

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект освітлення адміністративної будівлі в с. Блиставиця Київської обл.

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи ЕТс-41

спеціальності 141 – Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Гарматій І.Т.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Костик Л.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Вакуленко О.О.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Тарасенко М.Г.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТс–41. - Т.: ТНТУ, 2022.

Стор. 69; рис. 17; табл. 16; креслень 4; джерел 22; додатків 3 стор.

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на підставі завдання на тему: «Проект освітлення адміністративної будівлі в с. Блиставиця Київської обл.».

Метою роботи є розробка проекту системи робочого та аварійного освітлення приміщень будівлі адміністративного призначення.

На підставі світлотехнічного та електротехнічного розрахунків запропоновано проект систем робочого та аварійного освітлення адміністративно-побутових, господарських та допоміжних приміщень адміністративної будівлі.

Ключові слова:

СВІТЛОВИЙ ПРИЛАД, СВІТЛОВИЙ ПОТІК, ОСВІТЛЕНІСТЬ, КОЕФІЦІЄНТ ЗАПАСУ, КОЕФІЦІЄНТ ВИКОРИСТАННЯ, ПОКАЗНИК ДИСКОМФОРТУ.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	<b>6</b>
<b>1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	<b>8</b>
1.1 Аналіз основних вимог щодо освітлення приміщень адміністративних та громадських будівель	8
1.2 Методи та засоби освітлення приміщень адміністративних та громадських будівель	11
1.3 Аналіз об'єкта проектування	15
1.4 Висновки до розділу	17
<b>2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b>	<b>19</b>
2.1 Вибір виду, системи освітлення та джерел світла	19
2.2 Вибір світлотехнічних нормованих параметрів системи освітлення об'єкту	21
2.3 Вибір світлових приладів	22
2.4 Вихідні дані до світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки адміністративної будівлі	25
2.5 Схема живлення освітлювальної установки адміністративної будівлі	29
2.6 Висновки до розділу	31
<b>3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ</b>	<b>33</b>
3.1 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення приміщень адміністративної будівлі	33
3.1.1 Розрахунок на основі методу коефіцієнта використання	33
3.1.2 Розрахунок циліндричної освітленості	36
3.1.3 Розрахунок за допомогою пакету DIALux	37
3.1.4 Розрахунок вертикальної освітленості	42
3.1.5 Розрахунок освітленості сходових кліток та аварійного освітлення	43

3.2 Розрахунок електричної освітлювальної мережі адміністративної будівлі	45
3.2.1 Розрахунок електричної освітлювальної мережі по струму навантаження та вибір апаратів захисту	46
3.2.2 Розрахунок електричної освітлювальної мережі за втратою напруги	50
3.3 Висновки до розділу	53
<b>4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	<b>55</b>
4.1 Вплив освітлення на організм людини	55
4.2 Дія електричного струму на організм людини	57
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	<b>61</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</b>	<b>64</b>
<b>ДОДАТОК 1</b>	<b>67</b>

## ВСТУП

Однією із причин зниження працездатності є виконання зорової роботи при несприятливих умовах освітлення. Завдяки зоровій втомі швидше розвивається загальна втома організму працюючого, що в значній мірі відображається на його продуктивності та якості виконання ним роботи.

Тому, при проектуванні систем освітлення основну увагу перш за все потрібно приділяти забезпеченням освітлювальною установкою кількісних та якісних показників освітлення, котрі регламентуються нормативними документами. Основними шляхами забезпечення сприятливих умов зорової роботи, котрі б усували швидке втомлення зорового апарату, виникнення професійних захворювань у працівників, підвищували продуктивність праці та якість роботи, системи освітлення повинні відповідати таким вимогам:

- створення рівнів освітленості робочих поверхонь, котрі відповідають характеру зорової роботи і відповідають встановленим нормативним вимогам;

- уникнення засліплення як від самих джерел джерел світла та світлових приладів, так і від інших світло відбиваючих поверхонь, що знаходяться в полі зору;

- забезпечення достатньої рівномірності та постійності рівня освітленості;

- усунення тіней на робочих поверхнях;

- забезпечення необхідних умов створення контрасту між об'єктами розглядання та фоном;

- відсутність небезпечних та шкідливих виробничих факторів (підвищений рівень шуму, теплові випромінювання високої інтенсивності, небезпека ураження електричним струмом, пожежо- та вибухонебезпека світильників);

- надійність та простота в експлуатації, естетичність та економічність.

Саме вимоги до економічності освітлювальних установок зумовлені тим, що в даний час частка від всієї генерованої електричної енергії, котра

затрачається на живлення систем електропостачання житлових та громадських будівель становить приблизно 40 %, при цьому значна її частина витрачається на системи освітлення. Основними шляхами зниження енергоспоживання освітлювальними установками є:

- використання енергоефективних джерел світла;
- застосування світлових приладів із найбільш ефективним світлорозподілом щодо кожного окремо взятого приміщення.

Тому важливою залишається задача проектування освітлювальних систем, котрі б забезпечували виконання нормативних вимог, а їх енергоспоживання було б найнижчим.

## 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Аналіз основних вимог щодо освітлення приміщень адміністративних та громадських будівель

У відповідності із Державними будівельними нормами [1] до адміністративних будівель відносяться будинки та споруди, у яких можуть розміщуватись приміщення управління, конструкторські бюро, приміщення інформаційно-технічного призначення, копіювально-розмножувальних служб та обчислювальної техніки, а також охорони праці й приміщення для навчальних занять. До громадських будівель та споруд, згідно із [2], відносяться будинки та приміщення, в яких розміщуються заклади, підприємства, організації, завданнями котрих є надання послуг фізичним особам (населенню) або юридичним особам (громадам або державі).

Для адміністративних та громадських будівель необхідним є забезпечення приміщень світлом від систем природного та штучного освітлення [3]. Винятки для проектування природного освітлення можуть становити приміщення, які розташовуються в підвальних поверхах, а також актові, демонстраційні та конференцзали, лекційні аудиторії, кулуарні приміщення, спортивні зали, приміщення лазень, приміщення для стоянки автомобільного транспорту, буфетні та інші приміщення [2].

Проектування установок штучного освітлення приміщень громадських та адміністративних будівель та споруд має в собі ряд особливостей в порівнянні із освітлювальними установками об'єктів іншого призначення (промислових), котрі полягають у наступному [4]:

- достатньо широка номенклатура приміщень, призначених як для короткострокового, так і перебування людей протягом тривалого часу;
- підвищені архітектурно-художні та естетичні вимоги як до інтер'єру приміщень, так і до зовнішнього вигляду споруд;

- використання широкого асортименту та різної кольорової гами покриттів огорожувальних конструкції та поверхонь, котрі обмежують внутрішній простір приміщень;

- оцінка якості освітлення часто є суб'єктивною через оцінку спостерігачів.

По забезпеченні умов виконання зорових задач приміщення адміністративних та громадських будівель і споруд можна умовно поділити на чотири групи [4, 5] (табл. 1.1). Умовність поділу полягає в можливості розміщення робочих місць, в межах яких ведеться зорова робота, притаманна одній групі, в приміщеннях іншої групи (наприклад робочі місця касирів в торговельних залах).

Таблиця 1.1 – Групи приміщень адміністративних та громадських будівель по забезпеченні умов виконання зорових задач

Група приміщень	Типи приміщень по характеру зорової роботи, яка в них виконується	Призначення приміщень
I	Робочі приміщення із напруженою зоровою роботою і фіксованим на робочу поверхню напрямком лінії зору	Робочі кімнати, кабінети, класи, читальні зали, лабораторії
II	Приміщення, в котрих зорова задача полягає в розрізненні об'єкта і огляді навколишнього простору	Торгівельні зали, обідні зали, музейні приміщення, конференц-зали, зали засідань, спортивні зали, групові, ігрові та спальні приміщення дитячих садків
III	Приміщення, в яких здійснюється огляд навколишнього простору	Глядацькі зали, фойє, кулуарні приміщення, холи, вестибюлі
IV	Приміщення, в котрих мають бути забезпечені умови для орієнтації спостерігача	Коридорні приміщення, сходові клітки, санітарні вузли



При проектуванні освітлення приміщень громадських та адміністративних будівель найважливішою задачею є забезпечення необхідних колориметричних та фотометричних характеристик світлового середовища. Крім цього до освітлювальних установок висувається ряд вимог щодо енергоощадності, надійності експлуатації та довговічності.

При цьому всі правила та норми освітлення офісних та адміністративних приміщень впливають із врахуванням візуальних потреб працівників, а саме:

- комфортність зорового сприйняття, тобто стану повної здатності до сприйняття та розрізнення об'єктів спостереження, із обмеженням або уникненням відчуття дискомфорту або перевтоми;
- візуальна ефективність полягає у забезпеченні умов освітлення, при яких максимізується точність та швидкість виконання різноманітних завдань із врахуванням природного стомлення працюючих;
- безпека полягає у відсутності загрози для працівника та мінімізації ризиків виникнення нещасних випадків, котрі пов'язані із недостатнім або надмірним освітленням робочого місця.

Комфортність зорового сприйняття та візуальну ефективність залежать від варіацій сприйнятих яскравості та кольору, що залежить від коефіцієнтів відбивання поверхонь, котрі оточують робоче місце, а також від спектрального складу випромінювання джерел світла. Тому в даний час велика увага приділяється як дизайну офісних інтер'єрів, так і колориметричним характеристикам джерел світла.

Зокрема в [3, 6] при розробці дизайну адміністративних та офісних приміщень рекомендується використовувати покриття поверхонь, котрі обмежують внутрішній простір приміщень із коефіцієнтами відбивання, показаними на рис. 1.1.

Щодо вимог по спектральному складу випромінювання, то у відповідності із рекомендаціями, наведеними в [3], для загального та місцевого освітлення приміщень потрібно застосовувати джерела світла із колірною температурою від 2400 до 6800 К, причому інтенсивність ультрафіолетового

діапазону в межах довжин хвиль від 320 до 400 нм не повинна перевищувати  $0,03 \text{ Вт/м}^2$ , а джерела світла із довжиною хвилі випромінювання 320 нм використовувати недопустимо.

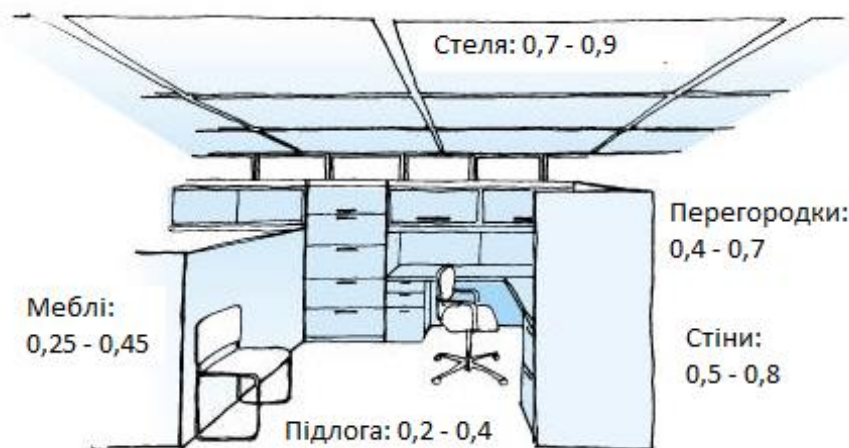


Рисунок 1.1 – Коефіцієнти відбивання поверхонь, котрі обмежують внутрішній простір приміщення

Вимоги щодо енергоощадності освітлювальних установок приміщень можна забезпечити виконанням умови:

$$e = 282 - 2,3 \cdot R_a \quad (1.1)$$

де  $e$  – мінімальне значення світловіддачі джерел світла;

$R_a$  – індекс кольоропередачі.

## 1.2 Методи та засоби освітлення приміщень адміністративних та громадських будівель

Для освітлення адміністративних приміщень перевага в застосуванні надається світловим приладам із лінійними люмінесцентними лампами типу T5 в комплекті із електронною пускорегулювальною апаратурою або світильникам із напівпровідниковими джерелами світла з тепло-білим або нейтрально-білим кольором випромінювання. Для забезпечення архітектурно-художніх вимог допускається також застосування ламп розжарювання в таких приміщеннях, як

кабінети керівників, залах засідань, фойє, виставкових та конференц-залах, вестибюлях. Крім того лампи розжарення та розрядні джерела світла допускається застосовувати в системах освітлення технічних та допоміжних приміщень.

В якості світлових приладів для освітлення основних приміщень можуть використовуватись підвісні, настельні та вбудовані світильники прямого, переважно прямого та розсіяного світла з кривими сили світла в нижню півсферу типу Д та Г. Графіки кривих сили світла та їх характеристики представлено на рис 1.2 та в табл. 1.2 відповідно.

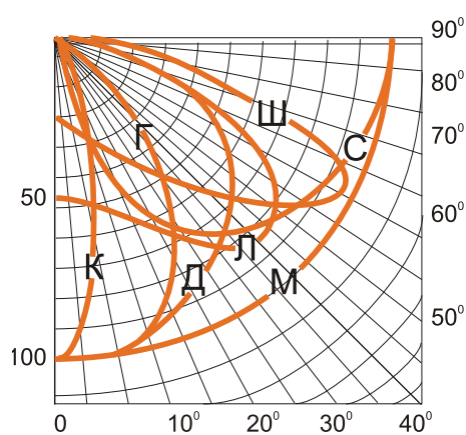


Рисунок 1.2 – Графіки кривих сил світла

Таблиця 1.2 – Характеристики кривих сил світла

Тип КСС		Зона напрямку максимальної сили світла, град.
К	Концентрована	0 – 15
Г	Глибока	0 – 30, 180 – 150
Д	Косинусна	0 – 35, 180 – 145
Л	Напівширока	35 – 55, 145 – 125
Ш	Широка	55 – 85, 125 – 95
М	Рівномірна	0 – 180
С	Синусна	70 – 90, 110 – 90

Загальноприйнятою для освітлення основних робочих приміщень адміністративних та громадських будівель та споруд є система загального рівномірного освітлення [4] (рис. 1.3 а). Проте, в нормах [3] допускається застосування системи комбінованого освітлення (рис. 1.3 б), для чого регламентується в робочих приміщеннях використання мережі розеток для живлення світлових приладів місцевого освітлення. Однак, з практичного досвіду встановлено, що нормована освітленість від системи загального рівномірного освітлення є цілком достатньою для виконання необхідних зорових задач, тому в більшості випадків розетки використовуються не за призначенням [4].



а)



б)

Рисунок 1.3 – Зображення систем загального рівномірного (а) та комбінованого (б) освітлення основних робочих приміщень адміністративних та громадських будівель

Важливою умовою при проектуванні освітлювальних установок є обмеження прямого та відбитого блиску. Обмеження прямого блиску можна досягається виконанням вимог щодо показника дискомфорту  $M$ , котрий розраховується за формулою [3]:

$$M = 10^{\frac{UGR+4,8}{16}}, \quad (1.2)$$

$$UGR = 8 \cdot \lg \left[ \frac{0,25}{L_{\phi}} \cdot \sum_{i=1}^{i=N} \frac{L_i^2 \cdot \omega}{p_i^2} \right], \quad (1.3)$$

де  $UGR$  – об'єднаний показник дискомфорту;

$L_{\phi}$  – яскравість фону;

$L_i$  – габаритна яскравість  $i$ -го джерела блиску в напрямку очей спостерігача;

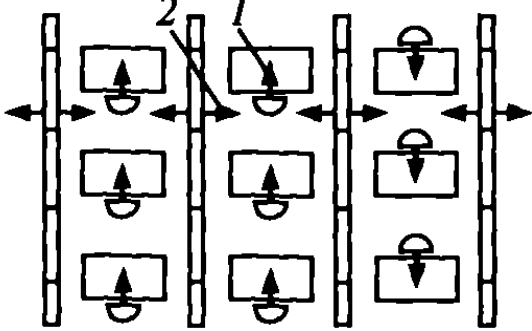
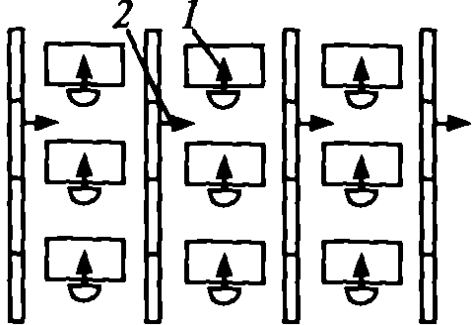
$\omega$  – розмір тілесного кута;

$p_i$  – індекс позиції  $i$ -го джерела світла відносно зорової лінії спостерігача.

