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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)
Кафедра електричної інженерії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавра
(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка системи освітлення і електропостачання адміністративної будівлі Золочівського РЕМ

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи ЕТ-41
спеціальності 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Баник О. Б. (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Наконечний М. С. (прізвище та ініціали)

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

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

Рецензент (підпис) Микулик П. М. (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Коваль В. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Банику Олегу Богдановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи освітлення і електропостачання адміністративної будівлі Золочівського РЕМ

Керівник роботи Наконечний Мирослав Степанович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «*22*» *січня* 2024 року № *4/7-50*

2. Термін подання студентом завершеної роботи червень 2024 року

3. Вихідні дані до роботи План приміщення адміністрації, технічні характеристики світлотехнічних установок, державні будівельні норми.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Актуальність теми, мета та завдання роботи.
Аналіз об'єкта проектування, нормативні вимоги до освітлення адміністративних приміщень.
Світлотехнічний розрахунок освітлення приміщень адміністрації.
Розрахунок електричної частини системи освітлення адміністрації.
Розробка заходів з безпеки життєдіяльності та охорони праці.
Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
План будівлі адміністрації
Світлові прилади для внутрішнього освітлення, їх параметри та характеристики
Результати світлотехнічного розрахунку освітлення приміщень різного призначення
Результати розрахунку та проектування електричної освітлюваної мережі адміністрації
Загальні висновки кваліфікаційної роботи

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та основи охорони праці			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.04.2023	
2	Аналітичний розділ	17.04.2023	
3	Проектно-конструкторський розділ	25.04.2023	
4	Проектно-конструкторський розділ	01.05.2023	
5	Розрахунковий розділ	15.05.2023	
6	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	28.05.2023	
7	Оформлення пояснювальної записки	01.06.2023	
8	Оформлення графічного матеріалу	08.06.2023	

Студент _____ Баник О. Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Наконечний М. С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Баник О. Б. Проєктування системи електропостачання та освітлення адміністративної будівлі Золочівського РЕМ. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТ - 41. - Тернопіль: ТНТУ, 2024.

Стор. 66; рис. 21; табл. 10; використаних джерел 28; додатків 3 на 7 стор.

В даній кваліфікаційній роботі представлено розроблений проєкт системи електропостачання та освітлення адміністративної будівлі загальною площею в 752 м^2. Робота містить: розрахунок освітлення для всіх приміщень будівлі, та розрахунок електропостачання освітлювальних систем.

Ключові слова:

ДЖЕРЕЛО СВІТЛА, СВІТЛОВИЙ ПОТІК, ОСВІТЛЕНІСТЬ, КОЕФІЦІЄНТ ЗАПАСУ, СВІТЛОВИЙ ПРИЛАД, ЗАГАЛЬНЕ ОСВІТЛЕННЯ, СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, КОЕФІЦІЄНТ ВИКОРИСТАННЯ, СПАД НАПРУГИ.

ЗМІСТ

ЗМІСТ **4**

ВСТУП **6**

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ **8**

1.1 Аналіз об’єкта проєктування **8**

1.2 Аналіз основних вимог щодо систем електропостачання приміщень адміністративних будівель **11**

1.3 Аналіз вимог щодо систем освітлення приміщень адміністративних будівель **12**

1.4 Аналіз методів розрахунку електричного навантаження адміністративних будівель **14**

1.5 Вимоги щодо систем освітлення адміністративних приміщень **16**

1.6 Висновки до розділу 1 **19**

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ **20**

2.1 Вибір мережі електричного освітлення будівлі адміністрації **20**

2.2 Розрахунок мережі електричного освітлення адміністративної будівлі **23**

2.2.1 Розрахунок падіння напруги мереж електричного освітлення останнього елементу **25**

2.2.2 Розрахунок навантаження мереж електричного освітлення, вибір захисних пристроїв **29**

2.3 Висновки по третьому розділу **33**

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ **34**

3.1 Вибір світильників для системи освітлення **34**

3.2 Вибір типу КСС світлових приладів та розрахунок їх кількості **37**

3.3 Розрахунок коефіцієнта запасу **39**

3.4 Розрахунок освітлення адміністративних приміщень в програмі DIALux **41**

3.5 Освітлення сходової клітки та аварійне освітлення **46**

3.6 Висновки до розділу **49**

4 БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ **50**

4.1 Вплив освітлення на людський організм **50**

4.2 Дія електричного струму на організм людини **52**

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ **56**

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ **57**

ДОДАТКИ **60**

ВСТУП

В наш час, коли технології стрімко розвиваються, а потреби в ефективності й сталості виробництва щоразу зростають, дуже актуальними є для будь-яких організацій чи підприємств розробка, а також вдосконалення систем освітлення та електропостачання. В нашому випадку це стосується будівлі адміністрації, що відіграє важливу роль для відповідно ефективної роботи підприємства.

Сьогодні прилади й системи дозволяють максимально підстроїтися під свої конкретні потреби та задачі, для забезпечення належної надійності, технологічності, економічності та забезпечувати хорошу якість електроенергії.

Приміщення в якому зосереджена управлінська та адміністративна діяльність потребує правильно спроєктованого електропостачання для ефективної роботи персоналу. Така система проєктування вимагає аналізу потреб об’єкта, для в подальшому підбору оптимальних рішень.

Оновлення системи електропостачання дозволить:

- збільшити ефективність користуючись з передачі та споживання електроенергії;

- покращити стабільність енергосистеми;

- правильно підібрати потужності відносно обладнання яке використовується;

- відповідно захистити мережу та обладнання.

Важливо врахувати те що для створення відповідних умов праці, потрібно правильно підібрати систему штучного освітлення. Неправильно підібрана освітленість може знизити продуктивність працівників, і викликати проблеми з зором. Також для надзвичайних випадків повинне бути правильно розташоване освітлення шляхів евакуації персоналу.

Метою роботи є модернізація системи внутрішнього освітлення адміністративних приміщень, що дозволяє не лише підвищити

продуктивність праці, а й зекономити кошти на витрати за електроенергію, ціна на яку постійно зростає.

Завданням даної роботи є розробити проект системи освітлення яка буде забезпечувати:

- як до характеру зорової роботи забезпечувати правильні рівні освітленості робочих поверхонь;

- максимально можливо усунути кількість тіней на робочій поверхні;

- система повинна бути надійна і проста у використанні;

-мінімізувати засліплення від джерела світла, і від інших відбивчих елементів що знаходяться в полі зору.

Правильно підібрана система освітлення дозволить скоротити споживання електроенергії. Важливими заходами для зниження енергоспоживання освітленням є:

- енергоефективні джерела світла;

- підібрати світлові прилади які даватимуть ефективний світлорозподіл відповідно до кожного окремого взятого приміщення.

Одне з найважливіших завдань полягає в тому, щоб системи електропостачання та освітлення відповідали нормативним вимогам.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1Аналіз об’єкта проєктування

Об’єктом проєктування виступає адміністративна будівля Золочівського району електромереж, яка була збудована 1970-ті роки XX століття, що розташована в м. Золочів, Золочівського р-н, Львівської області. Вигляд адміністрації зображено на рисунку 1.1.

Рисунок 1.1 - Вигляд в цілому адміністративної будівлі Золочівського району електромереж

Площа першого поверху приміщень Золочівського РЕМ складає 384 м^2, площа другого поверху 368 м^2.

В таблиці 1.1 та 1.2 детальніше вказані розміри та призначення приміщень.

Таблиця 1.1 - Експлікація приміщень адміністрації (перший поверх)

№ на плані	Призначення приміщення	Площа, м^2
1	Коридор	22,7
2	Вбиральня	3,3
3	Вбиральня	6,4
4	Службове приміщення	5,2
5	Роздягалка	50,5
6	Коридор	7,2
7	Кабінет	8,0
8	Коридор	5,0
9	Комора	4,4
10	Кабінет	17,4
11	Службове приміщення	7,9
12	Душова	5,2
13	АТС*	11,6
14	Комора	11,5
15	Кабінет	11,0
16	Коридор	1,6
17	АТС*	20,5
18	Приймальня	16,7
19	Диспетчерська	83,4
20	Зал	50,6
21	Коридор	10,9
22	Кабінет	15,2
23	Кабінет	4,0
24	Комора	3,9
25	Сходова клітка	11,1

*АТС - автоматична телефонна станція.

Таблиця 1.2 - Експлікація приміщень адміністрації (другий поверх)

№ на плані	Призначення приміщення	Площа, м^2
26	Сходова клітка	8,3
27	Бухгалтерія	10,5
28	Кабінет	10,3
29	Кабінет	11,7
30	Кабінет	11,3
31	Кабінет	11,0
32	Архів	10,9
33	Коридор	27,9
34	Їдальня	30,5
35	Кабінет	32,5
36	Кабінет	16,3
37	Приймальня	17,9
38	Кабінет	32,2
39	Актовий зал	66,1
40	Архів	16,2
41	Кабінет	34,8
42	Кабінет	10,8
43	Кабінет	10,3
44	Коридор	8,8

Висота стелі в приміщеннях в середньому складає 3,2 м.

