шуму високої інтенсивності може спричинити повну загибель спірального органу або розрив барабанної перетинки, що супроводжується почуттям закладеності та різким болем у вухах. Наслідком баротравми нерідко буває повна втрата слуху. Крім того, шум впливає на систему травлення і кровообігу, серцево-судинну систему. У разі постійного шумового фону до 70 дБ виникає порушення ендокринної та нервової систем, до 90 дБ – порушується слуг, до 120 дБ – виникає нестерпний фізичний біль. Шум не лише погіршує самопочуття людини, а й знижує продуктивність праці на 10 – 15 %. У зв'язку з цим боротьба з ним має не лише санітарно-гігієнічне, а й велике техніко-економічне значення.

Окрема група факторів, що впливає на здоров'я персоналу є важкість праці (навантаження на центральну нервову систему, органи чуття, емоційну сферу – інтелектуальне, емоційне навантаження, ступінь монотонності навантаження).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Визначено види та призначення споруд цивільного захисту. Встановлено основні вимоги до систем освітлення та електропостачання будівель та споруд, призначені для цивільного захисту населення.

2. Наведено основні відомості про об'єкт проектування. Встановлено, що сумарна площа усіх приміщень підвального поверху становить 818,23 м², з яких 44 % відведено під укриття.

3. Метою даної роботи є розроблення технічних рішень щодо проектування системи освітлення приміщень підвального поверху будівлі середньої загальноосвітньої школи, відведених під укриття. Для досягнення цієї мети є необхідним виконання наступного: вибір виду та системи освітлення, нормованих світлотехнічних параметрів, світлових приладів; світлотехнічний розрахунок систем робочого та аварійного освітлення; проектування та розрахунок електричної мережі будівлі підвального поверху.

4. Здійснено вибір виду та систем освітлення для приміщень укриттів. Для усіх приміщень вибрано систему загального рівномірного робочого освітлення. В якості аварійного освітлення вибрано освітлення шляхів евакуації. Для систем робочого освітлення усіх приміщень вибрано значення нормованої середньої освітленості. Для деяких приміщень регламентованими характеристиками є коефіцієнт рівномірності та індекс блискавості (приміщення укриття, медичний пост, електроощиова, приміщення вентиляторів).

5. В якості світлових приладів вибрано світильники з напівпровідниковими джерелами світла. Для системи робочого освітлення основних приміщень (укриття, приміщення зберігання, приміщення вентиляторів) запропоновано використати світильники типу ДПП07В. Для приміщень основних коридорів та медичного поста використано світильники ДББ01В Селена-LED-A, для освітлення приміщень санвузлів та освітлення входів у будівлю – ДББ26У-Седена-LED, для решти приміщень – ДПП01В. Для системи аварійного освітлення шляхів евакуації використано світильники

ДПП06У та світлові показчики ДБО02ВСП.

6. Шляхом світлотехнічного розрахунку систем робочого та аварійного освітлення приміщень укриття встановлено кількість та потужність світлових приладів для забезпечення нормованих світлотехнічних параметрів у кожному приміщенні. На основі результатів розрахунку встановлено, що сумарна потужність світильників у системах робочого освітлення приміщень становить для системи робочого освітлення становить 2,144 кВт, а для системи аварійного освітлення – 0,240 кВт.

7. Живлення світлових приладів робочого освітлення та розеток передбачено по 20 групових лініях від двох щитів. Живлення світлових приладів системи аварійного освітлення – по чотирьох групових лініях від одного щита.

8. Для даної електричної мережі виконано розрахунок по струму навантаження, на основі результатів якого вибрано кабелі та апарати захисту. В якості кабелів для електричної мережі вибрав кабелі ВВГнгд з площею поперечного перерізу $1,5 \text{ мм}^2$ для живлення світильників систем робочого та аварійного освітлення та $2,5 \text{ мм}^2$ – для живлення інших споживачів. Живлення щитів робочого освітлення запропоновано виконати трифазними пятижильними кабелями з площею поперечного перерізу жил $4,0 \text{ мм}^2$.

9. Описано установку автоматичного увімкнення резерву для перемикання на живлення від третього незалежного джерела.

10. Виконано розрахунок втрат напруги від щитів до найвіддаленіших споживачів кожної групової лінії, а також падінь напруги від щитів розподільчого пристрою до освітлювальних щитів. Встановлено, що максимальна втрата напруги від щита розподільчого пристрою до найвіддаленішого споживача (групова лінія 09.0.ЩО-2) становить 1,57 %.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кодекс цивільного захисту України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 07.05.2025).
2. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту.– К.: Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023.– 122 с.
3. Електробезпека: Підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 295 с., рис. 80, табл. 20.
4. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне світлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.
5. ДСТУ EN 12464-1:2016 (EN 12464-1:2011, IDT). . Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1.– К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016.– 53 с.
6. Курс лекцій з дисципліни “Світлотехнічні установки та системи” для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Уклад.: Я.М. Осадца. – Тернопіль: ТНТУ 2020 – 146 с.
7. Тарасенко, М. Г., & Козак, К. М. (2017). MAXIMUM POSSIBLE LUMINOUS EFFICACY OF LIGHT SOURCES. *Lighting Engineering & Power Engineering*, (3), 8–13. Retrieved from <https://lepe.kname.edu.ua/index.php/lepe/article/view/358>
8. Андрійчук, В. , Наконечний, М. , Осадца, Я. і Філюк, Я. 2020. ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА У ВИПАДКУ ІМПУЛЬСНОГО ЖИВЛЕННЯ. *ТЕХНІЧНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА*. 1 (Січ 2020), 068. DOI:<https://doi.org/10.15407/techned2021.01.068>.
9. ДПП07В. URL: https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DPP07V.pdf (дата звернення: 24.05.2025).
10. ДББ01В Селена-LED-A. URL: https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DBB01V.pdf (дата звернення: 24.05.2025).
11. ДББ26У Селена-LED. URL: [53](https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DBB26U(SELENA-</div><div data-bbox=)

[LED\).pdf](#) (дата звернення: 27.05.2025).

12. ДПП01В. URL: https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DPP01V.pdf (дата звернення: 24.05.2025).

13. ДПП06У (аварійний). URL: https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DPP06U.pdf (дата звернення: 29.05.2025).

14. ДБО02ВСП (аварійний). URL: https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DBO02VSP.pdf (дата звернення: 29.05.2025).

15. ДБН В.2.5 – 23 – 2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення – К.: Мінрегіонбуд України, 2010.– 171 с

16. Автоматичний вимикач ETIMAT 6 1р С4. URL: <https://www.eti.ua/produksiya-ua/miniature-circuit-breakers-mcb/002141510-etimat-mcb-4a-c-1-6-ac-230-400> (дата звернення: 01.06.2025).

17. АВР - Автоматичне Введення Резерву URL: <https://elmar.com.ua/proekt-rozrahunok-zborka-schitv/avr-avtomatichne-vvedennya-rezervu/> (дата звернення: 15.05.2025)

18. Белякова. І. В. «Монтаж та експлуатація світлотехнічних установок» для студентів за напрямом підготовки 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» всіх форм навчання : курс лекцій / І. В. Белякова. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. — 117 с.

19. Тарасенко М.Г., Коваль В.П., Буняк О.А., Мовчан Л.Т. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого рівня вищої освіти за ОПП Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/ В.П. Коваль, М.Г. Тарасенко, О.А. Буняк, Л.Т. Мовчан – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 50 с.