Обмеження відбитого блиску забезпечується відповідним взаємним розміщенням світлових приладів відносно робочих місць, тобто дзеркальна складова відбитого світлового потоку від робочої поверхні не повинна співпадати із зоровою лінією працюючого. Тому світлові прилади рекомендується розміщувати суцільними рядами або з розривами, причому

довжина розриву не повинна перевищувати половину розрахункової висоти. Рекомендації щодо розміщення світлових приладів в залежності від напрямків лінії зору працюючих приведено в табл. 1.3 [4].

Таблиця 1.3 – Рекомендації розміщення світлових приладів в залежності від напрямків лінії зору працюючих

Розташування робочих місць	Рекомендація розміщення світлових приладів	Ілюстрація (1 – напрям лінії зору працюючих, 2 – напрями свічення світлових приладів)
Робочі місця розташовуються рядами, а лінія зору напрямлена вздовж приміщення	Ряди світлових приладів з кривими сили світла типу Л, Д та Г доцільно розміщувати вздовж лінії зору над проходами	
Робочі місця розташовуються рядами, а лінія зору усіх працюючих напрямлена вздовж приміщення в одну сторону	Лінії світлових приладів одностороннього світлорозподілу рекомендується розміщувати перпендикулярно до напрямку лінії зору таким чином, щоб світловий потік був напрямлений за голови працюючого	
	Лінії світлових приладів одностороннього світлорозподілу також рекомендується розміщувати вздовж лінії зору паралельно до вікон	

Для освітлення приміщень із відеотерміналами може застосовуватись як система загального, так і комбінованого освітлення. Причому, в системі комбінованого освітлення загальне освітлення виконується у вигляді локалізованого та у вигляді рівномірного при використанні світильників

прямого та відбитого світла відповідно. Місцеве освітлення рекомендується застосовувати лише для зони робочого столу, в межах котрої виконується робота з паперовими носіями інформації. Для обмеження прямої та відбитої складових блиску робочі місця із відео терміналами рекомендується розташовувати максимально віддалено від вікон, а світлові прилади – збоку від робочих місць.

### 1.3 Аналіз об'єкта проектування

Об'єктом проектування в даній роботі являється двоповерхова адміністративна будівля, котра розташована на вул. Ярослава Мудрого, буд. 1-А в с. Блισταвиця Бучанського району Київської області. Сумарна площа приміщень будівлі становить 594,21 м<sup>2</sup>, причому найбільшу частку по площі становлять приміщення першої групи по забезпеченні умов виконання зорових задач (табл. 1.1). Сумарна площа приміщень цієї групи становить 270,26 м<sup>2</sup>. На рис. 1.3 зображено структурну діаграму площ груп приміщень. Приміщення технічного призначення виділено в окрему групу – технічні приміщення.

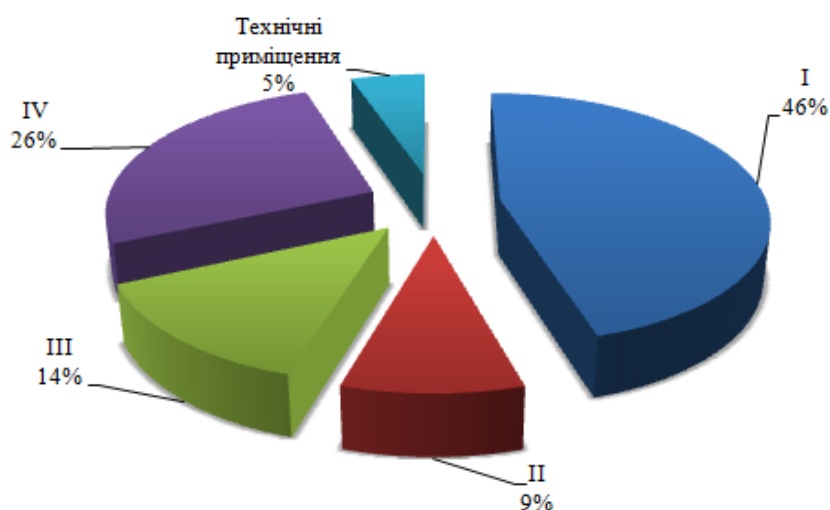


Рисунок 1.3 – Структурна діаграма площ груп приміщень

Поповерхові плани адміністративної будівлі показано в графічній частині роботи. Експлікації приміщень першого та другого поверхів представлено відповідно в табл. 1.4 та 1.5.

Таблиця 1.4 – Експлікація приміщень першого поверху

№ на плані	Найменування приміщення	Площа, м <sup>2</sup>
101	Вестибюль	34,52
102	Приміщення охорони	16,97
103	Приміщення прибирального інвентаря	5,56
104	Складське приміщення	5,04
105	Зона відпочинку охорони	9,14
106	Душова	1,71
107	Санвузол	1,94
108	Коридор	11,64
109	Кімната відпочинку 1	8,16
109.1	Вбиральня	1,32
110	Кімната відпочинку 2	7,43
110.1	Вбиральня	1,32
111	Кімната відпочинку 3	7,43
111.1	Вбиральня	1,32
112	Технічне приміщення	5,7
113	Технічне приміщення	7,18
114	Бойлерна	5,43
115	Коридор	16,89
116	Офісне приміщення 1	16,14
117	Електрощитова	7,21
118	Господарча кімната	5,64
119	Сходова клітка	13,4
120	Коридор	20,71
121	Офісне приміщення 2	13,29
122	Офісне приміщення 3	15,97
123	Приміщення персоналу	14,61
124	Санвузол	3,12
125	Офісне приміщення 4	10,72
126	Офісне приміщення 5	15,53
127	Санвузол	3,63
128	Тамбур	5,52
Сумарна площа приміщень		294,19

У всіх приміщеннях передбачається встановлення підвісної стелі з висотою зашивки 2,8 м. Згідно із вимогами до проекту, в кімнатах відпочинку потрібно передбачити розетки в кількості 2 шт./кім.



Таблиця 1.5 – Експлікація приміщень другого поверху

№ на плані	Найменування приміщення	Площа, м <sup>2</sup>
201	Сходова клітка	13,25
202	Офісне приміщення	19,56
203	Архів	5,22
204	Коридор	7,83
205	Офісне приміщення 7	14,12
206	Кімната прийому їжі	9,11
207	Офісне приміщення 8	16,83
208	Офісне приміщення 9	28,30
209	Офісне приміщення 10	16,84
210	Кабінет заступника директора	16,36
211	Приймальна	15,00
212	Кабінет директора	28,73
213	Санвузол для жінок	3,50
214	Санвузол для чоловіків	5,25
215	Конференс зал	45,25
216	Комутаційна	10,81
217	Офісне приміщення 11	9,87
218	Коридор	34,19
Сумарна площа приміщень		300,02

#### 1.4 Висновки до розділу

1. На основі аналізу основних вимог щодо освітлення приміщень адміністративних та громадських будівель встановлено особливості проектування освітлювальних установок таких об'єктів.

2. Проаналізовано методи та засоби освітлення адміністративних приміщень. Визначено, що загальноприйнятою для адміністративних приміщень є система загального рівномірного освітлення, проте також знаходить застосування система комбінованого освітлення. Розглянуто рекомендації розміщення світлових приладів в залежності від напрямків лінії зору працюючих.

3. Проведено аналіз приміщень об'єкта проектування. Встановлено, що сумарна площа приміщень будівлі становить 594,21 м<sup>2</sup>, причому найбільшу



частку (46 %) по площі становлять приміщення першої групи по забезпеченні умов виконання зорових задач.

## 2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Вибір виду, системи освітлення та джерел світла

За прийомом для освітлення усіх приміщень адміністративної будівлі зупинимо свій вибір на системі загального рівномірного освітлення, котра є загальноприйнятою для приміщень будівель такого типу [4, 5]. За призначенням освітлення поділяється на робоче, основне призначення якого полягає в забезпеченні нормованих умов освітлення, аварійне – застосовується при порушенні живлення установок робочого освітлення, охоронне – освітлення межі території, котра охороняється та чергове освітлення (рис. 2.1).

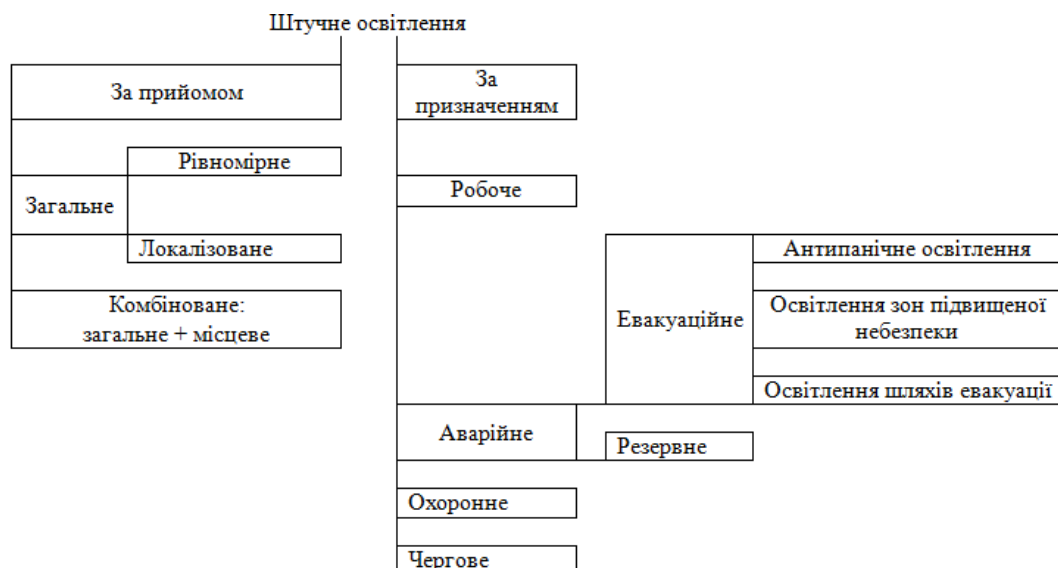


Рисунок 2.1 – Види та системи освітлення та їх класифікація

Для усіх приміщень застосуємо систему робочого освітлення. В якості аварійного освітлення застосуємо систему освітлення шляхів евакуації, котрі пролягають через коридорні приміщення.

Вибір джерел світла зупинимо на світловипромінювальних діодах. Напівпровідникові, в порівнянні із тепловими і розрядними джерелами світла мають наступні переваги:

- висока світлова віддача (150 – 200 лм/Вт);
- тривалий термін служби (від 40000 год);

- завдяки застосуванню різних типів люмінофорів є можливість отримання необхідних спектральних та колориметричних характеристик. Зазвичай в системах освітлення виробничих та громадських будівель застосовуються світлодіоди із холодно-білим, нейтрально-білим та тепло-білим кольором свічення (рис. 2.2) [7];

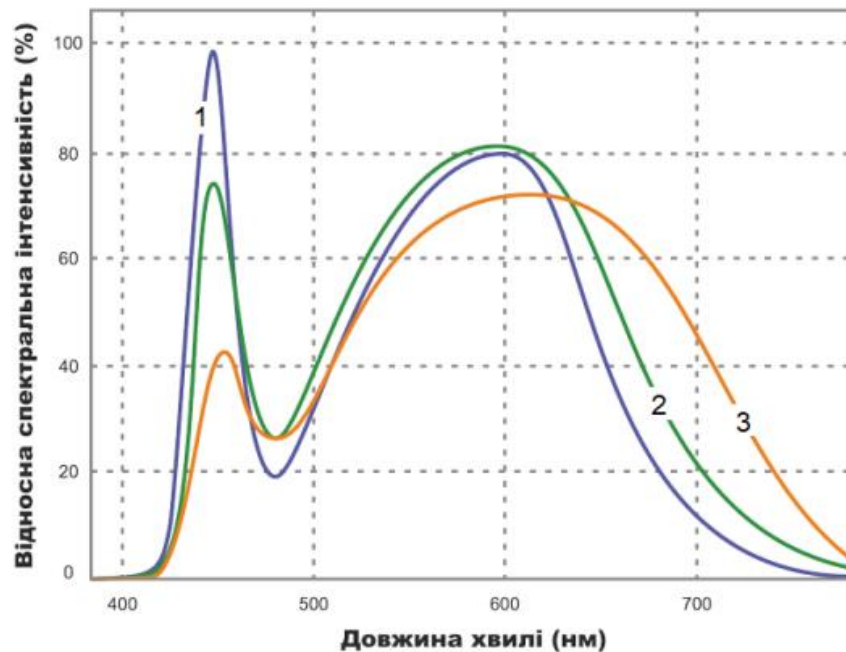


Рисунок 2.2 – Типові спектральні характеристики випромінювання світло діодів свічення: 1 – холодно-білого ( $T = 2700 \dots 3800 \text{ K}$ ), 2 – нейтрально-білого ( $T = 3800 \dots 4500 \text{ K}$ ), 3 – тепло-білого ( $T = 4500 \dots 6500 \text{ K}$ )

- можливість отримання високого індексу кольоропередачі (від 90 до 97 CRI);
- в якості оптичних систем у світлових приладах замість відбивачів здебільшого застосовують лінзи, що дозволяє підвищити світловий ККД приладів;
- досить невеликий час, котрий затрачається на запалювання та перезапалювання (практично миттєво);
- відсутність ртуті, на відміну від розрядних джерел світла, робить напівпровідникові джерела світла такими, що не потребують додаткових

спеціальних методів утилізації, а отже це здешевлює експлуатацію освітлювальної установки.

## 2.2 Вибір світлотехнічних нормованих параметрів системи освітлення об'єкту

Здійснимо вибір нормованих параметрів системи освітлення приміщень адміністративної будівлі із врахуванням вимог, наведених в [3]. Основною характеристикою при нормуванні освітлення є освітленість. Крім того для робочого освітлення певних категорій приміщень державними будівельними нормами регламентується показник дискомфорту  $M$ . Такими приміщеннями є насамперед основні та деякі допоміжні приміщення, приміщення, до котрих відносяться офісні приміщення, конференсзал вестибюль, приміщення охорони, комутаційна, архів, технічні та господарські приміщення. Значення світлотехнічних нормованих параметрів приведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Значення світлотехнічних нормованих параметрів робочого освітлення приміщень адміністративної будівлі

Тип приміщень	Позначення на плані	Нормована освітленість, лк	Висота та тип робочої поверхні	Показник дискомфорту, не більше
Вестибюль	101	150	Г – 0,0	90
Приміщення охорони, офісні приміщення, робочі кабінети	102, 116, 121, 122, 125, 126, 202, 205, 207 – 212, 217	300	Г – 0,8	90
Конференс зал	215	300	Г – 0,8	60
		75	Циліндрична	
Комутаційна	216	400	Г – 0,8	40
Кімната прийому їжі	206	200	Г – 0,8	40
Кімнати відпочинку	105, 109 – 111, 123	150	Г – 0,0	
Технічні та господарські приміщення	112, 113, 118	150	Г – 0,8	60

Продовження табл. 2.1

Тип приміщень	Позначення на плані	Нормована освітленість, лк	Висота та тип робочої поверхні	Показник дискомфорту, не більше
Електрощитова	117	150	Г – 0,8	60
		75	В – на щитах	
Архів	203	75	В – 1,0	60
Коридори, санвузли, бойлерна, тамбур, сходові клітки	107, 108, 115, 109.1 – 111.1, 119, 120, 124, 127, 128, 201, 204, 213, 214, 218	75	Г – 0,0	
Приміщення прибирального інвентарю, складське приміщення, душова	103, 104, 106	50	Г – 0,0	

Мінімальна освітленість аварійного освітлення шляхів евакуації становить 1,0 лк, причому нерівномірність освітленості характеризується відношенням максимальної освітленості до мінімальної, котре не повинна перевищувати 40.