1.2 Аналіз основних вимог щодо систем електропостачання приміщень адміністративних будівель

Згідно з чинними Державними будівельними нормами [1] системи електропостачання адміністративних будівель повинні відповідати необхідним критеріям, та параметрам безпеки, щоб забезпечити належну економічність та надійність.

Відповідно до цих документів [2-5] було обрано найважливіші вимоги та положення:

1. Потужність системи електропостачання: щоб забезпечити всі необхідні функціональні потреби будівлі адміністрації, потрібна достатня потужність;

2. Стійкість та надійність: електропостачання повинне бути безперебійним, а також стабільним;

3. Енергоефективність: для досягнення оптимального споживання і менших витрат, обладнання та технології повинні забезпечувати енергоефективність. Управління енергоживленням дозволить оптимізувати режими роботи й моніторити їх;

4. Безпечна система електропостачання: надавши високий рівень безпеки мережі, зможемо мінімізувати випадки перенапруг, короткого замикання та інших електротехнічних аварій;

5. Використання заземлення: правильно зроблене заземлення дозволить захистити систему, та людей від струму в разі виникнення непередбачуваної ситуації;

6. Екологічність: використовуючи екологічні та енергоефективні технології наскільки це можливо, можемо добитися зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Від багатьох факторів залежать вимоги до надійності та економічності, перерахувавши основні з вимоги щодо систем електропостачання, що допоможуть створити систему яка буде відповідати стандартам та потребам

будівлі адміністрації забезпечивши при цьому ефективність та стабільність електропостачання.

1.3 Аналіз вимог щодо систем освітлення приміщень адміністративних будівель

Спираючись на Державні будівельні норми [1] адміністративними будівлями можуть називатися споруди що розміщують у собі приміщення для управління, охорони праці, інформаційно-технічних, копіювально-розмножувальних служб, а також навчальні приміщення.

Забезпечення будівлі [3] природним і штучним освітленням є необхідним для приміщень в яких упродовж довгого чи короткострокового часу перебувають люди. Природне освітлення може використовуватися в приміщеннях з хорошим склінням. Винятками для даного освітлення служать підвальні приміщення, місця підземного паркінгу, зони для конференцій та демонстрацій, комори та інші приміщення[5].

В порівнянні з проєктуванням штучного освітлення будинків промислового призначення, потрібно враховувати особливості при проєктуванні установок штучного освітлення адміністративних споруд[4]:

- переважна більшість приміщень де використовується комбіноване освітле-ння;
- високий рівень загального та місцевого освітлення в приміщеннях;
- проєктування освітлення з огляду на комфортні та естетичні аспекти.

Для того, щоб світлове середовище в будівлі адміністрації було комфортним, колориметричні та фотометричні характеристики повинні бути в відповідних межах.

Також важливими є візуальні потреби працівника, з яких і складаються більшість правил та норм, ось декілька з візуальних потреб:

- під кожен вид робіт повинен бути відповідний рівень освітлення та інтенсивності світла;

- концентрація та настрій працівника певною мірою залежить від температурного кольору світла;
- уникання тіней та зменшення надмірного коефіцієнта відбивання поверхонь може зменшити вплив на зоровий дискомфорт працівника;
- зона освітлення відповідно до виду робіт;
- для адаптації під власні візуальні потреби повинна бути можливість індивідуального регулювання яскравості та інших параметрів.

Згаданий вище коефіцієнт відбивання відіграє важливу роль в візуальному

сприйнятті яскравості та кольору поверхонь, а також у візуальній ефективності. Тому створюючи дизайн офісного приміщення потрібно звертати увагу на характеристики джерел світла.

Так розробляючи дизайн інтер'єру адміністративних приміщень [4], покриття поверхонь предметів що розташовані в приміщеннях повинні бути з відповідним коефіцієнтом відбивання, який представлений на рис. 1.2.

Рисунок 1.2 - Коефіцієнт відбивання поверхонь

За наступної умови зможемо дотриматися вимог відповідно до економічної енергоефективності устаткування освітлення:

$$e = 282 - 2{,}3 \cdot R_a \qquad (1.1)$$

Де e - мінімальне значення показника що відповідає за світловіддачу в джерелі світла;

R_a - показник кольоровідтворення.

1.4 Аналіз методів розрахунку електричного навантаження адміністративних будівель

При розрахунку електричного навантаження, основним завданням є визначити струми які протікають по струмопровідним частинам, відповідно дізнатися допустимість цих струмів відносно нагріву елементів.

Для визначення основних технічних параметрів електроустановки при проєктуванні електропостачання, необхідно провести розрахунок потужності й відповідно враховувати різноманітні фактори.

Традиційні методи проєктування які полягають у використанні нормативних державних документів часто мають ряд недоліків, наприклад переважна кількість нормативних документів застарілі, і часто при проєктуванні результати потребують уточнення відносно реальних потреб.

В розрахунку електричних навантажень нам допоможе груповий метод, об’єднавши в групи схожих споживачів з середнім значенням енергоспоживання [8].

Для належного вибору трансформаторної підстанції, електрообладнання, товщини проводів потрібно правильно визначити електричні навантаження.

Коефіцієнти попиту:

- Навантаження ліній для живлення зального освітлення. Регульоване освітле-ння 0,35. Нерегульоване рівне 0,2;
- Групова, живильна мережа робочого та евакуаційного освітлення рівна 1;
- Навантаження мереж живлення робочого освітлення [6].

Для розрахунку електричного навантаження ліній, для живлення розеток, P_{pp}

використовують формулу, *кВт*:

$$P_{рр} = k_{пр} \cdot P_{вр} \cdot n_р, \quad (1.2)$$

де $k_{пр}$ - коефіцієнт для розрахунку попиту;

$P_{вр}$ - визначена потужність розетки;

$n_р$ - кількість розеток.

Позаяк окрім мережі розеток є ще загальне освітлення, відповідно наше живлення можна вважати змішаним. Формула для розрахунку змішаного навантаження $P_{рз}$, *кВт:*

$$P_{рс} = P'_{рз} + P_{рр}, \quad (1.3)$$

де $P'_{рз}$ - значення лінійного навантаження для загального освітлення, *кВт*;

$P_{рр}$ - значення мережевого навантаження для розеток, *кВт.*

Формула для визначення розрахункового навантаження вводів та силових ліній живлення $P_р$, *кВт*:

$$P_{рс} = k_{пр} \cdot P_{вст}, \quad (1.4)$$

де $k_{пр}$ - розрахункове значення коефіцієнта попиту;

$P_{вст}$ - значення встановленої потужності електроприймачів, *кВт.*

Відповідно до адміністративних та громадських будівель, всі необхідні коефіцієнти які були вказані в формулах подані для визначення [6] в таблицях.

Формула для розрахункового навантаження $P_р$ живлення вводів та ліній при змішаному живленні (освітлення та силові електроприймачі) відповідно до режимів роботи, аварійний та змішаний, *кВт*:

$$P_р = k \cdot (P_{ро} + P_{рз} + P_{рхо}), \quad (1.5)$$

де k - коефіцієнт розбіжності при розрахунку максимальних навантажень [7];

$P_{ро}$ - значення розрахункової навантаженості освітлення, *кВт*;

$P_{рз}$ - значення розрахункової навантаженості електроприймачів без холодиль-ного обладнання, *кВт*;

$P_{рох}$ - значення розрахункової навантаженості холодильних машин, *кВт* [8].

1.5 Вимоги щодо систем освітлення адміністративних приміщень

В приміщеннях адміністрації перевага надається лінійним лампам в нейтрально-білому або тепло-білому кольорі випромінювання джерел світла. Також можливе використання ламп з вольфрамовою ниткою для залів, кабінетів. Допоміжні та технічні приміщення мають допустиме застосування ламп розрядних, а також розжарювання.

Для переважної більшості приміщень можуть використовуватися різні види світильників, тобто можна вибирати їх зважаючи на архітектурно-дизайнерські потреби. Важливим критерієм є крива сили світла для того, щоб світло було прямими або розсіяним потрібна зона максимального значення в межах 0 - 30, 145 - 180. Якщо дивитися на рисунок, то криві типу Г та Д мають потрібну силу світла в нижню півсферу.

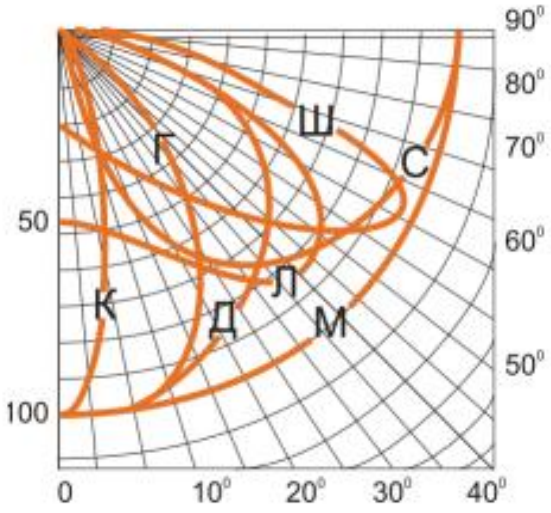


Рисунок 1.3 - Криві сил світла

Таблиця 1.3 - Характеристики КСС

Тип КСС	Позначення	Зона максимального значення
Концентрована	К	0 … 15
Глибока	Г	0 …30, 150…180
Косинусна	Д	0…5, 145…180
Напівширока	Л	35…55, 125…145
Широка	Ш	55…85, 95…125
Рівномірна	М	0…180
Синусна	С	70…90, 110…90

Загальний чи комбінований вид освітлення згідно з державними нормами [4] може використовуватися. Залежно від зорових задач, можливе регламентування мережевих розеток для

місцевого освітлення в додачу до загального. Переважно використання загального нормованого освітлення є достатнім для виконання зорових задач. На рисунку представлено комбіноване та загальне освітлення приміщень.

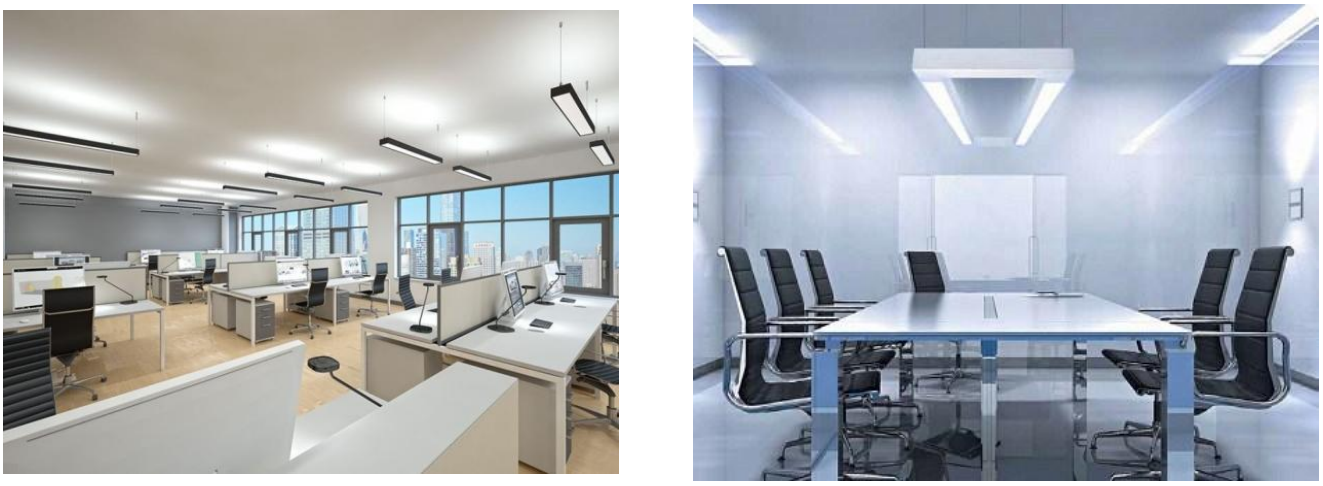


Рисунок 1.4 - Зображення прикладу комбінованого (а) та загального (б) освітлення приміщень адміністративних будівель

При проєктуванні установок освітлення важливо звертати увагу на дискомфортні показники [6], тобто необхідно обмежити блиск який може бути прямим від джерела і відбитим від поверхні. Формула для розрахунку показника дискомфорту:

$$M = 10^{\frac{UGR+4.8}{16}}, \tag{1.6}$$

$$UGR = 8 \cdot lg\left[\frac{0.25}{L\phi} \cdot \sum_{i=1}^{i=N} \frac{L_i^2 \cdot \omega}{p_i^2}\right], \tag{1.8}$$

де UGR - об’єднаний дискомфортний показник;

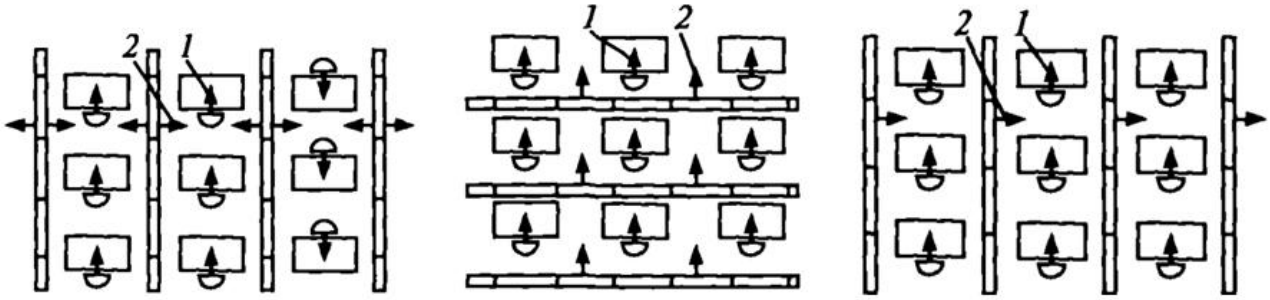
ω - розмірність тілесного кута;

L_ϕ - фонова яскравість;

L_i - яскравість, яку спостерігач бачить від i-го джерела блиску, коли дивиться в його напрямку;

p_i - позначення позиції і-го джерела світла відносно лінії зору спостерігача.

Правильне розташування штучних джерел світла дозволить знизити показник відбитого блиску. Джерела світла загального освітлення повинні розміщуватися так, щоб зорова лінія працівника не сходилася з відбитим світлом від робочих поверхонь. Враховуючи ці аспекти й рекомендації [4] щодо розміщення приладів освітлення рис. 1.5, відносно робочих місць паралельно з двостороннім або одностороннім світлорозподілом, а також з розташуванням позаду робочого місця з одностороннім розподілом в сторону робочого місця. Робочі місця які обладнані відео терміналами для зменшення складової блиску рекомендовано розташовувати трохи далі від вікон, а засоби місцевого освітлення збоку.



а) б) в)

Рисунок 1.5 - Розміщення світлових приладів загального освітлення відносно робочих місць: а) паралельне з двостороннім світлорозподілом; б) перпендикулярне з одностороннім розподілом; в) паралельне з одностороннім світлорозподілом

1.6 Висновки до розділу 1

1. Приміщенням Золочівського району електромереж подано характеристику, загальна площа 752 м^2, перший поверх 384 м^2 і другий поверх 368 м^2.
2. Взявши за основу нормативні документи щодо проєктування електропостачання і освітлення адміністративних будівель, визначено параметри та вимоги, а також було розглянуто методи розрахунку систем енергопостачання та освітлення.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір мережі електричного освітлення будівлі адміністрації

Згідно ПУЕ (правила улаштування електроустановок) [22] систему заземлення для того, щоб заживити освітлювальну систему оберемо TN-C-S що зображена на рисунку 2.1

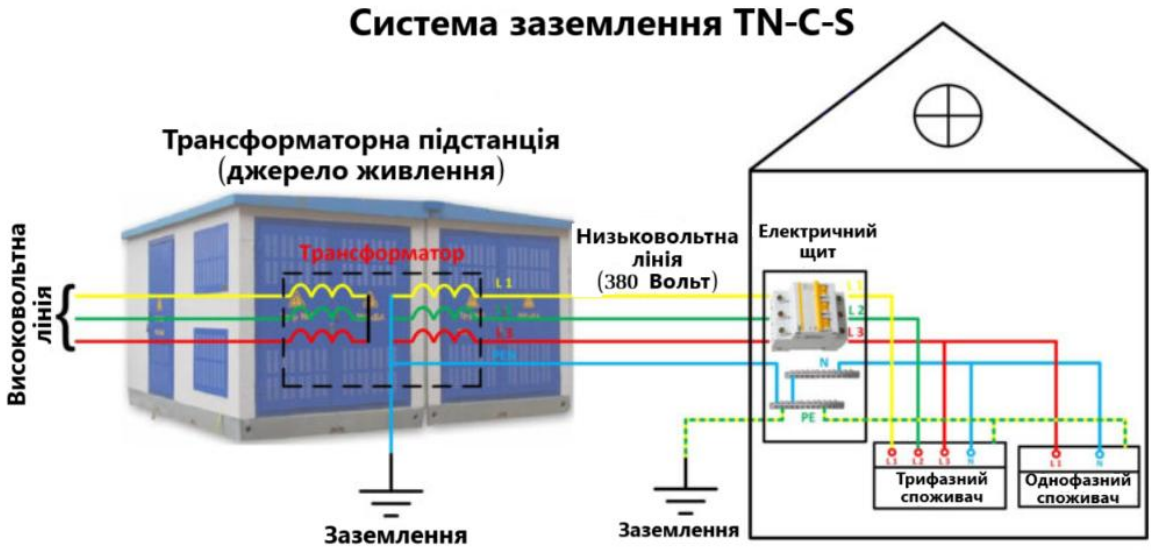


Рисунок 2.1 - Система заземлення TN-C-S

Ця система [23] являє собою спрощену систему TN-S, яка є дешевшою в наслідок зменшення витрат на провідники, а саме коштом PEN провідника, який на вході в будівлю розділяється на захисний заземлений PE і робочий нуль N. Заземлений провідник підключається до повторного контуру заземлення.