### 2.3 Вибір світлових приладів

Світлові прилади для освітлення приміщень об'єкта проектування виберемо, виходячи насамперед із вимог щодо їх встановлення в приміщеннях, а також вимог щодо корельовано колірної температури їх свічення. Оскільки у вестибюлі, приміщенні охорони, офісних приміщеннях, робочих кабінетах, конференс залі, комутаційній, кімнатах прийому їжі, приміщенні архіву та коридорах передбачається використання підвісної стелі типу «Армстронг», то зупинемо свій вибір на світильниках, котрі монтуються в отвір підвісної стелі. Зокрема, для освітлення вестибюлю, приміщення охорони, офісних приміщень,

робочих кабінетів, конференс залу, комутаційної, та приміщення архіву використаємо світильником типу ДВО20У Юпітер-LED-панель (рис. 2.2). Технічні характеристики цього світильника приведені в табл 2.2 [8].



Рисунок 2.2 – Зображення світильника ДВО20У Юпітер-LED-панель

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики світильника ДВО20У Юпітер-LED-панель

Потужність, Вт	36, 45
Світловий потік, лм	4320, 5400
Світлова віддача, лм/Вт	120
Тип кривої сили світла	Д
Корельована колірна температура, К	4000, 6000
Коефіцієнт активної потужності	0,95
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP20

Освітлювальні установки кімнат відпочинку та коридорних приміщень виконаємо на основі використання світильників ДВО27У Юпітер-LED-2 (рис. 2.3), технічні характеристики якого показано в табл. 2.3 [9].



Рисунок 2.3 – Зображення світильника ДВО27У Юпітер-LED-2

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики світильника ДВО27У Юпітер-LED-2

Потужність, Вт	16, 33
Світловий потік, лм	2080, 4290
Світлова віддача, лм/Вт	130
Тип кривої сили світла	Д
Корельована колірна температура, К	3000, 4000
Коефіцієнт активної потужності	0,95
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP20

Стосовно корельованої колірної температури свічення світильників виберемо наступне:

для освітлення вестибюлю, приміщення охорони, офісних приміщень, робочих кабінетів, конференс залу, комутаційної, приміщення архіву та коридорних приміщень – світлові прилади із корельовано колірною температурою 4000 К;

для освітлення кімнат відпочинку – світлові прилади із корельованою колірною температурою 3000 К.

В усіх інших приміщеннях передбачається використання зашивки із гіпсоволоконних листів. Тому в якості світлових приладів вибираємо світильники, які можуть монтуватись на опорну поверхню. Зупинимо свій вибір на світильниках типу ДББ28У Селена-LED-М (рис. 2.4), технічні характеристики яких приведено в табл. 2.4 [10].



Рисунок 2.4 – Зображення світильника ДББ28У Селена-LED-М

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики світильника ДВО27У Юпітер-LED-2

Потужність, Вт	8 – 20
Світловий потік, лм	960 – 2400
Світлова віддача, лм/Вт	120
Тип кривої сили світла	Д
Корельована колірна температура, К	4000
Коефіцієнт активної потужності	0,95
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP65

При виборі приладів аварійного евакуаційного освітлення варто зауважити, що згідно із [3] та [12] функціонування освітлення шляхів евакуації повинне забезпечуватись протягом не менше 1 год в аварійному режимі. Тому потрібно зупиняти свій вибір на світлових приладах із блоками аварійного живлення, котрі можуть жити джерела світла не менше ніж 1 год. З цією метою свій вибір зупинимо на аварійних світлових покажчиках типу ДВО01ВСП (рис. 2.5). Їх технічні характеристики подано в табл. 2.5 [11].

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики світильника ДВО27У Юпітер-LED-2



Рисунок 2.4 – Зображення аварійного світового покажчика типу ДБО01ВСП

Потужність, Вт	6
Час роботи в аварійному режимі	до 10 год
Режими роботи	постійний непостійний постійний+ALARM непостійний+ALARM
Коефіцієнт активної потужності	0,95
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP20

#### 2.4 Вихідні дані до світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки адміністративної будівлі

Вихідними даними до світлотехнічного розрахунку систем освітлення є:

- значення нормованої освітленості, які необхідно забезпечити на робочих поверхнях;
- світлотехнічні характеристики світлових приладів;
- розрахункова висота встановлення світлових приладів над робочими поверхнями;
- коефіцієнт запасу.

Значення нормованої освітленості наведено в табл. 2.1 цього розділу. Світлотехнічними характеристиками світлових приладів, котрі використовуються у світлотехнічних розрахунках є світловий потік та крива сили світла. В попередньому пункті цього розділу наведено інформацію щодо світлового потоку та типу кривої сили світла світлових приладів.

Розрахункова висота  $h_p$  встановлення світлових приладів над робочою горизонтальною поверхнею визначається за формулою [13]:

$$h_p = h - h_1 - h_{p.n.}, \quad (2.1)$$



де  $h = 2,80$  м – висота приміщення;

$h_1$  – відстань між нижнім краєм світлового приладу та внутрішньою поверхнею стелі;

$h_{p.n.}$  – висота розташування розрахункової робочої поверхні над рівнем підлоги.

Відстань  $h_1$  визначимо, виходячи із габаритних розмірів, а саме товщини світлового приладу. На підставі даних, наведених в [8 – 10], отримаємо:

для світильників ДВО20У Юпітер-LED-панель  $h_1 = 0,00$  м ;

для світильників ДВО27У Юпітер-LED-2  $h_1 = 0,05$  м ;

для світильників ДББ28У Селена-LED-М  $h_1 = 0,07$  м .

Висоту робочої поверхні отримаємо із таблиці 2.1. Для приміщень охорони, офісних приміщень, робочих кабінетів, конференс залу, комутаційної, технічних та господарських приміщень, архіву  $h_{p.n.} = 0,80$  м, а для всіх інших приміщень –  $h_{p.n.} = 0,00$  м. Тоді для приміщень охорони, офісних приміщень, робочих кабінетів, конференс залу комутаційної, кімнати прийому їжі та архіву (де нормується лише вертикальна освітленість), у яких пропонується використання світильників типу ДВО20У Юпітер-LED-панель:

$$h_p = 2,80 - 0,00 - 0,80 = 2,00 \text{ м.}$$

У коридорних приміщеннях та кімнатах відпочинку пропонується використати світильники типу ДВО27У Юпітер-LED-2, отже

$$h_p = 2,80 - 0,05 - 0,00 = 2,75 \text{ м.}$$

У всіх інших приміщеннях пропонується використання світильників ДББ28У Селена-LED-М. Для електрощитової, технічних та господарських приміщень, у котрих  $h_{p.n.} = 0,80$  м:

$$h_p = 2,80 - 0,07 - 0,80 = 1,93 \text{ м,}$$

а для усіх інших приміщень, де  $h_{p.n.} = 0,00$  м:

$$h_p = 2,80 - 0,07 - 0,00 = 2,73 \text{ м.}$$

Задля забезпечення нормованої освітленості наприкінці терміну служби світлових приладів або перед їх черговим чищенням при виконанні світлотехнічних розрахунків необхідно враховувати зниження світлового потоку джерел світла чи світлових приладів внаслідок їх старіння та забруднення. Це здійснюється за допомогою використання коефіцієнта запасу, котрий визначається відношенням освітленостей на робочих поверхнях на початку та наприкінці терміну експлуатації освітлювальної установки або перед черговим чищенням світильників.

Коефіцієнт запасу  $K_z$ , визначимо на основі результатів коефіцієнта експлуатації  $MF$  [3]:

$$K_z = \frac{1}{MF}. \quad (2.2)$$

$$MF = LLMF \cdot LSF \cdot LMF \cdot RSMF, \quad (2.3)$$

де  $LLMF$  – коефіцієнт, котрий враховує спад світлового потоку джерел світла протягом експлуатації;

$LSF$  – коефіцієнт, котрий враховує, частину від повної кількості встановлених світлових приладів, котрі можуть працювати при заданих умовах;

$LMF$  – коефіцієнт експлуатації світильника;

$RSMF$  – коефіцієнт експлуатації поверхонь у приміщенні.

Оскільки у всіх приміщеннях застосовуються світлові прилади із напівпровідниковими джерелами світла, котрі здатні безперервно працювати не менше 50000 год, світловий потік котрих протягом експлуатації становитиме не менше, ніж 80 % від початкового, причому відсоток частини таких світлодіодів становить не менше 90, то на основі даних, наведених в табл. В4 [3] вибираємо:  $LLMF = 0,85$ ,  $LSF = 1$ .

Значення коефіцієнтів  $LMF$  та  $RSMF$  рекомендується вибирати в залежності від коефіцієнтів відбивання внутрішніх поверхонь зовнішніх

огороджувальних конструкцій, класу чистоти приміщень, класу світлорозподілу та ступеню пиловологозахисту світлових приладів. На підставі табл. В1 [3] визначимо клас чистоти приміщень. Для приміщень прибирального інвентарю, складського приміщення, технічних та господарських приміщень встановимо клас чистоти N (Normal), а для усіх інших приміщень – клас С (Clean). Встановимо, що інтервал планового очищення світильників становить 1 рік, а поверхонь – 3 роки.

По табл. В3 [3] визначаємо, що світильники ДВО20У Юпітер-LED-панель та ДВО27У Юпітер-LED-2 та ДБО01ВСП зі ступенем захисту від пилу та вологи IP20 відносяться до типу D, а світильники ДББ28У Селена-LED-М зі ступенем захисту IP65 – до типу E.

Тоді для приміщень, котрі відносяться до класу С зі світильниками типу D з таблиць В5 та В6 [3] при коефіцієнтах відбивання стелі стін та підлоги відповідно 0,7, 0,5 та 0,2 вибираємо  $LMF = 0,88$ ,  $RSMF = 0,94$ . Для приміщень класу чистоти С та світильниками типу E –  $LMF = 0,94$ ,  $RSMF = 0,94$ , а для приміщень класу чистоти N зі світильниками типу E –  $LMF = 0,94$ ,  $RSMF = 0,90$ .

Підставивши значення для коефіцієнтів  $LLMF$ ,  $LSF$ ,  $LMF$  та  $RSMF$  у формули 2.2 та 2.3, отримаємо:

для приміщень типу С зі світильниками класу D

$$MF = 0,85 \cdot 1 \cdot 0,88 \cdot 0,94 = 0,70,$$

$$K_s = \frac{1}{0,70} = 1,43.$$

для приміщень типу С зі світильниками класу E

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

$$K_s = \frac{1}{0,75} = 1,33.$$

для приміщень типу N зі світильниками класу E

$$MF = 0,85 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 0,90 = 0,72,$$

$$K_3 = \frac{1}{0,72} = 1,39.$$

Зведені результати розрахунку  $h_p$  та  $K_3$  представлено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Зведені дані розрахунку  $h_p$  та  $K_3$

Тип приміщень	Позначення на плані	Тип світлових приладів	$h_p$	$K_3$
1	2	3		
Вестибюль	101	ДВО20У Юпітер-LED-панель	2,80	1,43
Приміщення охорони, офісні приміщення, робочі кабінети, конференс зал, комутаційна, кімната прийому їжі, архів	102, 116, 121, 122, 125, 126, 202, 205, 207 – 212, 217, 215, 216, 206, 203,		2,00	1,43
Кімнати відпочинку, коридори	105, 109 – 111, 123, 108, 115, 120, 204, 218	ДВО27У Юпітер-LED-2	2,75	1,43
Технічні та господарські приміщення	103, 104, 112, 113, 118	ДББ28У Селена-LED-M	1,93	1,39
Електрощитова	117		1,93	1,33
Санвузли, бойлерна, тамбур, сходові клітки, душова	106, 107, 109.1 – 111.1, 114, 124, 127, 128, 201, 213, 214		2,73	1,39

## 2.5 Схема живлення освітлювальної установки адміністративної будівлі

Живлення світлових приладів робочого освітлення виконаємо груповими лініями від двох щитів освітлення ЩО1 та ЩО2, розміщених відповідно в приміщеннях 101 та 201. В офісних приміщеннях та робочих кабінетах вимагається використання приладів місцевого освітлення, живлення котрих має здійснюватись від електричних розеток, кількість яких визначається в залежності від площі приміщення та вибирається з розрахунку 1 розетка потужність 0,08 кВт [15] на 6 м<sup>2</sup>.

Живлення світлових приладів аварійного освітлення та сходових кліток передбачимо від щита аварійного освітлення ЩАО, розташованого в електрощитовій (позначення на плані 117). В табл. 2.6 приведено дані щодо груп споживачів та їх потужності.

Таблиця 2.6 – Групи споживачів електричної освітлювальної мережі адміністративної будівлі

Щит освітлення	Група	Споживачі	Потужність, кВт
ЩО1	гр. 1.1	Освітлення приміщень 109 – 111, 109.1 – 111.1, 112 – 114	0,205
	гр. 1.2	Освітлення приміщень 108, 115, 120, 128	0,144
	гр. 1.3	Освітлення приміщень 101 – 107	0,286
	гр. 1.4	Освітлення приміщень 123 - 127	0,233
	гр. 1.5	Освітлення приміщень 116 – 118, 121, 122	0,318
	гр. 1.6	Розетки у приміщеннях 109 - 111	0,480
	гр. 1.7	Розетки у приміщеннях 102, 105	0,240
	гр. 1.8	Розетки у приміщеннях 116, 121, 122	0,720
	гр. 1.9	Розетки у приміщеннях 123, 125, 126	0,560
		Сумарна потужність	
ЩО2	гр. 2.1	Освітлення приміщень 215 – 217	0,378
	гр. 2.2	Освітлення приміщень 209 – 212	0,432
	гр. 2.3	Освітлення приміщень 204, 213, 214, 218	0,112
	гр. 2.4	Освітлення приміщень 202, 203, 205 – 208	0,531
	гр. 2.5	Розетки у приміщенні 215	0,480
	гр. 2.6	Розетки у приміщеннях 215 – 217	0,480
	гр. 2.7	Розетки у приміщеннях 211, 212	0,640
	гр. 2.8	Розетки у приміщеннях 209, 210	0,480
	гр. 2.9	Розетки у приміщеннях 207, 208	0,640
	гр. 2.10	Розетки у приміщеннях 202, 203, 205, 207	0,560
	Сумарна потужність		4,733
ЩАО	гр. а1	Освітлення шляхів евакуації першого поверху та сходових кліток	0,074
	гр. а2	Освітлення шляхів евакуації другого поверху 209 – 212	0,024
	Сумарна потужність		0,094

Сумарна потужність світлових приладів системи робочого загального освітлення становить 2,639 кВт. Сумарна потужність розеток – 5,598 кВт. Сумарна встановлена потужність системи освітлення адміністративної будівлі – 8,653 кВт.

В якості щитів живлення робочого освітлення виберемо вбудовані щитки освітлення типу ЩР-12з-1, кількість модулів бокса яких становить 12 [16]. Для аварійного освітлення виберемо накладний щиток типу ЩО-6 [17].

В якості кабелів групових ліній використаємо трьохжильний кабель марки ВВГ. Для живлення щитів робочого і аварійного освітлення використаємо відповідно п'ятижильні та чотирижильний кабелі цієї марки.

## **2.6 Висновки до розділу**

1. В якості системи освітлення вибрано систему загального рівномірного освітлення приміщень. За призначенням в проекті передбачається встановити дві системи освітлення – робоче та аварійне.

2. Здійснено вибір світлотехнічних нормованих параметрів системи освітлення об'єкту. Встановлено, що для усіх приміщень в якості основного нормативного параметру регламентується освітленість горизонтальної робочої поверхні. Винятками є приміщення конференс залу та електрощитової, де окрім горизонтальної регламентується відповідно також циліндрична та вертикальна освітленість. Окрім цього, для освітлювальних установок приміщень вестибюлю, офісних приміщень та робочих кабінетів, конференс залу, господарських та технічних приміщень регламентованим параметром є також показник дискомфорту.

3. Здійснено вибір світлових приладів для освітлення приміщень об'єктів. В якості світлових приладів для освітлення офісних приміщень, робочих кабінетів, вестибюлю, конференс залу запропоновано використати світильники з напівпровідниковими джерелами світла типу ДВО20У Юпітер-LED-панель. Для освітлення кімнат відпочинку та коридорів вибрано світильники типу

ДВО27У Юпітер-LED-2 з корельованою колірною температурою свічення 3000 та 4000 К відповідно. Решту приміщень пропонується освітлювати світильниками ДББ28У Селена-LED-М.

4. В залежності від типу приміщень та вибраних світлових приладів встановлено розрахункову висоту приміщень, а також розраховано коефіцієнти запасу та експлуатації, котрі використовувались в подальших розрахунках. На основі отриманих результатів розрахунків встановлено, що розрахункова висота приміщень дорівнює від 1,93 до 2,75 м, а коефіцієнт запасу – від 1,33 до 1.43.