Для хорошої провідності й довговічності електричної освітлюваної системи оберемо провідники виготовлені з міді та з полівінілхлоридною ізоляцією марки ВВГнг.

До позитивних аспектів даного кабелю ВВГнг з полівінілхлоридною ізоляцією можна віднести [24]:

- хороша вологостійкість (за температури 34 ^{0}С і відносній вологості 97%);
- матеріали кабелю витримують вплив агресивних хім. речовин;
- достатній температурний діапазон, що становить -50 і до +50 ^{0}С;
- ізоляція залишається еластичною в всьому температурному діапазоні;
- хороші діелектричні властивості.

Оскільки маємо робоче та аварійне освітлення, розділимо їх на два ввідних розподільних пристрої ВРП 1- робоче освітлення, і відповідно ВРП 2 - аварійне освітлення, які будуть живити п’ятижильним кабелем освітлювальні щити, а вже від щитів до світлових приладів за допомогою трьох жильних кабелів.

Тому, що будівля адміністрації має два поверхи, щит аварійного і робочого освітлення встановимо на двох поверхах. Властивості освітлювальних щитів показано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Відомості про щити освітлення

Щити освітлення	**Група з’єднань**	**Підключені приміщення**	**№ на плані**	**Обрахована потужність, кВт**
ЩО 1	**Робоче освітлення першого поверху**			**1,657**
	1.1	Коридор, вбиральня, вбиральня, службове приміщення, коридор	1; 2; 3; 4; 16;	0,1
	1.2	Роздягальня	5;	0,072
	1.3	Коридор, кабінет, коридор, комора, кабінет	6; 7; 8; 9; 10;	0,282

Таблиця 2.1 - Відомості про щити освітлення

ЩО 1	1.4	Службове приміщення, душова, АТС, комора	11; 12; 13; 14;	0,16
	1.5	Кабінет, АТС, приймальня	15; 17; 18;	0,34
	1.6	Диспетчерська	19;	0,4
	1.7	Зал, коридор, кабінет	20; 21; 23;	0,14
	1.8	Кабінет, комора, сходова клітка	22; 24; 25;	0,163
ЩО 2	**Робоче освітлення другого поверху**			**2,003**
	2.1	Сходова клітка, кабінет	26; 38;	0,217
	2.2	Бухгалтерія, кабінет, кабінет	27; 28; 29;	0,32
	2.3	Кабінет, кабінет, архів	30; 31; 32;	0,226
	2.4	Коридор	33;	0,072
	2.5	Їдальня, кабінет	34; 35;	0,338
	2.6	Кабінет, приймальня	36; 37;	0,29
	2.7	Актовий зал	39;	0,096
	2.8	Архів, кабінет	40; 41;	0,226
	2.9	Кабінет, кабінет, коридор	42; 43; 44;	0,226
ЩАО	а1	Аварійне освітлення першого поверху, та сходової клітки		0,095
	а2	Аварійне освітлення другого поверху		0,029
Загальна підрахована потужність систем робочого освітлення				3,66
Загальна підрахована потужність систем аварійного освітлення				0,124
Загальна підрахована потужність систем освітлення будівлі адміністрації				3,784

2.2 Розрахунок мережі електричного освітлення адміністративної будівлі

Вибір січення для живлення електричного освітлення є одним з основних факторів, що забезпечуватиме надійність системи, її економічність і достатню напругу для правильної роботи світильників [25].

Січення потрібної нам кабельної продукції будемо визначати ґрунтуючись на трьох ключових розрахунках, таких як: допустимі струми навантаження; втрата напруги в електричному колі; найменша кількість матеріалу провідників.

Втрати напруги мережею розраховуємо по формулі (2.1) [22]:

$$\Delta U\% = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} M_k}{c \cdot S}, \tag{2.1}$$

де S - січення жил кабелів, проводів;

$\sum_{k=1}^{k=n} M_k$ - сумарні навантажувальні моменти на ділянці;

c - приймемо рівним 12, бо мережева система використовується однофазна (трьох фазна 72), і матеріал кабелів, проводів мідь.

Для економічності системи, тобто найменша кількість матеріалів розраховуватимемо за формулами 2.2 і 2.3:

$$S = \frac{M_{П}}{c \cdot \Delta U\%}, \tag{2.2}$$

$$M_{п} = \sum M + \alpha \cdot \sum m, \tag{2.3}$$

де α - значення моментів приведення.

$\sum m$ - загальна кількість областей що приймають живлення від області розрахунку їхнє числове значення провідників різниться від кількості провідників розрахункової області;

$\sum M$ - загальна кількість моментів області розрахунку з N - ним числом проводів і відповідно черговій області розрахунку з тою ж кількістю провідників які приймають живлення з першої області розрахунку.

Навантажувальні струми для двопровідних або трьох фазних мереж електричної освітленості обрахуємо за допомогою формул (2.4), (2.5) для однофазної мережі й рівномірно навантаженої трифазної відповідно.

$$I_p = \frac{P_p}{U_\phi \cdot cos\varphi}, \tag{2.4}$$

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_Л \cdot cos\varphi}, \tag{2.5}$$

де $cos\varphi$ = кф. активна потужність;

$U_л = 380\ В$ - лінійна напруга;

P_P - зона підрахунків для якої передбачене живлення через потужність що розраховується;

$U_ф = 220\ В$ - фазна напруга.

Згідно з даними формул у наступному розділі обрахуємо потрібні нам січення проводів обравши з них найбільше значення перерізу. Також розрахунки струму навантаження і з економічного погляду мінімізація матеріалу провідників, що входять в розрахунок мереж електричного освітлення для адміністративної будівлі.

2.2.1 Розрахунок падіння напруги мереж електричного освітлення останнього елементу

Для коректного обчислення втрат напруги, перш за все потрібно правильно вибрати лінії над якими будемо проводити розрахунки. Увагу звертаємо на найдовшу лінію від щита освітлення та на найпотужнішу лінію. Формула для обчислень вказана вище (2.1).

Оскільки розрахунок потужності ліній було зазначено в таблиці 2.1, визначимо довжини ліній від щитів освітлення відповідно до крайнього елемента ліній. Для вибору найдовшої лінії для подальших розрахунків.

Для електротехнічного розрахунку знадобляться наступні відомості що пере-раховуємо в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Потужності ліній груп та їх довжина

№ ділянки (групової лінії)	Потужність *P*, кВт	Довжина *l*, м	Навантажувальний момент кВт · м
1.1	0,1	12,7	1,27
1.2	0,072	20,4	1,47
1.3	0,282	25,95	6,82
1.4	0,16	20,8	3,32
1.5	0,34	13,2	4,48
1.6	0,4	23,2	9,28
1.7	0,14	22,6	3,16
1.8	0,163	10,6	1,73
2.1	0,217	12,2	2,64
2.2	0,32	8,9	2,84
2.3	0,226	14,6	3,29
2.4	0,072	18,7	1,34

Таблиця 2.2 - Потужності ліній груп та їх довжина

2.5	0,338	27,5	9,07
2.6	0,29	11,8	3,42
2.7	0,096	22,8	2,18
2.8	0,226	24,3	5,49
2.9	0,226	17,8	4,02

Прикладом розрахунків як найпотужнішої лінії слугуватиме групова лінія гр. 1.3 що знаходиться на першому поверсі та бере електроенергію від щита освітлення ЩО 1 і має розрахункову схему живлення що показана на рис 2.2.

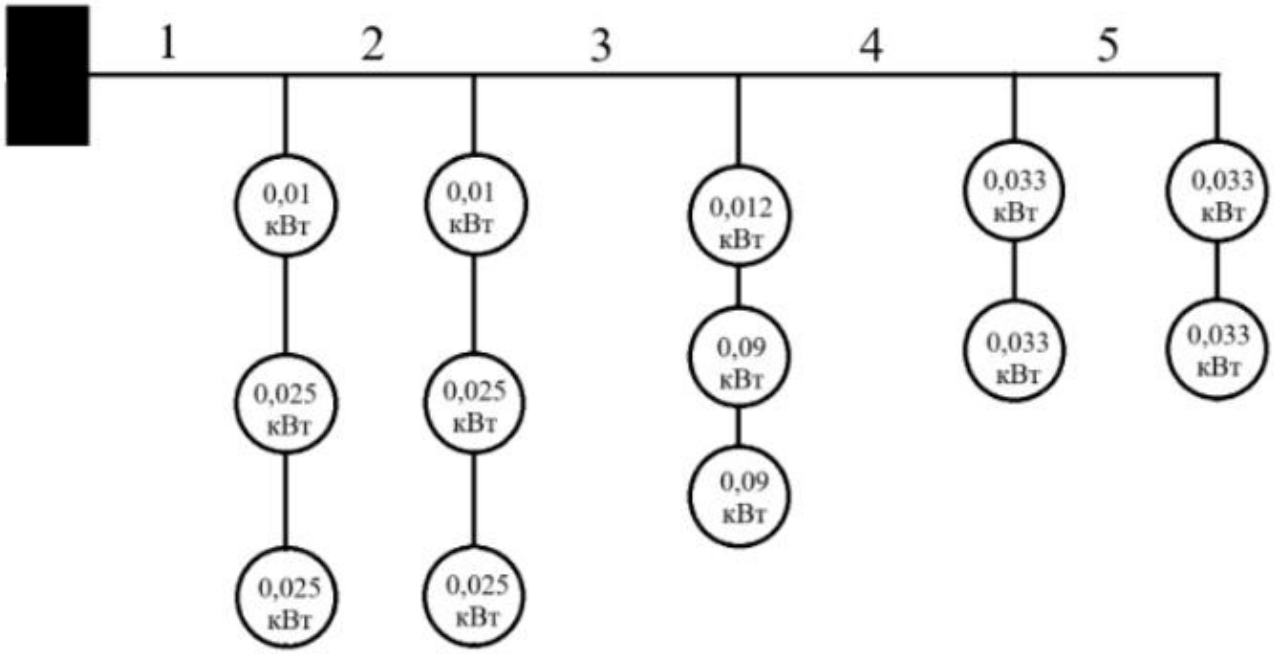


Рисунок 2.2 - Групова лінія гр. 1.3 щита освітлення ЩО 1 та розрахована схема живлення

Для кожної з п’яти ділянок рахуємо загальну величину навантажувальних моментів. Формулювання для першої ділянки.

$$\sum M_1 = P_{p1} \cdot l_1 \tag{2.6}$$

де P_{pl} - потужність що йде ділянкою;

l_l - довжина ділянки групової лінії.

Втрати напруги через мережу рахуємо за формулою (2.1) що вказана в розділі 2.1. Прикладом слугуватиме перша ділянка потужністю 0,282 кВт і протяжністю 14,21 м і відповідно результати заносимо в таблицю 2.3.

$$\Delta U\% = \frac{14{,}21 \cdot 0{,}282}{12 \cdot 1{,}5} = 0{,}22\%$$

Таблиця 2.3 - Кінцеві значення порахованих ділянок мережі групової лінії 1.3

№	Довжина *l*, м	P_p, кВт	$\sum_{k=1}^{k=n} M_k$, кВт · м	*ΔU%, %*
1	14,21	0,282	4,01	0,22
2	2,17	0,222	0,48	0,027
3	4,33	0,162	0,701	0,039
4	5,72	0,132	0,76	0,042
5	3,12	0,066	0,21	0,011
Напруговий спад на останньому елементі в сумі				0,34

Лінія з найдовшою протяжністю згідно з таблицею 2.2 належить до групи 2.5. Відповідно для неї проводимо такі ж обчислення як для попередньої гр. 1.3. Схема розрахунку представлена нижче рисунком 2.3, результати обчислень занесені в таблицю 2.4.

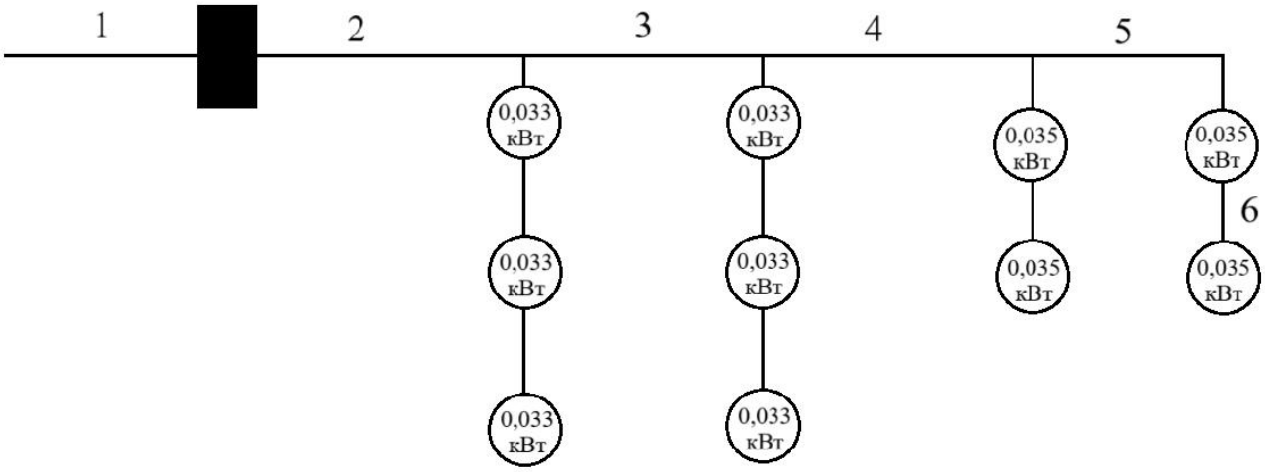


Рисунок 2.3 - Групова лінія гр. 2.5 щита освітлення ЩО 2 та розрахована схема живлення

Таблиця 2.4 - Кінцеві значення порахованих ділянок мережі групової лінії 2.5

№	Довжина *l*, м	P_p, кВт	$\sum_{k=1}^{k=n} M_k$, кВт · м	*ΔU%, %*
1	4,68	0,473	2,21	0,123
2	10,24	0,338	3,46	0,192
3	2,84	0,239	0,68	0,037
4	4,81	0,14	0,67	0,037
5	3,11	0,07	0,22	0,012
6	1,82	0,035	0,064	0,0035
Напруговий спад на останньому елементі в сумі				0,436

Згідно з розрахунками які були проведені й зазначені в таблиці вище, для найпотужнішої та найдовшої лінії гр. 1.3 і гр. 2.5. Можемо стверджувати, що перерізи кабелів були підібрані правильно, бо спад напруг на одній і другій груповій лінії в сумі не перевищує 3%. Перерізи становили 1,5 мм^2 для групових ліній і 2,5 мм^2 для щитів освітлення

2.2.2 Розрахунок навантаження мереж електричного освітлення, вибір захисних пристроїв

Формули для електротехнічного обрахунку струмів навантаження зазначалися в пункті 2.2 вище. Використовувати будемо лише одну із них (2.4), через те, що живлення щитів, групових з'єднань оформлені користуючись з двофазної мережі.

Навантажувальний струм рахуватимемо на прикладі ЩО 1 загального та таких групових ліній: 1.3; 2.1. Також варто зазначити коефіцієнт активної потужності cosφ який складає 0,95 і потрібен для розрахунку в формулі 2.4. Потужності ліній 282 Ват та 217 Ват відповідно, загальний щит освітлення першого поверху потужністю 1657 Ват. Проведемо розрахунки:

Навантажувальний струм групової лінії 1.3

$$I_p = \frac{282}{220 \cdot 0{,}95} = 1{,}35\ A;$$

Навантажувальний струм групової лінії 2.1

$$I_p = \frac{217}{220 \cdot 0{,}95} = 1{,}04\ A;$$

Навантажувальний струм першого щита освітлення

$$I_p = \frac{1657}{220 \cdot 0{,}95} = 7{,}93\ A.$$

Розраховані струми навантаження вказуємо до таблиці 2.3.

Оскільки сказано вище, з довідника [22] кабельну продукцію вибираємо ВВГ. Переріз кабелю відповідно до навантажувальних струмів обираємо для групових ліній і щитів освітлення, їх вказуємо в таблиці 2.3. Групові лінії які ми розраховували для прикладу 1.3 і 2.1 матимуть переріз 1,5 мм^2, а ось переріз ділянки живлення першого щита освітлення 2,5 мм^2.

Таблиця 2.3 - Обчислення навантажувальних струмів мережі електричного освітлення адміністративної будівлі

Ділянка мережі групової лінії та щита освітлення	**Сумарна розрахована потужність ділянок мережі і ЩО, кВт**	**Робочий електричний потік, А**	**Січення кабелю типу ВВГ, мм^2**	**Номінальний струм захисного пристрою ВА-2017/С 1р**
1.1	0,1	0,48	3х1,5	1 А
1.2	0,072	0,35	3х1,5	1 А
1.3	0,282	1,35	3х1,5	2 А
1.4	0,16	0,77	3х1,5	1 А
1.5	0,34	1,63	3х1,5	2 А
1.6	0,4	1,91	3х1,5	2 А
1.7	0,14	0,67	3х1,5	1 А
1.8	0,163	0,78	3х1,5	1 А
ЩО 1	1,657	7,93	3х2,5	10 А
2.1	0,217	1,04	3х1,5	2 А
2.2	0,32	1,53	3х1,5	2 А
2.3	0,226	1,08	3х1,5	2 А
2.4	0,072	0,35	3х1,5	1 А
2.5	0,338	1,58	3х1,5	2 А
2.6	0,29	1,39	3х1,5	2 А
2.7	0,096	0,46	3х1,5	1 А
2.8	0,226	1,08	3х1,5	2 А
2.9	0,226	1,08	3х1,5	2 А
ЩО 2	2,003	9,58	3х2,5	10 А
а1	0,095	0,45	3х1,5	1 А
а2	0,029	0,14	3х1,5	1 А
ЩАО	0,124	0,59	3х1,5	1 А

При виборі захисних апаратів, особливу увагу звертаємо на струми які протікають в ділянках мережі, тобто струм автоматичного вимикача I_n повинен бути більшим за струм групової лінії, чи щита освітлення I_p. Повинна виконуватися умова [22]:

$$I_n \geq I_p \tag{2.6}$$

В якості автоматичних вимикачів [25] обираємо ВА-2017. Номінальний ампераж обраних апаратів захисту заносимо в табл. 2.3, відповідно до формули (2.6).