## 3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення приміщень адміністративної будівлі

#### 3.1.1 Розрахунок на основі методу коефіцієнта використання

Метою світлотехнічного розрахунку є визначення числа та потужності світлових приладів, при використанні яких забезпечуються нормовані значення світлотехнічних характеристик систем освітлення. Оскільки для робочого освітлення усіх приміщень пропонується використання загального рівномірного освітлення, то світлотехнічний розрахунок виконаємо за допомогою методу коефіцієнта використання світлового потоку. Даний метод дозволяє розраховувати середню освітленість горизонтальної поверхні із врахуванням прямої та відбитої складових світлового потоку, котрий попадає на цю поверхню. Згідно із цим методом освітленість  $E$  горизонтальної поверхні можна розрахувати за формулою [4, 13]:

$$E = \frac{N \cdot \Phi_{СП} \cdot U}{S \cdot z \cdot K_3}, \quad (3.1)$$

де  $N$  – кількість світлових приладів, котрі застосовуються в освітлювальній установці приміщення;

$\Phi_{СП}$  – світловий потік, котрий випромінюється одним світловим приладом;

$U$  – коефіцієнт використання світлового потоку;

$S$  – робоча площа приміщення;

$z$  – коефіцієнт мінімальної освітленості;

$K_3$  – коефіцієнт запасу.

Із врахуванням того, що при розрахунку на середню освітленість коефіцієнт  $z$  не враховується [13], то сумарний світловий потік  $\Phi_{\Sigma}$ , котрий



необхідний для забезпечення у приміщенні нормованої освітленості  $E_H$  можна розрахувати за формулою [4]:

$$\Phi_{\Sigma} = N \cdot \Phi_{СП} = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3}{U}. \quad (3.2)$$

В даній формулі коефіцієнт використання  $U$  визначається на основі довідкових даних [14] і залежить від типу кривої сили світла світлових приладів, коефіцієнтів відбивання внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій приміщення та від форми і геометричних розмірів приміщення, котрі характеризуються індексом  $i$ :

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (a + b)}, \quad (3.3)$$

де  $a, b$  – відповідно довжина та ширина внутрішнього простору приміщення;

Для приміщень необмеженої довжини індекс допускається розраховувати за формулою:

$$i = \frac{b}{h}. \quad (3.4)$$

Для світлових приладів із косинусною кривою сили світла при коефіцієнтах відбивання стелі, стін та підлоги відповідно 70, 50, 30 графік залежності коефіцієнта використання від індексу приміщення приведено на рис. 3.1.

Дану залежність можна аналітично описати з коефіцієнтом детермінації функцією:

$$U(i) = -0,005 \cdot i^4 + 0,07 \cdot i^3 - 0,364 \cdot i^2 + 0,904 \cdot i + 0,001. \quad (3.5)$$

Розрахунок за допомогою методу коефіцієнта використання покажемо на прикладі приміщення конференс залу (позначення на плані – 215). Для даного приміщення нормована освітленість  $E_H = 300$  лк, довжина та ширина

відповідно  $a = 12,10$  м,  $b = 3,74$  м, площа  $S = 45,25$  м<sup>2</sup>, розрахункова висота  $h_p = 2,00$  м.

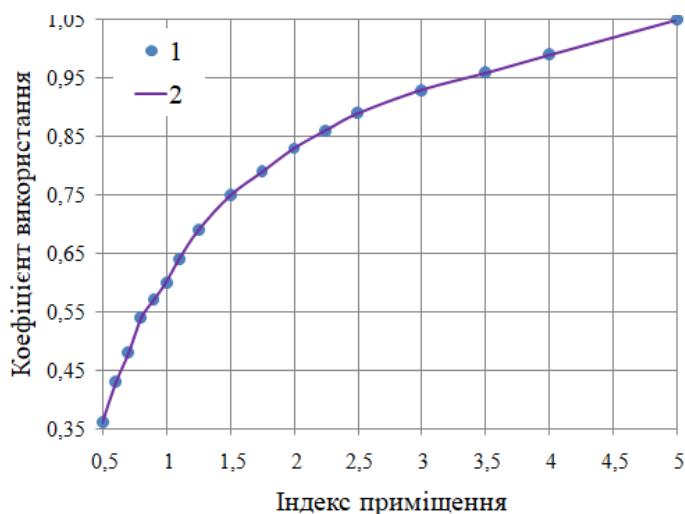


Рисунок 3.1 – Графіки залежностей коефіцієнта використання світлового потоку від індексу приміщень з коефіцієнтами відбивання стелі стін та підлоги відповідно 0,7, 0,5, 0,3 та світлових приладів з кривою сили світла типу Д:

1 – таблиці дані; 2 – аналітично описано функцією (3.5)

Індекс приміщення розрахуємо за формулою (3.3):

$$i = \frac{45,25}{2,00 \cdot (12,10 + 3,74)} = 1,43.$$

Підставивши значення індексу приміщення у рівняння (3.5), отримаємо:

$$U = -0,005 \cdot 1,43^4 + 0,07 \cdot 1,43^3 - 0,364 \cdot 1,43^2 + 0,904 \cdot 1,43 + 0,001 = 0,73.$$

Підставивши значення для  $E_H$ ,  $S$ ,  $U$  та  $K_s = 1,43$  у формулу (3.2), отримаємо:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{300 \cdot 45,25 \cdot 1,43}{0,73} = 26464 \text{ лм.}$$

Кількість світильників ДВО20У Юпітер-LED-панель потужністю 36 Вт, за допомогою котрих можна отримати даний світловий потік становить

$N_{36\text{Вт}} = \frac{26464}{4320} \approx 6$ , а потужністю 45 Вт –  $N_{45\text{Вт}} = \frac{26464}{5400} \approx 5$ . Тоді освітленість,

котра буде створюватись на робочій поверхні становить:

при застосуванні світильників ДВО20У Юпітер-LED-панель потужністю 36 Вт:

$$E_{36\text{Вт}} = \frac{6 \cdot 4320 \cdot 0,73}{45,25 \cdot 1,43} = 292,48 \text{лк},$$

а при застосуванні таких світильників потужністю 45 Вт:

$$E_{45\text{Вт}} = \frac{5 \cdot 5400 \cdot 0,73}{45,25 \cdot 1,43} = 304,60 \text{лк}.$$

Як видно із результатів розрахунку, освітлювальні установки на основі світильників ДВО20У Юпітер-LED-панель обох потужностей здатні забезпечити середню освітленість на робочій поверхні, котра відрізняється від нормованої в допустимих межах  $-10 \dots + 20 \%$ .

Оскільки потужність освітлювальної установки на основі світильників ДВО20У Юпітер-LED-панель потужністю 36 Вт становить 216 Вт, що є на 4 % нижчою, ніж для освітлювальної установки на основі світильників потужністю 45 Вт, то остаточно приймаємо світильники ДВО20У Юпітер-LED-панель потужністю 36 Вт.

Аналогічно визначаємо кількість та потужність світлових приладів і для інших приміщень. Результати розрахунку подано в табл. додатку 1.

### 3.1.2 Розрахунок циліндричної освітленості

Розрахунок циліндричної освітленості для приміщення конференс залу виконаємо із використанням методики, наведеної в [13], згідно із якою циліндрична освітленість визначається на основі графічних даних залежностей відношення горизонтальної освітленості до циліндричної від індексу

приміщень для різних значень коефіцієнтів відбивання стін та підлоги та коефіцієнта  $m$ , котрий розраховується за формулою:

$$m = \frac{2 \cdot \pi \cdot I_0}{\Phi_{\cup}} - 1, \quad (3.6)$$

де  $I_0$  – осьова сила світла світлового приладу;

$\Phi_{\cup}$  – потік світильника у нижню півсферу, котрий визначається добутком 1000 лм на коефіцієнт корисної дії світильника.

Для світильника ДВО20У-36-011 Юпітер-LED-панель  $I_0 = 342$  кд, а світловий коефіцієнт корисної дії – 0,9 коефіцієнт  $m$  становить:

$$m = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 342}{1000 \cdot 0,9} - 1 = 1,4.$$

Із графіка, зображеному на рис. 3.35б, що на стор. 112 [13] для коефіцієнтів відбивання стін та підлоги відповідно 0,5 та 0,3 по індексу приміщення  $i = 1,43$  визначаємо, що відношення горизонтальної освітленості до циліндричної  $\frac{E_G}{E_{\cup}} = 2,19$ . Врахувавши, що розрахункова горизонтальна

освітленість в приміщенні становить 292,48 лк циліндрична освітленість:

$$E_{\cup} = \frac{292,48}{2,19} = 133,55 \text{ лк},$$

що допустимо, оскільки нормоване значення циліндричної освітленості становить 75 лк.

### 3.1.3 Розрахунок за допомогою пакету DIALux

Світлотехнічний розрахунок освітлювальної установки покажемо на прикладі приміщення коференс залу. Розрахунок виконаємо за наступною послідовністю.

1. Перед запуском розрахунку в редакторі приміщень пакету DIALux задаємо розміри приміщень (рис. 3.2 а), у вкладці методу плану техобслуговування вводимо коефіцієнт зменшення, котрий дорівнює коефіцієнту експлуатації (рис. 3.2 б), а у вкладці поверхні в приміщення задаємо коефіцієнти відбивання стелі, стін та підлоги (рис. 3.2 в). Крім цього задаємо висоту робочої площини над підлогою такою, що дорівнює 0,8 (рис. 3.2 г).

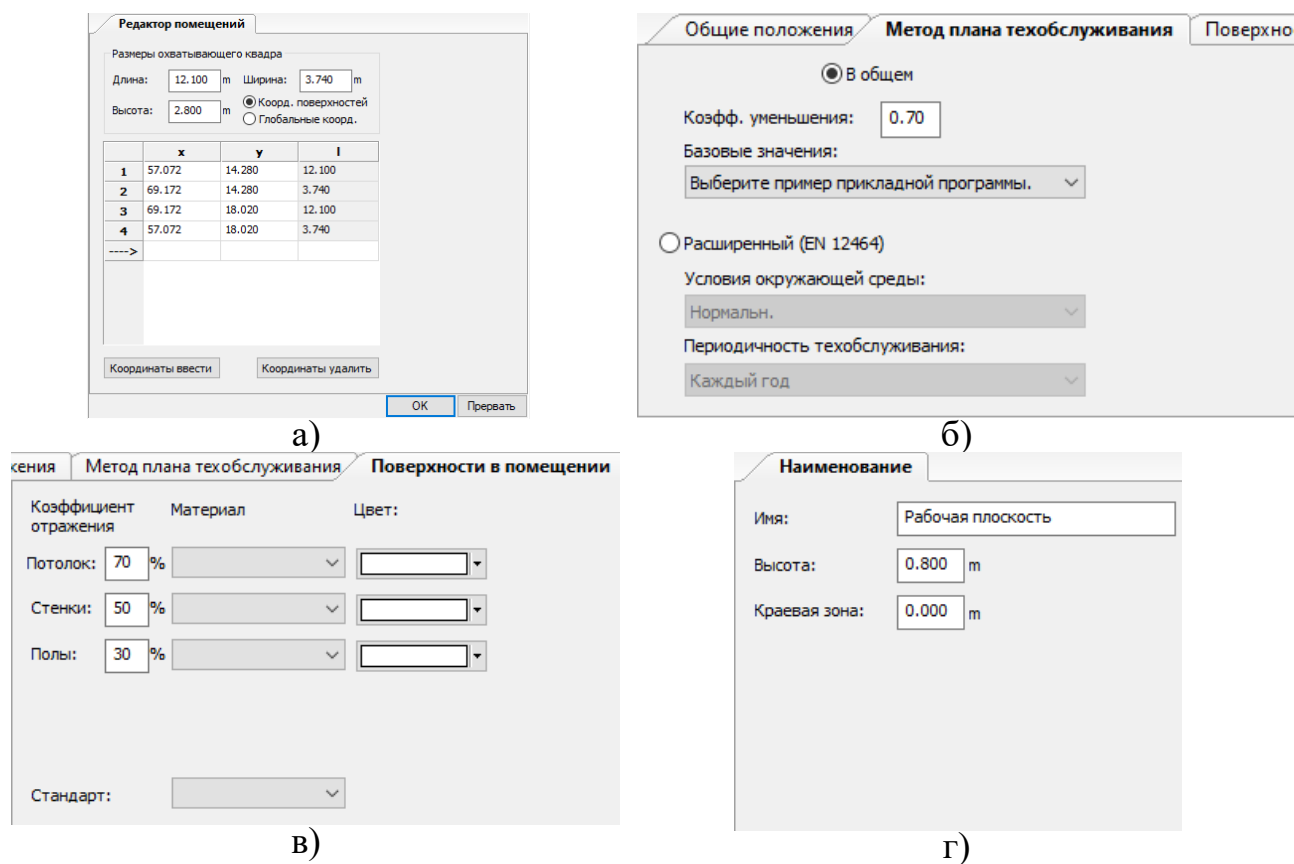


Рисунок 3.2 – Редагування характеристик приміщення в пакеті DIALux

2. За допомогою команди вставки вносимо світильник в проект освітлення приміщення (рис. 3.3 а), при цьому задаючи кількість рядів та кількість світильників в ряді (рис. 3.4), а також вид монтажу (в даному випадку вибрано пристройку, оскільки світильник монтується в отвір підвісної стелі).

3. Запускаємо розрахунок, в результаті якого встановлено, що розрахована середня освітленість становить 308 лк, що допустимо оскільки допускається її відхилення в межах -10 ... +20 %.

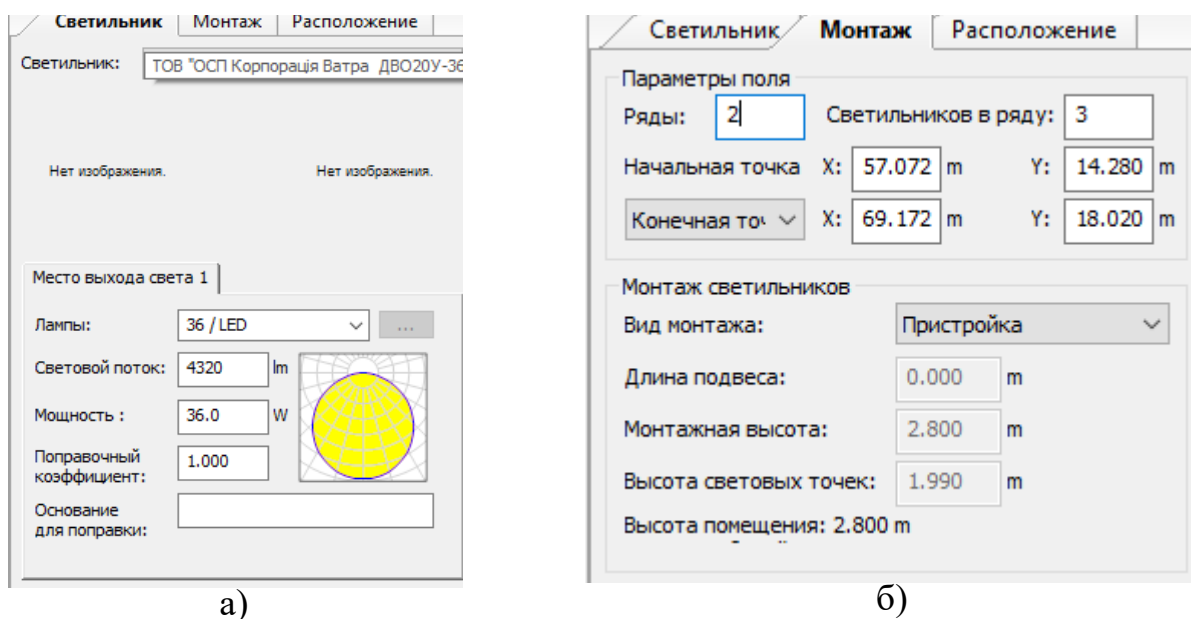


Рисунок 3.3 – Внесення та редагування характеристик встановлення світлових приладів в середовище програми DIALux

Криві лінії однакої освітленості на робочій поверхні розрахункового приміщення показано на рис. 3.4 а, а графік значень освітленості – на рис. 3.4 б.