Таким чином маємо:

10 групових ліній з номінальним струмом захисних апаратів 1 А і 2 А;

2 щити освітлення з номінальним струмом захисних апаратів 10 А.

Для коректної роботи апаратів захисту та унеможливлення помилкових спрацювань, повинна бути обмежена кількість під'єднаних світлових приладів. Використовуємо співвідношення [3]:

$$\frac{K \cdot K_k \cdot I_n}{I_{peak}} \geq N_{max} \tag{2.7}$$

де K - значення динаміки активації апарата захисту;

K_k - показник нерозривності;

I_n - номінальний струм апарату захисту;

I_{peak} - струм необхідний для запуску світлодіодного світильника.

Прикладом для обчислення оберемо світловий прилад моделі ДПО26В потужність якого складає 25 Вт, також для прикладу оберемо автоматичний вимикач на 5 А номінального струму. Значення динаміки активації апарата захисту або коефіцієнт кривої спрацювання автоматичного вимикача

визначаємо за його характеристикою. Для характеристики *C,* коефіцієнт *K=5*. За діаграмою з [4] рисунка Р.2 показник нерозривності $K_k = 12$ в співвідношенні з тривалістю імпульсу 250 мкс. Також підставляємо значення пускового струму 30 А і номінальний струм апарату захисту 5 А. Дані для обчислення інших світлових приладів вказані в додатку 2.

$$\frac{5 \cdot 12 \cdot 5}{30} \geq 10$$

Таблиця 2.4 - Відносно до номінального струму автоматичного вимикача висновок обчислення максимально можливої кількості світильників ДПО26В - 25 - 011

Модель світильника	Пусковий струм I_{peak}, А	Тривалість сигналу, мкс	Показник нерозривності K_k	Число приладів освітлення при ном. струмі автоматичних вимикачів				
				1	2	3	4	5
ДПО26В - 25 - 011	30	250	12	2	4	6	8	10

На прикладі цього світового приладу обрахунок також проводимо для інших світильників. Висновки обчислення представлені в додатку 2.

2.3 Висновки по третьому розділу

Підсумовуючи третій проєктно-конструкторський розділ, ми в межах чотирьох підрозділів провели і розписали електротехнічний розрахунок, а саме:

1. Обрали систему заземлення TN-C-S, та кабельну продукцію ВВГнг;

2. Порахували потужності щитів освітлення та відповідні групи з'єднань що до них відносяться. Загальна потужність освітлювальної системи становить 3,784 кВт.

3. Вказали всі необхідні формули для обчислення втрат напруги мережею, для економічності системи на найменшу кількість провідникового матеріалу, для розрахунків струмів навантаження;

4. Порахували потужності та довжини кожної групової лінії для визначення найдовшої та найпотужнішої з них. Щоб визначити втрати напруги на останньому елементі на цих двох лініях. Втрати напруги на лініях гр 1.3 ЩО 1 та гр 2.5 ЩО 2 складають 0,34% та 0,436% при допустимих значеннях в 3%;

5. Розрахували струм навантаження для групових ліній, і відносно цих значень вибрали переріз кабелів для групових ліній 1,5 мм^2 і для щитів освітлення 2,5 мм^2 і номінальні струми захисних пристроїв.

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Вибір світильників для системи освітлення

Для якісного розрахунку в проєктуванні світлотехніки потрібно враховувати наступні дані:

- вибір світлових приладів;
- розміщення джерел світла, їхня кількість;
- параметри світлотехніки, нормована і рівномірно розподілена освітленість.

Розглянувши в попередніх розділах різні види освітленості, рівномірно високий розподіл освітленості дає нам вище згадане загальне освітлення, яке найкраще підходить для нашого випадку, бо не залежно від того як розміщені меблі та обладнання в приміщеннях світло залишається однаковим, що мінімізує потребу реконструкцію в майбутньому.

Систем освітлення є два види: освітлення яке застосовується в нормальних режимах називають робочим, а освітлення яке застосовується в екстрених випадках аварійне [9]. Також, аварійне освітлення охоплює евакуаційне і резервне, про що нам і говорять будівельні норми. Освітлення евакуації також має декілька підгруп [4].

Через те, що наша будівля складається з коридорів, сходової клітки й офісних приміщень, в якості аварійного освітлення використаємо антипанічне освітлення та освітлення шляхів евакуації.

Що стосується робочого освітлення то нормована освітленість для адміністративних та громадських будівель складатиме в межах від 20 до 300 лк, що зазначено в табл. 3.1

Таблиця 3.1 - Відповідна нормована освітленість приміщень адміністрації

Типи приміщень	Освітленість, лк	Робоча поверхня над рівнем підлоги, м
Офісні приміщення, приймальні	300	0,85
Зали	75	0,0
АТС	150	0,0
Комори, санвузли та душові, коридори, вбиральні	75	0,0
Сходова клітка	20	0,0

В якості джерел світла загального освітлення для офісних приміщень, кабінетів, приймалень виберемо світловий прилад типу LED, а саме світильник ДПО26В [10] які забезпечать нам наступні характеристики:

- потужність 20 – 50 Вт;
- потік світла 2500 – 5500 лм;
- віддача світла 125 лм/Вт;
- І клас електрозахисту;
- косинусний кут розсіювання (КСС) Д;
- кф. активної потужності 0,93;
- регульована колірна температура 3800 – 5400 К.

Вигляд джерела освітлення представлено на рисунку 3.1

Рисунок 3.1 - Вигляд з зовні приладів освітлення ДПО26В для адміністративних, офісних приміщень та коридорів

Основні виходи, евакуаційні шляхи, будуть освітлюватися аварійними світловими приладами та світловими покажчиками, світлодіодних типів: ДПП06У - 8 який показаний на рисунку 3.2а [11] та ДБО02ВСП - 3 який показаний на рисунку 3.2б [12]. Розглянемо технічні характеристики даних приладів за таблицею 3.2.

а) б)

Рисунок 3.2 - Зовнішній вигляд аварійних світлових приладів

Таблиця 3.2 - Технічні параметри обладнання світлотехніки для надзвичайних ситуацій

Технічні параметри	Світловий прилад	
	ДБО02ВСП-6	ДПП06У-8
Потужність	5 (Вт)	7, (Вт)
Потік світла	2095, 4300 (лм)	840 (лм)
Віддача світла	103 (лм/Вт)	98 (лм/Вт)
Косинусний кут розсіювання(КСС)	Д	Д
Регульована колірна температура	3950 (К)	3950 (К)
Час роботи в режимі аварії	9 (год)	4 (год)
Клас захисту від попилу та вологи	IP65	IP65
Ступінь електрозахисту	I	I
Коефіцієнт активної потужності	0,93	0,93

3.2 Вибір типу КСС світлових приладів та розрахунок їх кількості

Визначивши кількості світлових приладів та криві сили світла для забезпечення освітлення приміщень, зможемо розпочинати розрахунки світлотехніки. Оскільки в адміністративній будівлі переважна більшість приміщень згідно з експлікацією складають кабінети, прикладом для вибору КСС оберемо кабінет за номером 41 згідно з планом що знаходиться на другому поверсі та має площу 34,8 м^2.

За інформаційними матеріалами [9], залежність відстані між світловими приладами L і розрахункове відношення джерела світла до робочої поверхні H, з дотриманням рівномірного освітлення і з відношенням коефіцієнта форми КСС, вичисленого за матеріалами [9] представленими на рисунку 3.3.