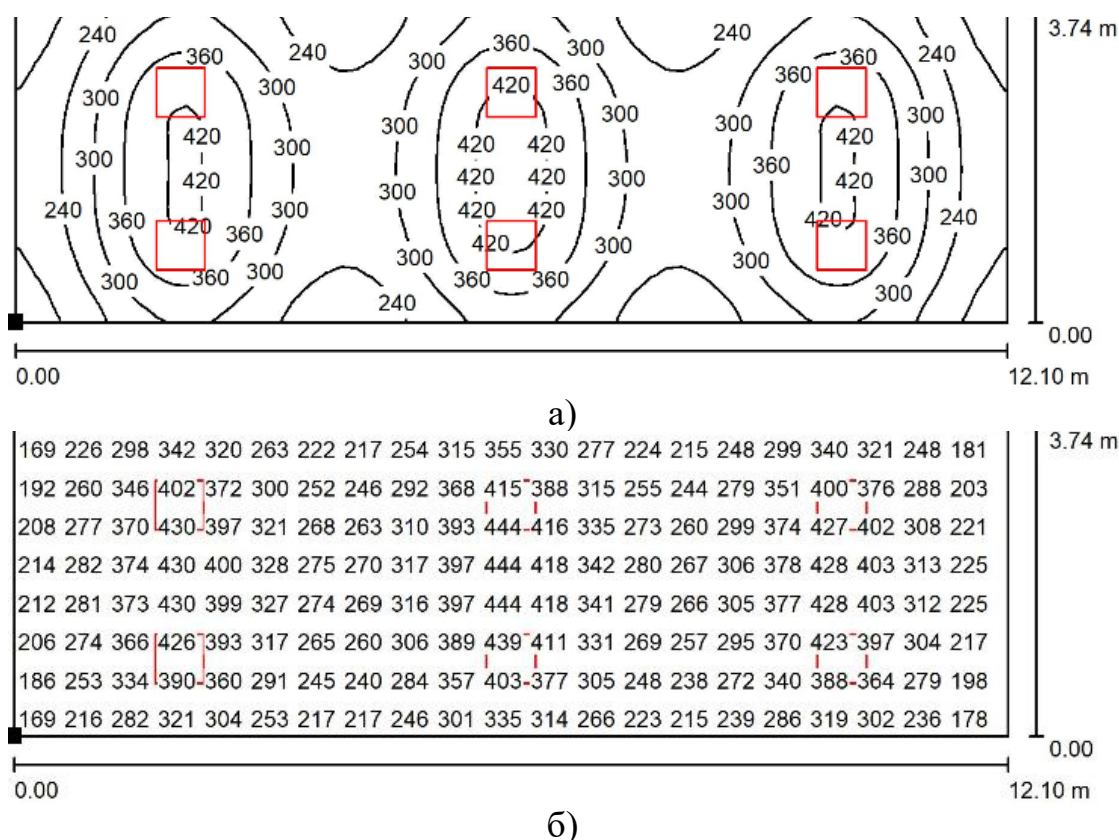


Рисунок 3.4 – Криві лінії однакої освітленості (а) та графік її значень (б) на робочій поверхні приміщення конференс залу

Показник дискомфорту для даного приміщення розрахуємо за допомогою формули (1.2) на основі таблиці оцінки екранування по об'єднаному показнику дискомфорту (рис. 3.5), отриманої із файлу паспорту світильника ДВО20У-36-011 Юпітер-LED-панель, згенерованого в пакеті DIALux

Оценка экранирования по UGR											
ρ Потолок		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Стенки		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Полы		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Светильник помещения X Y		Направление взгляда поперек к оси ламп					Направление взгляда вдоль к оси ламп				
2H	2H	17.6	19.0	17.9	19.2	19.4	17.6	19.0	17.9	19.2	19.4
	3H	19.2	20.4	19.5	20.7	20.9	19.2	20.4	19.5	20.7	20.9
	4H	19.8	20.9	20.1	21.2	21.5	19.8	20.9	20.1	21.2	21.5
	6H	20.2	21.3	20.6	21.6	21.9	20.2	21.3	20.6	21.6	21.9
	8H	20.4	21.5	20.8	21.8	22.1	20.4	21.5	20.8	21.8	22.1
4H	12H	20.6	21.5	20.9	21.9	22.2	20.6	21.5	20.9	21.9	22.2
	2H	18.3	19.5	18.6	19.7	20.0	18.3	19.5	18.6	19.7	20.0
	3H	20.0	21.0	20.4	21.4	21.7	20.0	21.0	20.4	21.4	21.7
	4H	20.8	21.6	21.1	22.0	22.3	20.8	21.6	21.1	22.0	22.3
	6H	21.4	22.1	21.8	22.5	22.9	21.4	22.1	21.8	22.5	22.9
8H	8H	21.6	22.3	22.0	22.7	23.1	21.6	22.3	22.0	22.7	23.1
	12H	21.8	22.4	22.2	22.8	23.3	21.8	22.4	22.2	22.8	23.3
	4H	21.0	21.7	21.5	22.1	22.6	21.0	21.7	21.5	22.1	22.6
	6H	21.8	22.4	22.3	22.8	23.3	21.8	22.4	22.3	22.8	23.3
	8H	22.2	22.7	22.6	23.1	23.6	22.2	22.7	22.6	23.1	23.6
12H	12H	22.4	22.9	22.9	23.3	23.8	22.4	22.9	22.9	23.3	23.8
	4H	21.1	21.7	21.5	22.1	22.6	21.1	21.7	21.5	22.1	22.6
	6H	21.9	22.4	22.4	22.8	23.3	21.9	22.4	22.4	22.8	23.3
	8H	22.3	22.7	22.8	23.2	23.7	22.3	22.7	22.8	23.2	23.7
Верификация позиции наблюдателя для расстояний между светильниками S											
S = 1,0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1,5H		+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3				
S = 2,0H		+0.4 / -0.6					+0.4 / -0.6				
Стандартная таблица		ВК06					ВК06				
Корректировочное слагаемое		5.0					5.0				
Скорректированные индексы экранирования, отнесенные к 4320лк Общий световой поток											

Рисунок 3.5 – Таблица оцінки екранування світильника ДВО20У-36-011 Юпітер-LED-панель по об'єднаному показнику дискомфорту

Для даного приміщення висота очей спостерігача  $H$  становить 1,2 м. Тоді відношення довжини та ширини приміщення до висоти  $H$  становить відповідно 10,1 та 3.12. З попередньої таблиці визначаємо, що для приміщення розмірами  $2H$  на  $8H$  показник  $UGR = 20,4$  а з розмірами  $2H$  на  $12H$  -  $UGR = 20,6$ . Шляхом інтерполяції визначимо, що для приміщення з розмірами  $2H$  та  $10,1 \cdot H$  показник  $UGR = 20,5$ . Аналогічно знаходимо значення  $UGR = 21,9$  для приміщення з розмірами  $4H$  та  $10,1 \cdot H$ . Лінійною інтерполяцією по даних  $2H$ ,  $UGR = 20,5$  та  $4H$ ,  $UGR = 21,9$  знаходимо, що для приміщеннями розмірами 12,10 на 3,74 м зі світильниками ДВО20У-36-011

Юпітер-LED-панель об'єднаний показник дискомфорту становить  $UGR = 21,3 \approx 21$ .

Підставляючи це значення в рівняння (1.2), отримаємо

$$M = 10^{\frac{21+4,8}{16}} = 41,0,$$

що допустимо для даного приміщення, оскільки показник дискомфорту згідно державних будівельних з норм для конференс залу повинен становити не більше 60.

Аналогічно розраховуємо показник дискомфорту і для інших приміщень. Результати розрахунку об'єднаного показника дискомфорту та показника дискомфорту наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку об'єднаного та показника дискомфорту

Позначення приміщення на плані	Тип приміщення	Нормоване показника дискомфорту	Об'єднаний показник дискомфорту	Розрахований показник дискомфорту
101	Вестибюль	90	22	47,3
102	Приміщення охорони	40	19	30,7
112	Технічне приміщення	60	19	30,7
113	Технічне приміщення	60	18	26,6
116	Офісне приміщення 1	40	20	35,5
118	Господарча кімната	60	17	23,0
121	Офісне приміщення 2	40	20	35,5
122	Офісне приміщення 3	40	20	35,5
125	Офісне приміщення 4	40	20	35,5
126	Офісне приміщення 5	40	20	35,5
202	Офісне приміщення	40	19	30,7
203	Архів	60	17	23,0
205	Офісне приміщення 7	40	20	35,5
206	Кімната прийому їжі	40	20	35,5
207	Офісне приміщення 8	40	20	35,5
208	Офісне приміщення 9	40	20	35,5



## Продовження таблиці 3.1

Позначення приміщення на плані	Тип приміщення	Нормоване показника дискомфорту	Об'єднаний показник дискомфорту	Розрахований показник дискомфорту
209	Офісне приміщення 10	40	20	35,5
210	Кабінет заступника директора	40	20	35,5
211	Приймальна	40	20	35,5
212	Кабінет директора	40	20	35,5
215	Конференс зал	60	21	41,0
216	Комутаційна	40	18	26,6
217	Офісне приміщення 11	40	20	35,5

**3.1.4 Розрахунок вертикальної освітленості**

Для приміщень архіву та електрощитової, позначених на планах відповідно 203 та 117 регламентованим показником є вертикальна освітленість, значення котрої становить 75 лк на висоті 1,0 м та на щитах відповідно.

З метою розрахунку вертикальної освітленості в проектах освітлення відповідних приміщень в середовищі DIALux введено додаткові вертикальні розрахункові площини. Для приміщення архіву додаткову розрахункову вертикальну площину розмірами 3,0 на 1,0 м розміщено в здовж повздовжньої осі приміщення. Для приміщення електрощитової введено дві додаткові розрахункові поверхні на висоті 1,5 м, розміщені на стінах приміщення.

В результаті розрахунку встановлено, що середня освітленість на розрахунковій вертикальній площині в приміщенні архіву становить 78 лк, а в приміщенні електрощитової середня освітленість вертикальної повздовжньої площини дорівнює 113 лк, а поперечної – 126 лк. На рис. 3.6 показано графіки розподілу освітленості на вертикальних розрахункових поверхнях.

Як видно із рис. 3.6 а значення освітленості розрахункової вертикальної площини архіву змінюються в межах від 55 до 109 лк. Відношення мінімальної освітленості до середньої становить 0,713.

Для вертикальних площин електрощитової (рис 3.6 б, в) відношення мінімальної освітленості до середньої становить 0,785 для повздовжньої розрахункової вертикальної площини та 0,628 – для поперечної..

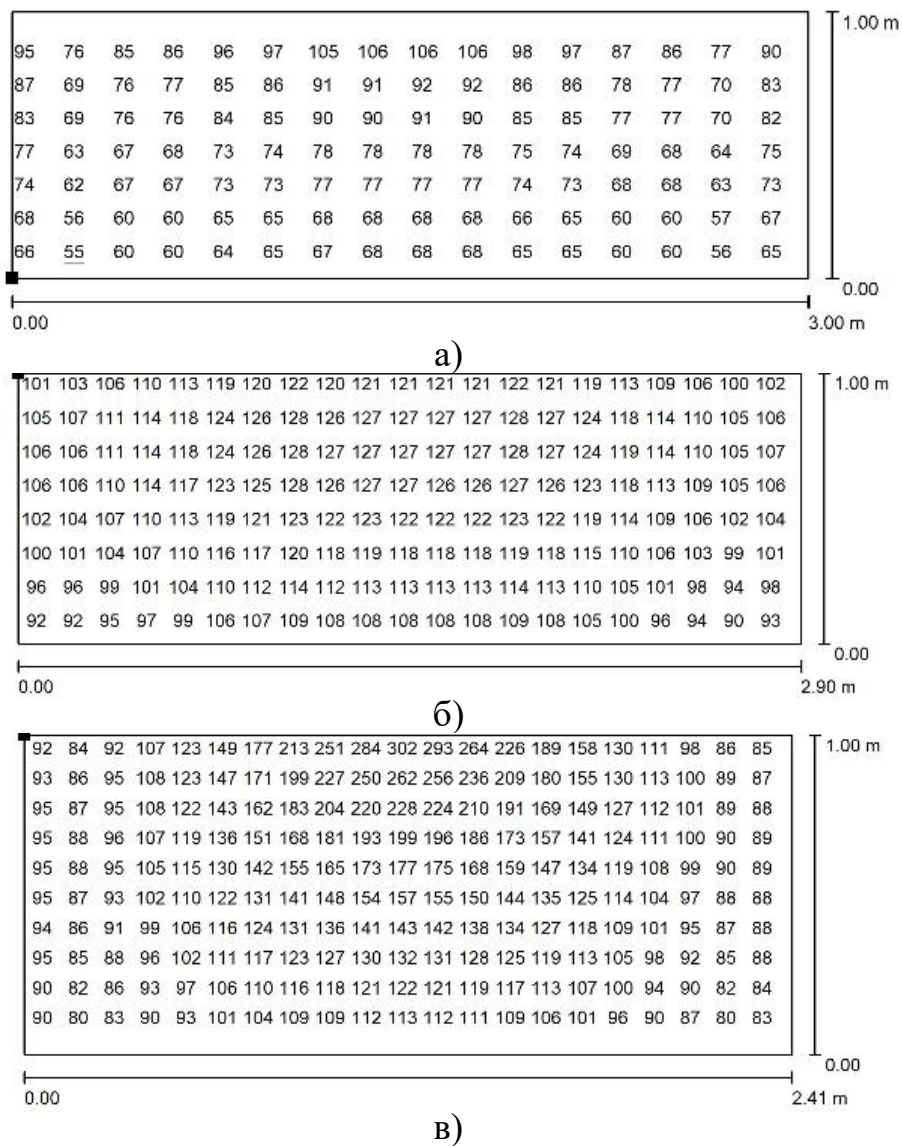


Рисунок 3.6 – Графіки розподілу освітленості у вертикальних розрахункових площинах приміщень архіву (а) та електрощитової (б, в)

### 3.1.5 Розрахунок освітленості сходових кліток та аварійного освітлення

Оскільки світлові прилади для освітлення сходових кліток та аварійного освітлення шляхів евакуації пропонується встановити на вертикальних поверхнях, то це унеможливиює розрахунок освітлювальних установок на

основі методу коефіцієнта використання. Для освітлення сходових кліток передбачається використати два світильники типу ДББ28У-16-017 УЗ Селена-LED-М, встановивши їх на вході до сходової клітки з з пешого поверху та з протилежної сторони на висоті 1,5 м над рівнем підлоги другого поверху. Таке використання і встановлення світлових приладів дозволяє забезпечити розподіл освітленості, візуалізацію якого представлено на рис. 3.7.

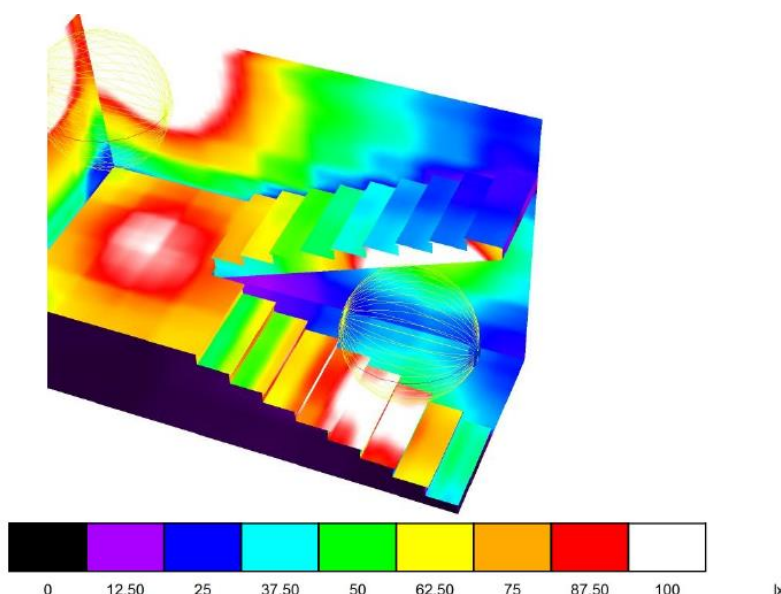


Рисунок 3.7 – Візуалізація розподілу освітленості сходової клітки

Світлові аварійні покажчики розмістимо на висоті 2 м над кожним виходом та проходом коридору. Пропонується використати ці аварійні покажчики в якості не лише інформаційних знаків, але і як світлові прилади аварійного евакуаційного освітлення.

На підставі результатів розрахунку, виконаного в пакеті DIALux для шляхів евакуації першого поверху, котрі пролягають через коридорні приміщення 115 та 120, а також вестибюль встановлено, що застосування сімох покажчиків типу ДБО01ВСП-6-а дозволяє забезпечити мінімальну освітленість на підлозі 2,88 лк, при нормі освітленості 1,0 лк. Відношення максимальної освітленості до мінімальної становить 18 при допустимому 40. Графік розподілу освітленості по поверхні підлоги шляхів евакуації першого поверху показано на рис. 3.8 а.

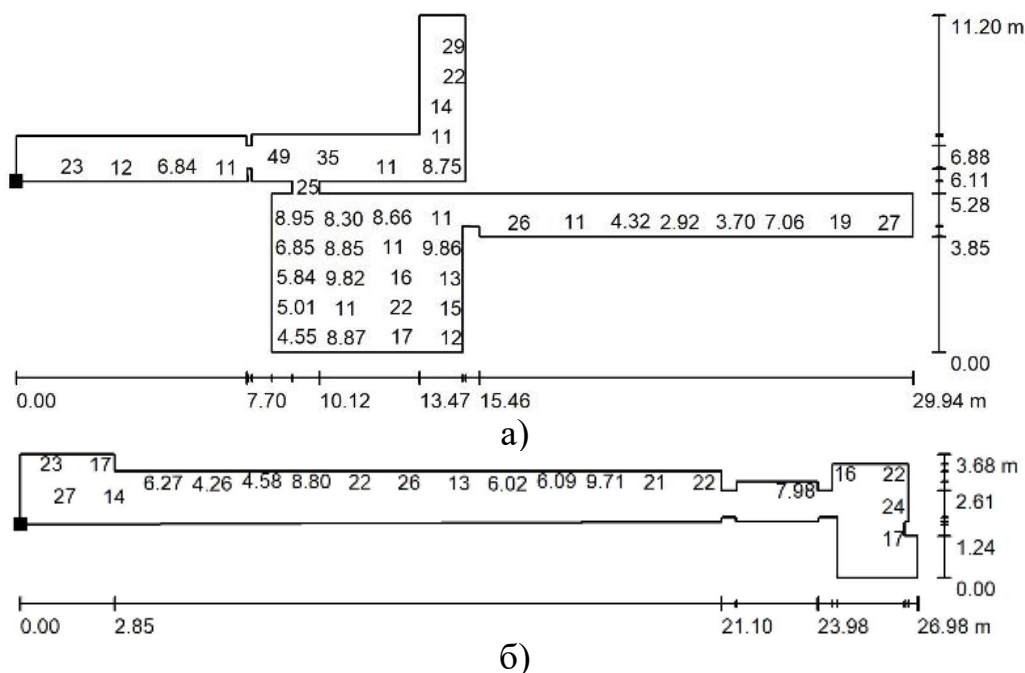


Рисунок 3.8 – Графік розподілу освітленості по поверхні підлоги шляхів евакуації першого (а) та другого (б) поверхів

Для шляхів евакуації другого поверху, котрі пролягають через сходову клітку 201 та коридорні приміщення 204 та 218 встановлення аварійних показників лише над виходами та проходами здатні забезпечити освітленість 0,84 лк, що не відповідає вимогам державних будівельних норм. Тому пропонується використати ще один світловий показник, встановлений на зовнішній поверхні стіни приміщення 210. Це дозволить досягти мінімальної освітленості 3,77 лк на поверхні підлоги шляхів евакуації другого поверху і відношення максимальної освітленості до мінімальної 7. Графік розподілу освітленості по поверхні підлоги шляхів евакуації другого поверху показано на рис. 3.8 б.

### 3.2 Розрахунок електричної освітлювальної мережі адміністративної будівлі

Основною метою розрахунку електричних освітлювальних мереж є визначення перерізів проводів та кабелів, довготривале протікання струму по яких не створює їхнього перегріву, а втрати напруги в мережі не перевищують

допустимі значення. Для електричної освітлювальної мережі об'єкта проектування виконаємо розрахунок по струму навантаження та по втраті напруги.

### 3.2.1 Розрахунок електричної освітлювальної мережі по струму навантаження та вибір апаратів захисту

Основними формулами для розрахунку електричних мереж по струму навантаження є [13]:

- для трифазної мережі наявним або відсутнім нульовим проводом:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi}, \quad (3.7)$$

- для однофазної мережі:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{U_\phi \cdot \cos \varphi}, \quad (3.8)$$

де  $U_l = 380$  В – лінійна напруга;

$\cos \varphi$  – коефіцієнт активної потужності;

$U_\phi = 220$  В – фазова напруга.

$P_p$  – встановлена потужність обладнання, котре живиться через задану ділянку мережі, кВт.

Для групових ліній гр. 1.5 та гр. 1.8, котрі живляться від щита освітлення ЩО1 розрахункова потужність відповідно становить 0,318 та 0,720 кВт, а коефіцієнт активної потужності – 0,95 та 0,80. Підставляючи значення у формулу (3.8), отримаємо:

для гр. 1.5

$$I_p = \frac{0,318 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,95} = 1,52 \text{ А,}$$

а для гр. 1.8

$$I_p = \frac{0,720 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,80} = 4,09 \text{ А.}$$

Для трифазної ділянки електричної освітлювальної мережі, котра живить щиток освітлення ЩО1  $P_p = 3,186 \text{ кВт}$ , а коефіцієнт активної потужності приймаємо  $\cos \varphi = 0,80$ . Підставивши ці дані у формулу (3.7), отримаємо:

$$I_p = \frac{3,186 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,80} = 6,05 \text{ А.}$$

По довідникових даних, наведених в [18], вибираємо перерізи проводів кабеля ВВГ:

- для гр. 1.5 та гр. 1.8 вибираємо переріз кабелю  $1,5 \text{ мм}^2$ ;
- для ділянки мережі, котра живить щит освітлення ЩО1 –  $2,5 \text{ мм}^2$ .

Аналогічно розраховуємо робочі струми та вибираємо перерізи проводів жил кабелів і для інших ділянок. Результати розрахунку представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку електричної освітлювальної мережі адміністративної будівлі по струму навантаження

Ділянка мережі	Розрахункова потужність, кВт	Робочий струм, А	Тип кабелю	Апарат захисту
гр. 1.1	0,205	0,98	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр. 1.2	0,144	0,69	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 2А
гр. 1.3	0,286	1,37	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр. 1.4	0,233	1,11	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 2А
гр. 1.5	0,318	1,52	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр. 1.6	0,480	2,73	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр. 1.7	0,240	1,36	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 2А
гр. 1.8	0,720	4,09	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 6А
гр. 1.9	0,560	3,18	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 4А
Ділянка, що живить ЩО1	3,186	6,05	ВВГ-5×2,5	ВА-2017/С 3р 10А
гр. 2.1	0,378	1,81	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 2А
гр. 2.2	0,432	2,07	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А

Продовження табл. 3.2

Ділянка мережі	Розрахункова потужність, кВт	Робочий струм, А	Тип кабелю	Апарат захисту
гр. 2.3	0,112	0,54	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 2А
гр. 2.4	0,531	2,54	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр. 2.5	0,480	2,30	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр. 2.6	0,480	2,73	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр. 2.7	0,640	3,64	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 4А
гр. 2.8	0,480	2,73	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр. 2.9	0,640	3,64	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 4А
гр. 2.10	0,560	3,18	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 4А
Ділянка, що живить ЩО2	4,733	8,99	ВВГ-5×2,5	ВА-2017/С 3р 10А
гр. а1	0,074	0,35	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 1А
гр. а2	0,024	0,11	ВВГ-3×1,5	ВА-2017/С 1р 1А
Ділянка, що живить ЩАО	0,098	0,27	ВВГ-4×2,5	ВА-2017/С 2р 2А

На основі отриманих результатів виберемо апарати захисту в якості автоматичних вимикачів серії ВА-2017 [19]. Умовою вибору автоматичних вимикачів є наступна нерівність [20]:

$$I_p \leq I_n, \quad (3.9)$$

де  $I_n$  – номінальний струм апарату захисту.

Типи апаратів захисту представлені в табл. 3.2.

Для групових ліній, котрі живлять світлові прилади попередньо виберемо апарати захисту із номінальними струмами:

для груп 1.1, 1.2, 2.3, а1 та а2 – 1 А;

для груп 1.3 – 1.5, 2.1 – 2А;

для груп 2.2, 2.4 – 3 А.

Максимальна кількість  $N_{\max}$  світлових приладів, котру можна підключити до одного автоматичного, вимикача, не викликавши при цьому

його хибного спрацьовування, можна визначити із нерівності [3, 12]:

$$N_{\max} \leq \frac{K \cdot K_k \cdot I_n}{I_{\text{peak}}}, \quad (3.10)$$

де  $K$  – коефіцієнт кривої спрацьовування вимикача;

$K_k$  – коефіцієнт нерозчіплювання;

$I_n$  – значення струму вставки автоматичного вимикача;

$I_{\text{peak}}$  – пусковий струм світлодіодного світильника.

В таблиці 3.3 наведено значення пускових струмів та їх для світлових приладів, котрі пропонується використати для освітлення приміщень адміністративної будівлі.

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку максимальної кількості світлових приладів

Тип світлового приладу	$I_{\text{peak}}$ , А	Тривалість, мкс	$K_k$	Кількість світлових приладів при номінальному струмі апарату захисту					
				1 А	2 А	3 А	4 А	5 А	6 А
ДВО20У-45-012 Юпитер LED-панель	35	50	40	5	11	17	22	28	34
ДВО20У-36-011 Юпитер LED-панель	11	50	40	18	36	54	72	90	109
ДВО27У-16-001 Юпитер LED-2	20	25	40	10	20	30	40	50	60
ДВО27У-33-002 Юпитер LED-2	25	60	13	2	5	7	10	13	15
ДББ28 У -8-011 Селена-LED-М	70	120	85	6	12	18	24	30	36
ДББ28 У -10-012 Селена-LED-М	70	120	50	3	7	10	14	17	21
ДББ28 У -12-013 Селена-LED-М	70	120	58	4	8	12	16	20	24
ДББ28 У -16-017 Селена-LED-М	45	210	58	6	12	19	25	32	38
ДБО01ВСП-6	70	120	40	2	5	8	11	14	17



Розрахунок покажемо на прикладі світильника ДВО20У потужністю 45 Вт та апарату захисту з номінальним струмом 4 А. Для автоматичного вимикача із характеристикою С коефіцієнт кривої спрацьовування вимикача становить  $K = 5$ . Із діаграми, зображеної на рис. Р2 [3] вибираємо для тривалості імпульсу 50 мкс  $K_k = 40$ . Підставляючи ці значення в нерівність (3.10) із врахуванням того, що  $I_{peak} = 35$  А та  $I_n = 4$  А, отримаємо:

$$N_{max} \leq \frac{5 \cdot 40 \cdot 4}{35} = 22.$$

Аналогічно розраховуємо і для інших автоматичних вимикачів та світлових приладів. Результати розрахунку доносимо в табл. 3.3, на основі яких визначаємо номінальний струми автоматичних вимикачів для групових ліній, котрі живлять світлові прилади.

### 3.2.2 Розрахунок електричної освітлювальної мережі за втратою напруги

Розрахунок електричної освітлювальної мережі за втратою напруги виконаємо для групових ліній найбільшої довжини та найбільшої потужності. Втрата напруги  $\Delta U\%$  на заданій ділянці мережі розраховується за формулою [13]:

$$\Delta U\% = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} M_k}{c \cdot S}, \quad (3.11)$$

де  $\sum_{k=1}^{k=n} M_k$  – сума електричних моментів навантажень даної ділянки електричної освітлювальної мережі;

$c$  – коефіцієнт, що визначається на основі типу системи мережі, матеріалу проводів та прикладеної напруги, котрий дорівнює відповідно 72 та 12 для

трифазної та двопровідної мережі, виконаної з використанням мідних проводів чи кабелів.

$S$  – площа поперечного перерізу жил кабелів даної ділянки.

На рис. 3.9 приведено розрахункову схему живлення групової лінії гр. 1.8. Дана групова лінія живиться через щиток освітлення ЩО1 за допомогою трифазного кабелю (позначений на схемі 1), довжина котрого становить 4 м. Довжини та потужності інших ділянок цієї групової лінії приведено в табл. 3.4.

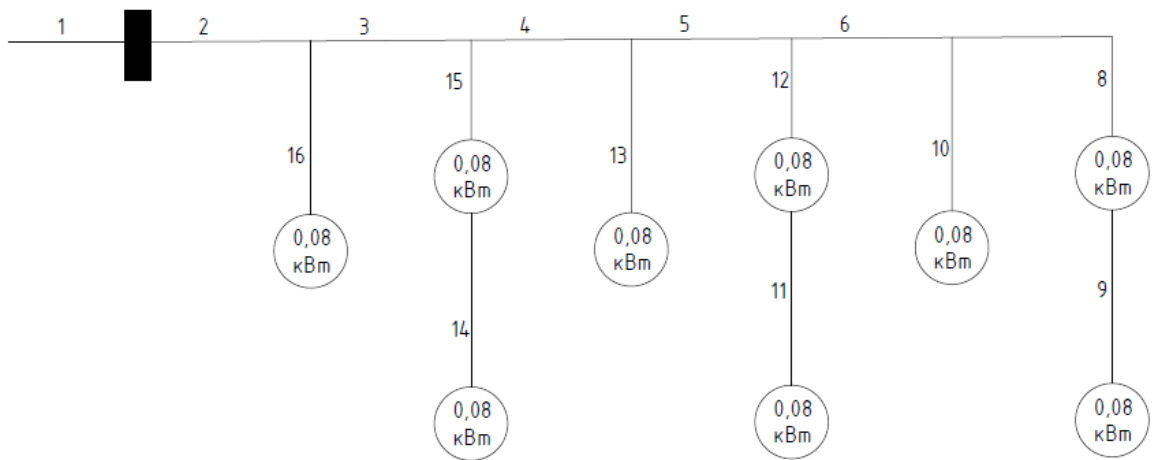


Рисунок 3.9 – Розрахункова схема живлення групової лінії гр. 1.8

Для ділянки 1 суму електричних моментів навантаження  $\sum M_1$  можна розрахувати за формулою:

$$\sum M_1 = P_{p1} \cdot l_1 \quad (3.11)$$

де  $P_{p1}$  – розрахункова потужність споживачів, живлення котрих здійснюється через дану ділянку;

$l_1$  – довжина ділянки.

Підставивши значення у формулу (3.11) із врахуванням того що ділянка 1 – трифазна, а отже коефіцієнт  $c = 72$ , отримаємо

$$\Delta U\% = \frac{4 \cdot 3,186}{72 \cdot 2,5} = 0,07\%.$$

Розрахунок інших ділянок електричної мережі виконуємо аналогічно. Результати розрахунків доносимо в табл. 3.4. Аналогічно також виконуємо розрахунок і для ділянки електричної освітлювальної мережі гр. 2.7. На рис. 3.10 приведено розрахункову схему, а в табл. 3.5 – результати.