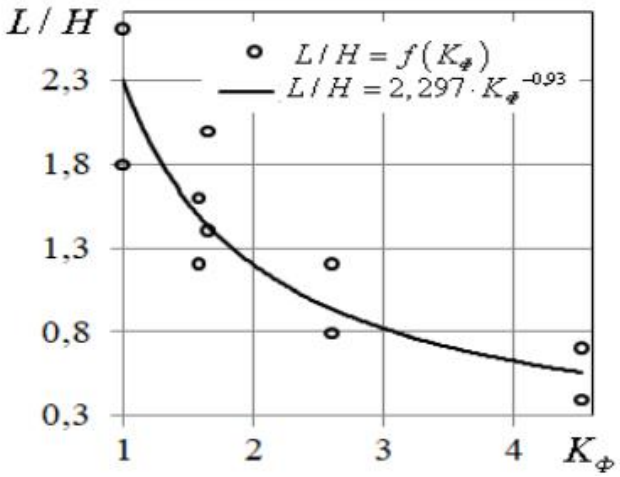


Рисунок 3.3 - Графічна залежність $L / H = f(K_Ф)$

$$\frac{L}{H} = 2.297 \cdot K_{Ф}^{-0,93}. \quad (3.1)$$

Коефіцієнт форми який належить світловому приладу за типом ДПО26В розраховується за формулою [13].

Раніше зазначено що найбільш прикладними є криві сили світла типів Г та Д. Відповідно і розрахунки будемо проводити відносно цих типів.

$$K_{\phi} = \frac{I_{max}}{\frac{1}{9}\sum_{\alpha=5}^{\alpha=85} I(\alpha)}. \quad (3.2)$$

де I_{max} - світлосила з максимальним значенням.

Ось витік обчислень:

для світлових приладів з КСС типу Г - $K_Ф = 2{,}51$;

Коефіцієнтом форми для КСС типу Д - $K_Ф = 1{,}97$.

Підставимо значення коефіцієнта форми для різних типів і визначмо за формулою (3.1):

для КСС типу Г:

$$L/H = 2{,}297 \cdot 2{,}51^{-0{,}93} = 0{,}98;$$

для КСС типу Д:

$$L/H = 2{,}297 \cdot 1{,}97^{-0{,}93} = 1{,}23;$$

Для того, щоб встановити розрахункову висоту, звертаємо увагу на висоту приміщень та висоту робочої поверхні що складає 0,85 метра. В нас відстань від стелі до підлоги складає 3,2 метра. Відповідно світлові прилади ДПО26В будуть розміщуватися на цій висоті, розрахункова висота:

$$H = 3{,}2 - 0{,}85 = 2{,}35 \text{ м.}$$

Відповідно, при застосуванні світильників з типом кривої сили світла Г, то відстані між рядами і приладами складатиме:

$$L = 2{,}35 \cdot 0.98 = 2{,}3 \text{ м;}$$

Аналогічні розрахунки проводимо для кривої сили світла типу Д, відстань між світильниками L складатиме 2,9 метра.

Для визначення кількості світлових приладів в ряду і саму кількість рядів можна користуючись з формул представлених нище:

$$N_A = \frac{A}{L}, N_B = \frac{B}{L},$$

де A - довжина приміщеннях;

B - ширина приміщення.

Зважаючи на те, що довжина заданого офісного приміщення становить A = 6.2 м, та ширина B = 5,62 м, для кривої сили світла з типом Г рядність світлових приладів і самих світильників становитиме:

$$N_A = \frac{6,2}{2,3} = 2,69, N_A = \frac{5,62}{2,3} = 2,44.$$

Беремо найближче значення, маємо відповідно до довжини $N_A = 3$ і ширини $N_B = 2$ приміщення, кількість світлових приладів $N = 6$.

для КСС типу Д: $N_A = 2; N_B = 2; N = 4$.

За прикладом цих розрахунків, аналогічно застосовуємо для інших приміщень. Висновки даних обчислень занесемо в таблицю 1 додатку 1.

3.3 Розрахунок коефіцієнта запасу

За термін служби світлового приладу на нього впливають різні фізичні чинники які зменшують світловий потік світильника [9].

Коефіцієнт запасу допоможе нам прослідкувати за значенням освітленості, а саме за зниженням даного показника на поверхні для роботи. Тобто до моменту чистки чи заміни приладу, світловий потік не повинен перетинати допустиме значення.

Специфіка обрахунків фактора обслуговування *(MaintenanceFactor) MF* синоніми із значенням коефіцієнт запасу взята з [4], відповідно

$$MF = LLMF \cdot LSF \cdot LMF \cdot RSMF, \quad (3.3)$$

де *LLMF (Lamp Lumen Maintenance Factor)* - коефіцієнт втрати потоку світла від самого джерела світлового приладу;

LSF (Lamp Survival Factor) - коефіцієнт відношення світлових приладів що залишились працювати, до загальної їхньої кількості;

LMF (Lighting Fixture Maintenance Factor) - коефіцієнт, що відповідає за використання того чи іншого типу світильника;

RSMF (Room (Surface) Maintenance Factor) - коефіцієнт використання поверхонь приміщень.

Коефіцієнт втрати потоку світла, від самого джерела світлового приладу *LLMF* відповідно до таблиці В4 з [4] дорівнює 0,85, а коефіцієнт відношення світлових приладів що залишились працювати, до загальної їхньої кількості *LSF* буде дорівнювати одиниці. Ці коефіцієнти були вибрані відповідно до великого відсотка використання LED світильників, що працюють на основі світлодіодних джерелах світла, які можуть пропрацювати понад 50000 годин. Через те, що будівля адміністрації складається з офісних приміщень клас чистоти приймаємо С за таблицею В1. Світильники приміщень в більшості мають клас захисту від вологи та пилу IP20, потреба в чистці раз у 2 роки, відповідно до таблиці В2. Що стосується *LMF* коефіцієнта, що відповідає за використання того чи іншого типу світильника, то тут за табличними даними В5, коефіцієнт дорівнюватиме 0,9. Коефіцієнт використання поверхонь *RSMF* для нашого випадку складатиме 0,94 спираючись на значення таблиці В6.

Відповідно до формули 3.3, перемноживши коефіцієнти *LLMF, LSF, LMF, RSMF,* одержуємо значення:

$$MF = 0{,}85 \cdot 1 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}94 = 0{,}72,$$

Підставивши значення, коефіцієнт запасу складає:

$$k = \frac{1}{0{,}72} = 1{,}4.$$

3.4 Розрахунок освітлення адміністративних приміщень в програмі DIALux

Для коректного обрахунку системи освітлення приміщень адміністрації, а саме освітленості для робочих поверхонь [9] звернемося до методики величини використання за формулою (3.4):

$$E = \frac{N \cdot \Phi \cdot U}{S \cdot z \cdot k}, \tag{3.4}$$

де N - кількісна величина приладів світла на одне приміщення будівлі;

Φ - потік світла одного приладу;

U - кф. використання потоку світла;

S - площа освітлення;

z - коефіцієнт, що відповідає за мінімальну освітленість;

k - кф. запасу.

Потік світла одиниці приладу світла відповідно до формули (3.5):

$$\Phi = \frac{ESzk}{NU}. \tag{3.5}$$

Предметом розрахунку коефіцієнта [9] використання (формула 3.6) для прикладу візьмемо найбільше приміщення в будівлі яке за площею складає $S = 15 \cdot 5.56 = 83{,}4\ м^2$.

$$U = n_{СП} \cdot n_{П}, \quad (3.6)$$

де $n_{СП}$ - коефіцієнт продуктивності світлового приладу;

$n_{П}$ - значення ефективності освітлення приміщення.

Одне із значень формули (3.6) знайдемо за графіком представленим нище, а саме значення ефективності освітлення приміщення. А значення продуктивності світлового приладу приймемо за одиницю, оскільки у вибраних світлових приладах вказується значення світлового потоку.

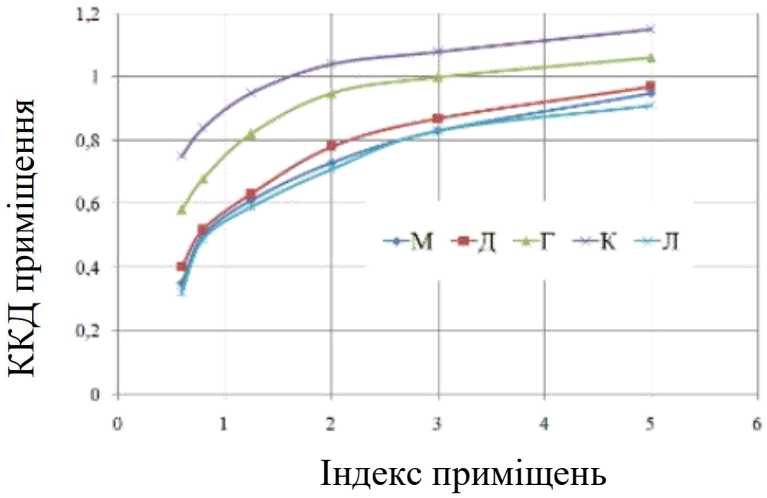


Рисунок 3.4 - Взаємозв'язок ККД та індексу приміщень

Формула для обчислення індексу прямокутного приміщення [9]:

$$i = \frac{S}{H \cdot (A+B)}, \quad (3.7)$$

а також:

$$i = 0{,}47 \cdot \frac{\sqrt{S}}{H}.$$

Для здобуття даних, в обчислення подаємо геометричні дані до формули (2.7)

$$i = \frac{83{,}4}{3{,}2 \cdot (15 + 5{,}56)} = 1{,}27.$$

Розрахувавши індекс приміщення, робимо підставлення значення до рисунка 3.8 залежності індексу приміщення від коефіцієнта корисної дії приміщення. Для потрібного нам типу Г та Д значення ефективності освітлення приміщення $n_П$ становить 0,78 та 0,64 відповідно, для інших типів розраховуємо за потреби.