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку ділянки електричної освітлювальної мережі гр. 1.8

№ ділянки	$l, \text{ м}$	$P_p, \text{ кВт}$	$\sum_{k=1}^{k=n} M_k, \text{ кВт}\cdot\text{м}$	$\Delta U\%, \%$
1	4	3,186	12,744	0,07
2	5	0,72	3,6	0,20
3	3	0,64	1,92	0,11
4	6	0,48	2,88	0,16
5	3	0,4	1,2	0,07
6	1	0,24	0,24	0,01
8	6	0,16	0,96	0,05
9	5	0,08	0,4	0,02
10	5	0,08	0,4	0,02
11	5	0,08	0,4	0,02
12	3	0,16	0,48	0,03
13	5	0,08	0,4	0,02
14	5	0,08	0,4	0,02
15	3	0,16	0,48	0,03
16	5	0,08	0,4	0,02
Сумарний спад напруги				0,86

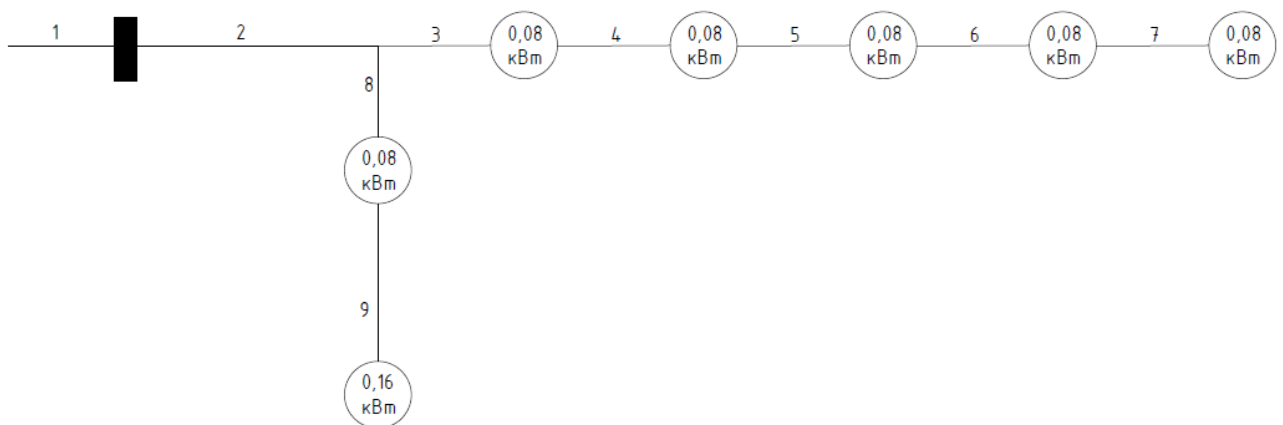


Рисунок 3.10 – Розрахункова схема живлення групової лінії гр. 2.7

Таблиця 3.5 – Результати розрахунку ділянки електричної освітлювальної мережі гр. 2.7

№ ділянки	$l$ , м	$P_p$ , кВт	$\sum_{k=1}^{k=n} M_k$ , кВт·м	$\Delta U$ %, %
1	7	4,733	33,131	0,18
2	18	0,64	11,52	0,64
3	3	0,4	1,2	0,07
4	4	0,32	1,28	0,07
5	3	0,24	0,72	0,04
6	3	0,16	0,48	0,03
7	4	0,08	0,32	0,02
8	4	0,24	0,96	0,05
9	4	0,16	0,64	0,04
Сумарний спад напруги				1,14

Як видно із табл. 3.4 та 3.5 при використанні в даній електричній кабелів для живлення групових ліній та щитів освітлення із площами поперечного перерізу жил, котрі відповідно дорівнюють 1,5 та 2,5 мм<sup>2</sup> втрати напруги не перевищують 1,15 %.

### 3.3 Висновки до розділу

1. На основі методу коефіцієнта використання світлового потоку визначено кількість та потужність світлових приладів, котрі необхідні для забезпечення нормованих значень освітленості на горизонтальних робочих поверхнях.

2. За допомогою оберненого та світлотехнічного розрахунку в пакеті DIALux отримано значення освітленості приміщень при застосуванні запропонованої освітлювальної установки. Встановлено, що відхилення розрахованої освітленості робочого освітлення приміщень від нормованої не виходить за межі -10 ... +20 %. Крім того, із допомогою пакету DIALux

розраховано значення показника дискомфорту для приміщень вестибюлю конференс-залу, а також офісних приміщень та робочих кабінетів. По результатах розрахунку встановлено, що по показнику дискомфорту системи освітлення цих приміщень відповідають нормативним вимогам.

3. В результаті розрахунку освітленості від системи аварійного евакуаційного освітлення першого та другого поверхів будівлі встановлено, що мінімальна освітленість на поверхні підлоги шляхів становить 2,88 лк, а відношення максимальної освітленості до мінімальної – 18 при тоді, коли державними будівельними нормами вимагається освітленість не нижче 1 лк, а відношення максимальної освітленості до мінімальної – не більше, ніж 40.

4. Виконано розрахунок електричної освітлювальної мережі по струму навантаження, на основі результатів якого вибрано перерізи жил проводів та апарати захисту. Для живлення групових ліній вибрано кабель марки ВВГ – 3×1,5, а для живлення щитів робочого освітлення – ВВГ – 5×2,5. Апарати захисту для живлення групових ліній, котрі живлять світлові прилади, вибрано із врахуванням умови виключення хибного спрацювання автоматичних вимикачів.

5. В результаті розрахунку електричної освітлювальної мережі встановлено, що втрати напруги в запропонованій системі освітлення при використанні кабелів типу ВВГ – 5×2,5 для живлення щитів освітлення та ВВГ – 3×1,5 у групових лініях не перевищують 1,2 %.

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Вплив освітлення на організм людини

Світло – один з суттєвих чинників виробничого середовища, завдяки якому забезпечується зоровий зв'язок працівника з його оточенням. Відомо, що біля 80% всієї інформації про надходить до людини через очі – наш зоровий апарат. Правильно організоване освітлення позитивно впливає на діяльність центральної нервової системи, знижує енерговитрати організму на виконання певної роботи, що сприяє підвищенню працездатності людини, продуктивності праці і якості продукції, зниженню виробничого травматизму тощо. Так збільшення освітленості від 100 до 1000 люкс при напруженій зоровій роботі приводить до підвищення продуктивності праці на 10-20%, зменшення браку на 20%, зниження кількості нещасних випадків на 30%. До 5% травм можуть спричинюватись такою професійною хворобою як робоча міопія (короткозорість) [21].

Близько 90% всієї інформації, що отримується людиною, приходить на органи зору. Організація освітленості робочих місць грає велику роль у житті людини. Недостатнє та нераціональне освітлення веде до втомлення очей, розладу центральної нервової системи, зниженню розумової та фізичної працездатності, а у ряді випадків може бути причиною травматизму (близько 5% травм приходить на частку нераціонального та недостатнього освітлення). При недостатній чи швидко змінюваній освітленості органам зору приходить пристосовуватись, це можливо завдяки властивостям очей – аккомодатії, адаптації та конвергенції..

Адаптація – здатність ока пристосовуватися до різної освітленості звуженням і розширенням зіниці в діапазоні 2 - 8 мм .

Акомодація – пристосування ока до зрозумілого бачення предметів, що знаходяться від нього на різній відстані, за рахунок зміни кривизни кришталика.

Конвергенція – здатність ока при розгляданні близьких предметів займати положення, при якому зорові осі обох очей перетинаються на предметі.

Для створення оптимальних умов зорової роботи слід кількість та якість освітлення пов'язувати з кольоровим оточенням. Так, якщо інтер'єр зафарбовано у темні кольори, то для створення гарної освітленості необхідно використовувати більш потужні джерела світла, оскільки темні поверхні поглинають значну частину світлового потоку та створюють контрастні світлотіні, що втомлюють очі. Причиною втомлюваності може служити також надмірна блискучість поверхней оточуючих конструкцій. Блискучі поверхні створюють світлові блики, які викликають тимчасове осліплення. Нерівномірність освітлення та різна блискучість оточуючих предметів приводить до частой переадаптації очей під час роботи та внаслідок цього - до швидких втомлення органів зору. Тому добре освітлені поверхні, що знаходяться в колі зору, краще зафарбовувати у кольори середньої освітленості.

Залежно від спектрального складу світлових потоків випромінюваних джерелами світла, по різному сприймаються кольори поверхней оточуючих предметів. Тому при створенні комфортного кольорового клімату у приміщеннях поруч з правильним рішенням кольорового оточення велике значення має вибір найбільш раціональних джерел світла [22].

Для ока людини найбільш відчутним є жовто-зелене випромінювання із довжиною хвилі 555 нм. Спектральний склад світла впливає на продуктивність праці та психічний стан людини. Так, якщо продуктивність людини при природному освітленні прийняти за 100%, то при червоному та оранжевому освітленні (довжина хвилі 600 ...780нм ) вона становить лише 76%. При надмірній яскравості джерел світла та оточуючих предметів може відбутись засліплення робітника. Нерівномірність освітлення та неоднакова яскравість оточуючих предметів призводять до частой переадаптації очей під час виконання роботи і, як наслідок цього, – до швидкого втомлення органів зору. Тому поверхні, що добре освітлюються, краще фарбувати в кольори з

коефіцієнтом відбивання 0,4 – 0,6, і, бажано, щоб вони мали матову або напівматову поверхню.

Слід відмітити особливо важливу роль в життєдіяльності людини природного освітлення, його ультрафіолетової частини спектру. Природне освітлення стимулює біохімічні процеси в організмі, поліпшує обмін речовин, загартовує організм, йому властива протибактерицидна дія тощо. У зв'язку з цим при недостатньому природному освітленні в умовах виробництва санітарно-гігієнічні нормативи вимагають у системі штучного освітлення застосовувати джерела штучного світла з підвищеною складовою ультрафіолетового випромінювання – еритемні джерела світла.

#### **4.2 Дія електричного струму на організм людини**

Протікання струму через тіло людини супроводжується термічним, електролітичним та біологічним ефектами.

Термічна дія струму полягає в нагріванні тканини, випаровуванні вологи, що викликає опіки, обвуглювання тканин та їх розриви паром. Тяжкість термічної дії струму залежить від величини струму, опору проходження струму та часу проходження. При короткочасній дії струму термічна складова може бути визначальною в характері і тяжкості ураження.

Електролітична дія струму проявляється в розкладі органічної рідини (її електролізі), в тому числі і крові, що призводить до зміни їх фізико-хімічних і біохімічних властивостей. Останнє, в свою чергу, призводить до порушення біохімічних процесів в тканинах і органах, які є основою забезпечення життєдіяльності організму.

Біологічна дія струму проявляється у подразненні і збуренні живих тканин організму, в тому числі і на клітинному рівні. При цьому порушуються внутрішні біоелектричні процеси, що протікають в нормально функціонуючому організмі і пов'язані з його життєвими функціями. Збурення, спричинене подразнюючою дією струму, може проявитися як мимовільне непередбачуване



скорочення м'язів, що може призвести до серйозних порушень діяльності життєво важливих органів, у тому числі серця та легенів, навіть коли ці органи не лежать на шляху струму.

Сукупний результат термічної, електролітичної та біологічної дії електричного струму на живий організм призводить до його ушкодження, яке зветься електротравмою. Розрізняють три види електротравм: місцеві, загальні і змішані.

На місцеві електротравми припадає біля 20% всіх електротравм. Місцеві електротравми – це чітко виражені ураження окремого органу чи системи тіла. Видами місцевих електротравм є:

електричні опіки – найбільш розповсюджені електротравми, біля 85% яких припадає на електромонтерів, що обслуговують електроустановки і в залежності від умов виникнення поділяються на контактні та дугові;

електричні знаки (знаки струму або електричні мітки) спостерігаються у вигляді різко окреслених плям сірого чи блідо-жовтого кольору на поверхні тіла людини в місці контакту зі струмовідними елементами. Зазвичай, знаки мають круглу чи овальну форму, або форму струмовідного елемента, до якого доторкнулася людина, розмірами до 10 мм з поглибленням в центрі. Іноді електричні знаки мають форму блискавки, що контрастно спостерігається на поверхні тіла. Електричні знаки можуть виникати як в момент проходження струму через тіло людини, так і через деякий час після контакту зі струмовідними елементами електроустановки. Особливого больового відчуття електричні знаки не спричиняють і з часом безслідно зникають;

металізація шкіри – це проникнення у верхні шари шкіри дрібних часток металу, який розплавився під дією електричної дуги. На ураженій ділянці тіла при цьому відчувається біль від опіку за рахунок тепла занесеного в шкіру металу і напруження шкіри від присутності в ній сторонньої твердої речовини – часток металу. З часом уражена ділянка шкіри набуває нормального вигляду, і зникають больові відчуття. Особливо небезпечна електрометалізація, пов'язана з виникненням електричної дуги, для органів зору. При електрометалізації очей

лікування може бути досить тривалим, а в окремих випадках – безрезультатним. Тому при виконанні робіт в умовах вірогідного виникнення електричної дуги необхідно користуватись захисними окулярами;

електроофтальмія — запалення зовнішніх оболонок очей, спричинене надмірною дією ультрафіолетового випромінювання електричної дуги. Електроофтальмія, зазвичай, розвивається через 2 – 6 годин після опромінення (залежно від інтенсивності опромінення) і проявляється у формі почервоніння і запалення шкіри та слизових оболонок повік, гнійних виділеннях, світлоболях і світлобоязні. Тривалість захворювання 3...5 днів.

механічні ушкодження, пов'язані з дією електричного струму на організм людини, спричиняються непередбачуваним судомним скороченням м'язів в результаті подразнюючої дії струму. Внаслідок таких судомних скорочень м'язів можливі розриви сухожилів, шкіри, кровоносних судин, нервових тканин, вивихи суглобів, переломи кісток тощо.

Загальні електротравми (або електричні удари, виникають у 25 % всіх електротравм) – це реакція центральної нервової системи на дію електричного струму, що супроводжується порушенням діяльності життєво важливих органів чи всього організму. Результат негативної дії на організм цього явища може бути різний: від судомного скорочення окремих м'язів до повної зупинки дихання і кровообігу. При цьому зовнішні місцеві пошкодження можуть бути відсутні.

Залежно від наслідків ураження електричні удари діляться на чотири групи:

I – судомні скорочення м'язів без втрати свідомості;

II – судомні скорочення м'язів із втратою свідомості без порушень дихання і кровообігу;

III – втрата свідомості з порушенням серцевої діяльності чи дихання, або серцевої діяльності і дихання разом;

IV – клінічна смерть, тобто відсутність дихання і кровообігу.

Крім електричних ударів, одним із різновидів загальних електротравм є електричний шок – тяжка нервово-рефлекторна реакція організму на подразнення електричним струмом. При шоку виникають значні розлади нервової системи і, як наслідок цього, розлади систем дихання, кровообігу, обміну речовин, функціонування організму в цілому, а життєві функції організму поступово згасають. Такий стан організму може тривати від десятків хвилин до доби і закінчитись або одужанням при активному лікуванні, або смертю потерпілого.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу основних вимог щодо освітлення приміщень адміністративних та громадських будівель встановлено особливості проектування освітлювальних установок таких об'єктів. Проаналізовано методи та засоби освітлення адміністративних приміщень. Визначено, що загальноприйнятою для адміністративних приміщень є система загального рівномірного освітлення, проте також знаходить застосування система комбінованого освітлення. Розглянуто рекомендації розміщення світлових приладів в залежності від напрямків лінії зору працюючих.

2. Проведено аналіз приміщень об'єкта проектування. Встановлено, що сумарна площа приміщень будівлі становить 594,21 м<sup>2</sup>, причому найбільшу частку (46 %) по площі становлять приміщення першої групи по забезпеченні умов виконання зорових задач.

3. В якості системи освітлення вибрано систему загального рівномірного освітлення приміщень. За призначенням в проекті передбачається встановити дві системи освітлення – робоче та аварійне. Здійснено вибір світлотехнічних нормованих параметрів системи освітлення об'єкту. Встановлено, що для усіх приміщень в якості основного нормативного параметру регламентується освітленість горизонтальної робочої поверхні. Винятками є приміщення конференс залу та електрощитової, де окрім горизонтальної регламентується відповідно також циліндрична та вертикальна освітленість. Окрім цього, для освітлювальних установок приміщень вестибюлю, офісних приміщень та робочих кабінетів, конференс залу, господарських та технічних приміщень регламентованим параметром є також показник дискомфорту.

4. Здійснено вибір світлових приладів для освітлення приміщень об'єктів. В якості світлових приладів для освітлення офісних приміщень, робочих кабінетів, вестибюлю, конференс залу запропоновано використати світильники з напівпровідниковими джерелами світла типу ДВО20У Юпітер-LED-панель. Для освітлення кімнат відпочинку та коридорів вибрано світильники типу

ДВО27У Юпітер-LED-2 з корельованою колірною температурою свічення 3000 та 4000 К відповідно. Решту приміщень пропонується освітлювати світильниками ДББ28У Селена-LED-М.

5. В залежності від типу приміщень та вибраних світлових приладів встановлено розрахункову висоту приміщень, а також розраховано коефіцієнти запасу та експлуатації, котрі використовувались в подальших розрахунках. На основі отриманих результатів розрахунків встановлено, що розрахункова висота приміщень дорівнює від 1,93 до 2,75 м, а коефіцієнт запасу – від 1,33 до 1.43.

6. На основі методу коефіцієнта використання світлового потоку визначено кількість та потужність світлових приладів, котрі необхідні для забезпечення нормованих значень освітленості на горизонтальних робочих поверхнях. За допомогою оберненого та світлотехнічного розрахунку в пакеті DIALux отримано значення освітленості приміщень при застосуванні запропонованої освітлювальної установки. Встановлено, що відхилення розрахованої освітленості робочого освітлення приміщень від нормованої не виходить за межі -10 ... +20 %. Крім того, із допомогою пакету DIALux розраховано значення показника дискомфорту для приміщень вестибюлю конференс-залу, а також офісних приміщень та робочих кабінетів. По результатах розрахунку встановлено, що по показнику дискомфорту системи освітлення цих приміщень відповідають нормативним вимогам.

7. В результаті розрахунку освітленості від системи аварійного евакуаційного освітлення першого та другого поверхів будівлі встановлено, що мінімальна освітленість на поверхні підлоги шляхів становить 2,88 лк, а відношення максимальної освітленості до мінімальної – 18 при тоді, коли державними будівельними нормами вимагається освітленість не нижче 1 лк, а відношення максимальної освітленості до мінімальної – не більше, ніж 40.

8. Сумарна встановлена потужність системи освітлення адміністративної будівлі – 8,653 кВт. Сумарна потужність світлових приладів системи робочого

загального освітлення становить 2,639 кВт, а аварійного освітлення шляхів евакуації – 0,094 кВт

9. Виконано розрахунок електричної освітлювальної мережі по струму навантаження, на основі результатів якого вибрано перерізи жил проводів та апарати захисту. Для живлення групових ліній вибрано кабель марки ВВГ – 3×1,5, а для живлення щитів робочого освітлення – ВВГ – 5×2,5. Апарати захисту для живлення групових ліній, котрі живлять світлові прилади, вибрано із врахуванням умови виключення хибного спрацювання автоматичних вимикачів.

10. В результаті розрахунку електричної освітлювальної мережі встановлено, що втрати напруги в запропонованій системі освітлення при використанні кабелів типу ВВГ – 5×2,5 для живлення щитів освітлення та ВВГ – 3×1,5 у групових лініях не перевищують 1,2 %.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення – К.: Мінрегіонбуд України, 2011.– 52 с.
2. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення – К.: Мінрегіон України, 2018.– 49 с.
3. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне освітлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.
4. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Знак, 2006. – 972 с.: ил.
5. 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.
6. The IESNA LIGHTING HANDBOOK, Ninth Edition. Copyright © 2000 by the Illuminating Engineering Society of North America.
7. УФ випромінювання в освітленні [Електронний ресурс] – [Цит. 2022, 21 травня]. – Режим доступу до журн.: <https://vinsvit.ua/ua/articles/uv-in-light>
8. ДВО20У, ДПО20У, ДСО20У Юпітер-LED-панель [Електронний ресурс] – [Цит. 2022, 20 травня]. – Режим доступу до журн.: [http://vatra.ua/download/PDF\\_VATRA/office/VATRA-2021-UKR\\_DVO20U-DPO20U-DSO20U\\_\(Jupiter-LED-panel\).pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/office/VATRA-2021-UKR_DVO20U-DPO20U-DSO20U_(Jupiter-LED-panel).pdf)
9. ДВО27У Юпітер-LED-2 [Електронний ресурс] – [Цит. 2022, 20 травня]. – Режим доступу до журн.: [http://vatra.ua/download/PDF\\_VATRA/office/VATRA-2018-UKR\\_DVO27U\\_\(Jupiter-LED-2\).pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/office/VATRA-2018-UKR_DVO27U_(Jupiter-LED-2).pdf)
10. ДББ28У СЕЛЕНА-LED-М [Електронний ресурс] – [Цит. 2022, 20 травня]. – Режим доступу до журн.: [http://vatra.ua/download/PDF\\_VATRA/prom/VATRA-2018-UKR\\_DBB28U\(SELENA-LED-M\).pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-2018-UKR_DBB28U(SELENA-LED-M).pdf)
11. ДБО01ВСП, ДБО02ВСП (аварійний) [Електронний ресурс] – [Цит. 2022, 21 травня]. – Режим доступу до журн.:

[http://vatra.ua/download/PDF\\_VATRA/prom/VATRA-UKR\\_DBO01VSP-DBO02VSP.pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DBO01VSP-DBO02VSP.pdf)

12. Правила улаштування електроустановок. – К.: Мінрегіонвугілля України, 2017. – 617 с.

13. Тищенко Г.А. Осветительные установки.: Учебник для учащихся техникумов специальности "Электроосветительные приборы и установки"./ Г.А. Тищенко – М.: Высшая школа, 1984. – 247 с.; ил. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Знак, 2006. – 972 с.: ил.

14. Говоров П.П. Освітлення промислових об'єктів. Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти / П.П. Говоров, Р.В. Пилипчук, А.І. Токмань, В.В. Щиренко, Р.Ю. Яремчук — Тернопіль: Джура, 2008. - 388., арк. іл.

15. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення – К.: Мінрегіонбуд України, 2001.– 169 с.

16. Щиток освітлення ЩРВ-12з-1 36 IP30 сірий ІЕК ( МКМ14-V-12-30-T) [Електронний ресурс] – [Цит. 2022, 29 травня]. – Режим доступу до журн.: [https://amperok.com.ua/shhytok\\_osvitlennja\\_shhrv-12z-1\\_36\\_ip30\\_siryj\\_iek\\_mkm14-v-12-30-t](https://amperok.com.ua/shhytok_osvitlennja_shhrv-12z-1_36_ip30_siryj_iek_mkm14-v-12-30-t)

17. Щиток освітлення ЩО-6 зовнішній Білмакс [Електронний ресурс] – [Цит. 2022, 29 травня]. – Режим доступу до журн.: [https://amperok.com.ua/shcytok\\_osvitlennja\\_shco\\_6\\_zovnishnij\\_b00000094](https://amperok.com.ua/shcytok_osvitlennja_shco_6_zovnishnij_b00000094)

18. Кабельний завод «Тумен». Каталог кабельно-провідникової продукції [Електронний ресурс] – [Цит. 2022, 29 травня]. – Режим доступу до журн.: <https://www.twomen.odessa.ua/downloads/catalogue.pdf>

19. Модульне обладнання. Автоматичні вимикачі серії УКРЕМ ВА-2017 [Електронний ресурс] – [Цит. 2022, 29 травня]. – Режим доступу до журн.:



<https://www.acko.ua/upload/uf/311/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%87%D1%96%20%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%97%20%D0%A3%D0%9A%D0%A0%D0%95%D0%9C%20%D0%92%D0%90-2017.pdf>

20. Автоматичні вимикачі та пристрої захисного вимикання. Технічні характеристики та правила вибору. Навчальний довідник з дисципліни „Проектування систем електрифікації, автоматизації та електропостачання сільського господарства” // Уклад.: Ю.М. Лавріненко, П.В. Олійник, В.В. Савченко – К.: НУБіП України, 2013 – 89 с.

21. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Основи охорони праці» для студентів за 7 освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» / Г.В.Сапожник. / – Тернопіль-2017. – 78 с.

22. Освітленість робочих місць та його гігієнічне значення [Електронний ресурс] – [Цит. 2022, 30 травня]. – Режим доступу до журн.: <https://labcenter.kh.ua/?p=6592>.

## Додаток 1. Результати світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки адміністративної будівлі

№ на плані	Найменування приміщення	Площа, м <sup>2</sup>	Нормована освітленість, лк	Висота розрахункової поверхні, м	Розрахункова висота, м	Світильник	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Коефіцієнт запасу	Індекс приміщення	Коефіцієнт використання	Кількість світильників	Розрахована освітленість, лк		Потужність освітлювальної установки, Вт
													Метод коефіцієнта використання	DIALux	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
101	Вестибюль	34,52	150	0,0	2,80	ДВО20У-45-012 Юпитер LED-панель	45	5400	1,43	1,04	0,62	2	136	159	90
102	Приміщення охорони	16,97	300	0,8	2,00	ДВО20У-36-011 Юпитер LED-панель	36	4320	1,43	1,00	0,60	3	323	356	108
103	Приміщення прибирального інвентаря	5,56	50	0,0	2,73	ДББ28 У -10-012 Селена-LED-М	10	1200	1,39	0,42	0,32	1	50	45	10
104	Складське приміщення	5,04	50	0,0	2,73	ДББ28 У -10-012 Селена-LED-М	10	1200	1,39	0,41	0,31	1	54	46	10
105	Зона відпочинку охорони	9,14	150	0,0	2,75	ДВО27У-16-002 Юпитер LED-2	16	2080	1,43	0,41	0,31	3	150	159	48
106	Душова	1,71	50	0,0	2,73	ДББ28 У -8-011 Селена-LED-М	8	960	1,33	0,19	0,16	1	68	46	8
107	Санвузол	1,94	75	0,0	2,73	ДББ28 У -12-013 Селена-LED-М	12	1440	1,33	0,24	0,20	1	112	70	12
108	Коридор	11,64	75	0,0	2,75	ДВО27У-16-001 Юпитер LED-2	16	2080	1,43	0,47	0,35	2	88	95	32
109	Кімната відпочинку 1	8,16	150	0,0	2,75	ДВО27У-33-002 Юпитер LED-2	33	4290	1,43	0,55	0,40	1	147	154	33
109.1	Вбиральня	1,32	75	0,0	2,73	ДББ28 У -12-013 Селена-LED-М	12	1440	1,33	0,21	0,18	1	145	156	12
110	Кімната відпочинку 2	7,43	150	0,0	2,75	ДВО27У-33-002 Юпитер LED-2	33	4290	1,43	0,44	0,33	1	135	156	33

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
110.1	Вбиральня	1,32	75	0,0	2,73	ДББ28 У -12-013 Селена-LED-M	12	1440	1,33	0,21	0,18	1	145	74	12
111	Кімната відпочинку 3	7,43	150	0,0	2,75	ДВО27У-33-002 Юпитер LED-2	33	4290	1,43	0,40	0,31	1	135	158	33
111.1	Вбиральня	1,32	150	0,0	2,73	ДББ28 У -12-013 Селена-LED-M	12	1440	1,33	0,21	0,18	1	145	74	12
112	Технічне приміщення	5,7	150	0,8	1,93	ДББ28 У -12-013 Селена-LED-M	12	1440	1,39	0,56	0,41	2	148	139	24
113	Технічне приміщення	7,18	150	0,8	1,93	ДББ28 У -10-012 Селена-LED-M	10	1200	1,39	0,65	0,46	3	164	74	30
114	Бойлерна	5,43	75	0,0	2,73	ДББ28 У -16-017 Селена-LED-M	16	1920	1,33	0,38	0,30	1	79	71	16
115	Коридор	16,89	75	0,0	2,75	ДВО27У-16-001 Юпитер LED-2	16	2080	1,43	0,49	0,37	3	95	106	48
116	Офісне приміщення 1	16,14	300	0,8	2,00	ДВО20У-45-012 Юпитер LED-панель	45	5400	1,43	0,96	0,59	2	277	312	90
117	Електрощитова	7,21		0,8	1,93	ДББ28У -8-011 Селена-LED-M	8	960	1,33	0,69	0,47	3	142	139	24
			В-150	1,5									113		
118	Господарча кімната	5,64		0,8	1,93	ДББ28 У -12-013 Селена-LED-M	12	1440	1,39	0,69	0,47	2	174	154	24
119, 201	Сходова клітка	26,65	75	0,0		ДББ28 У -16-017 Селена-LED-M	16	1920	1,43			2		70	16
120	Коридор	20,71	75	0,0	2,75	ДВО27У-16-001 Юпитер LED-2	16	2080	1,43	0,48	0,36	3	76	83	48
121	Офісне приміщення 2	13,29	300	0,8	2,00	ДВО20У-45-012 Юпитер LED-панель	45	5400	1,43	0,84	0,54	2	309	344	90
122	Офісне приміщення 3	15,97	300	0,8	2,00	ДВО20У-45-012 Юпитер LED-панель	45	5400	1,43	0,96	0,59	2	280	311	90
123	Приміщення персоналу	14,61	150	0,0	2,75	ДВО27У-16-002 Юпитер LED-2	16	2080	1,43	0,63	0,44	1	135	156	39
						ДВО27У-33-002 Юпитер LED-2	33	4290							
124	Санвузол	3,12	75	0,8	2,73	ДББ28 У -16-017 Селена-LED-M	16	1920	1,33	0,32	0,26	1	119	89	16
125	Офісне приміщення 4	10,72	300	0,8	2,00	ДВО20У-36-011 Юпитер LED-панель	36	4320	1,43	0,87	0,56	2	314	326	72
126	Офісне приміщення 5	15,53	300	0,8	2,00	ДВО20У-45-012 Юпитер LED-панель	45	5400	1,43	1,09	0,64	2	311	301	90
127	Санвузол	3,63	75	0,8	2,73	ДББ28 У -16-017 Селена-LED-M	16	1920	1,33	0,35	0,27	1	109	86	16
128	Тамбур	5,52	75	0,0	2,73	ДББ28 У -8-011 Селена-LED-M	8	960	1,33	0,46	0,35	2	90	97	16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
202	Офісне приміщення	19,56	300	0,80	2,00	ДВО20У-36-011 Юпитер LED-панель	36	4320	1,43	1,08	0,63	3	294	328	108
203	Архів	5,22		0,80	2,00	ДВО20У-36-011 Юпитер LED-панель	36	4320	1,43	0,50	0,37	1	215	191	36
			В-75	1,00										78	
204	Коридор	7,83	75	0,00	2,75	ДВО27У-16-001 Юпитер LED-2	16	2080	1,43	0,52	0,38	1	71	80	16
205	Офісне приміщення 7	14,12	300	0,80	2,00	ДВО20У-45-012 Юпитер LED-панель	45	5400	1,43	0,89	0,56	2	301	336	90
206	Кімната прийому їжі	9,11	200	0,80	2,00	ДВО20У-45-012 Юпитер LED-панель	45	5400	1,43	0,75	0,50	1	208	239	45
207	Офісне приміщення 8	16,83	300	0,80	2,00	ДВО20У-36-011 Юпитер LED-панель	36	4320	1,43	0,99	0,60	3	325	360	108
208	Офісне приміщення 9	28,30	300	0,80	2,00	ДВО20У-36-011 Юпитер LED-панель	36	4320	1,43	1,33	0,71	4	303	323	144
209	Офісне приміщення 10	16,84	300	0,80	2,00	ДВО20У-36-011 Юпитер LED-панель	36	4320	1,43	0,99	0,60	3	325	304	108
210	Кабінет заступника директора	16,36	300	0,80	2,00	ДВО20У-45-012 Юпитер LED-панель	45	5400	1,43	0,97	0,60	2	275	310	90
211	Приймальна	15,00	300	0,80	2,00	ДВО20У-45-012 Юпитер LED-панель	45	5400	1,43	0,92	0,57	2	290	325	90
212	Кабінет директора	28,73	300	0,80	2,00	ДВО20У-36-011 Юпитер LED-панель	36	4320	1,43	1,34	0,71	4	299	320	144
213	Санвузол джля жінок	3,50	75	0,00	2,73	ДББ28У-8-011 Селена-LED-М	8	960	1,33	0,39	0,30	2	123	73	16
214	Санвузол для чоловіків	5,25	75	0,00	2,73	ДББ28У-8-011 Селена-LED-М	8	960	1,33	0,40	0,31	2	84	70	16
215	Конференц зал	45,25		300	0,80	ДВО20У-36-011 Юпитер LED-панель	36	4320	1,43	1,43	0,73	6	294	308	216
			Ц - 75											134	
216	Комутаційна	10,81	400	0,80	2,00	ДВО20У-45-012 Юпитер LED-панель	45	5400	1,43	0,82	0,53	2	373	413	90
217	Офісне приміщення 11	9,87	300	0,80	2,00	ДВО20У-36-011 Юпитер LED-панель	36	4320	1,43	0,78	0,52	2	316	345	72
218	Коридор	34,19	75	0,00	2,75	ДВО27У-16-001 Юпитер LED-2	16	2080	1,43	0,74	0,50	4	85	74	64