Для розрахунку світлового потоку, введемо в розрахунок освітленість робочої поверхні *E*, кф. використання світлового потоку *U*, площу освітлення *S*, кф. запасу *k* і кф. мінімальної освітленості *z*, відповідно дістанемо:

світловий потік для світлових приладів ДПО26В з КСС типу Г

$$Ф = \frac{300 \cdot 83{,}4 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}4}{16 \cdot 0{,}78} = 3087\ лм.$$

Відповідно до світлового потоку 3087 лм. вибираємо світловий прилад [10] який буде найближчим до цих значень ДПО26В - 25 - 011 зі світловим потоком 3000 лм. За формулою 3.4 розрахуємо освітленість, дане значення не повинно виходити за рамки нормованості -10 і до +20 %.

$$E = \frac{3000 \cdot 16 \cdot 0{,}78}{83{,}4 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}4} = 291{,}5\ лк.$$

розбіжність складає:

$$\Delta = \frac{291{,}5 - 300}{300} \cdot 100\% = -2{,}8\%$$

Отримані дані проаналізуємо на прикладі різних приміщень будівлі, для цього використовуватиму програму DIALux. А саме промоделюємо освітлювальні системи та проаналізуємо одержані розподіл світла та середньої освітленості на робочій поверхні.

Згідно з розрахунками проведених вище вказуємо значення потужності, світлового потоку вибраного раніше світильника.

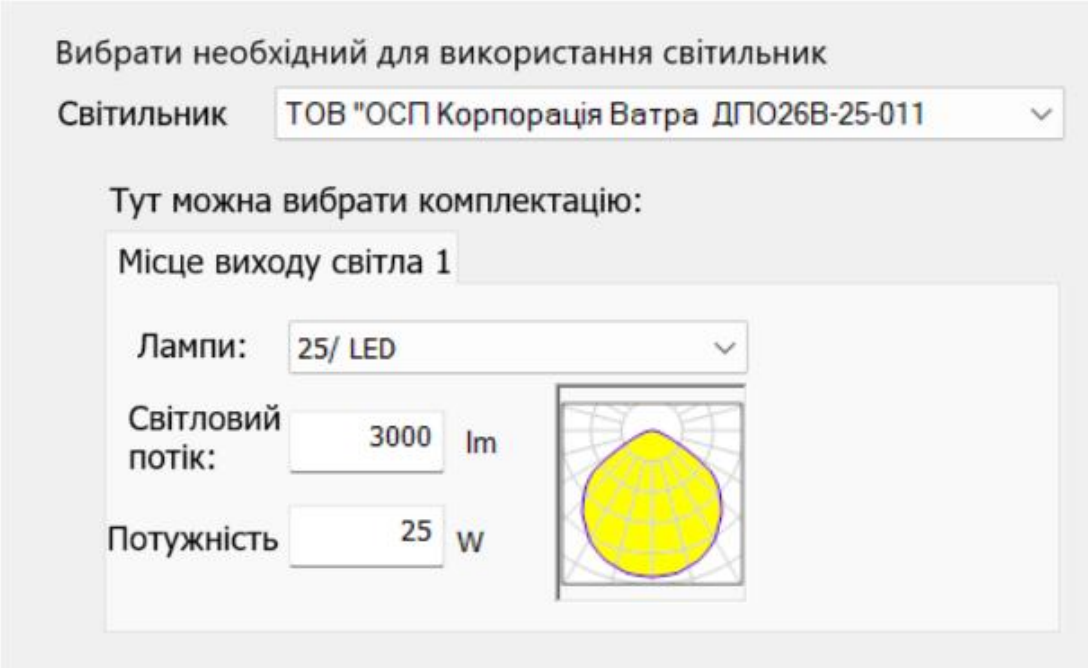


Рисунок 3.5 - Внесення характеристик світлових приладів

Також вказували інші значення такі як, наприклад коефіцієнт відбивання, коефіцієнт зменшення та інші.

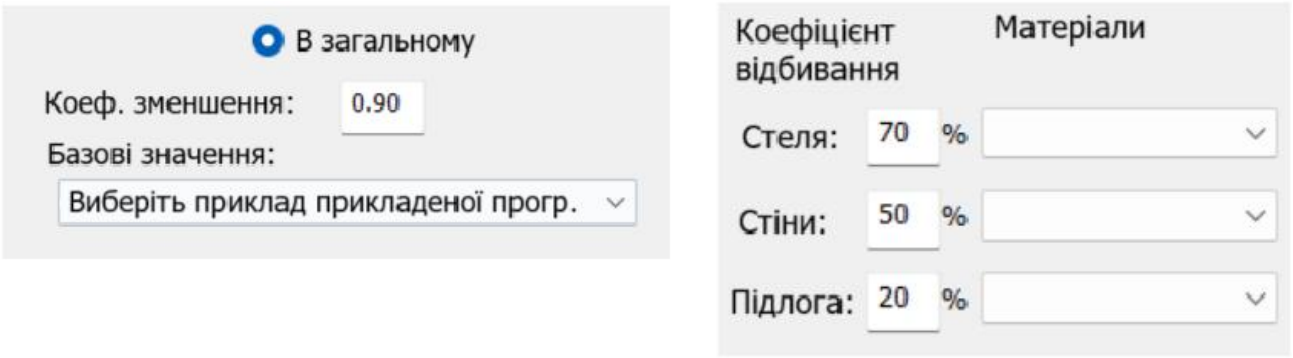


Рисунок 3.6 - Одні з відредагованих показників приміщень,
кф. зменшення це коефіцієнт запасу

Лінії однакової освітленості на робочій поверхні бачимо на прикладі розрахованого вище приміщення диспетчерської під номером 19 що вказане в додатку 1, для якого оптимальною освітленістю буде 300 люкс, середня розрахована освітленість на робочій поверхні в програмі DIALux з вибраними даними становить 320 лк. При максимально допустимих + 20% тобто 360 лк.

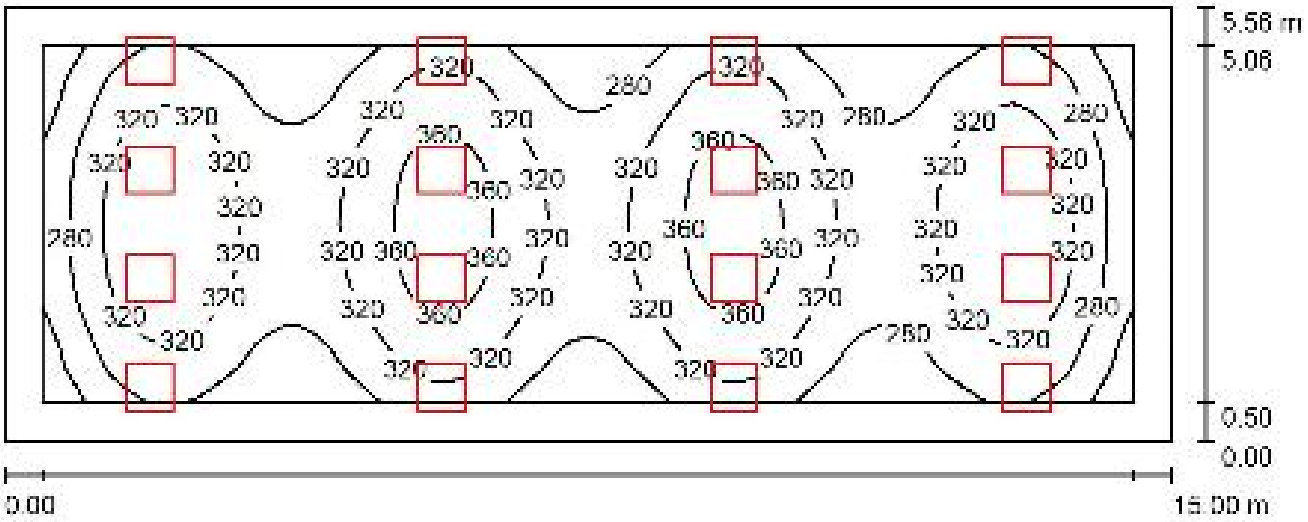


Рисунок 3.7 - Криві лінії однакової освітленості з графічним зображенням значень на робочій поверхні та розташованими світловими приладами приміщення диспетчерської адміністративної будівлі

Також представимо значення освітленості для іншого виду приміщення зали для конференцій, яка потребує освітленості в 75 люксів згідно з нормами. В розрахунках за DIALux середнє значення вийшло 90 лк.

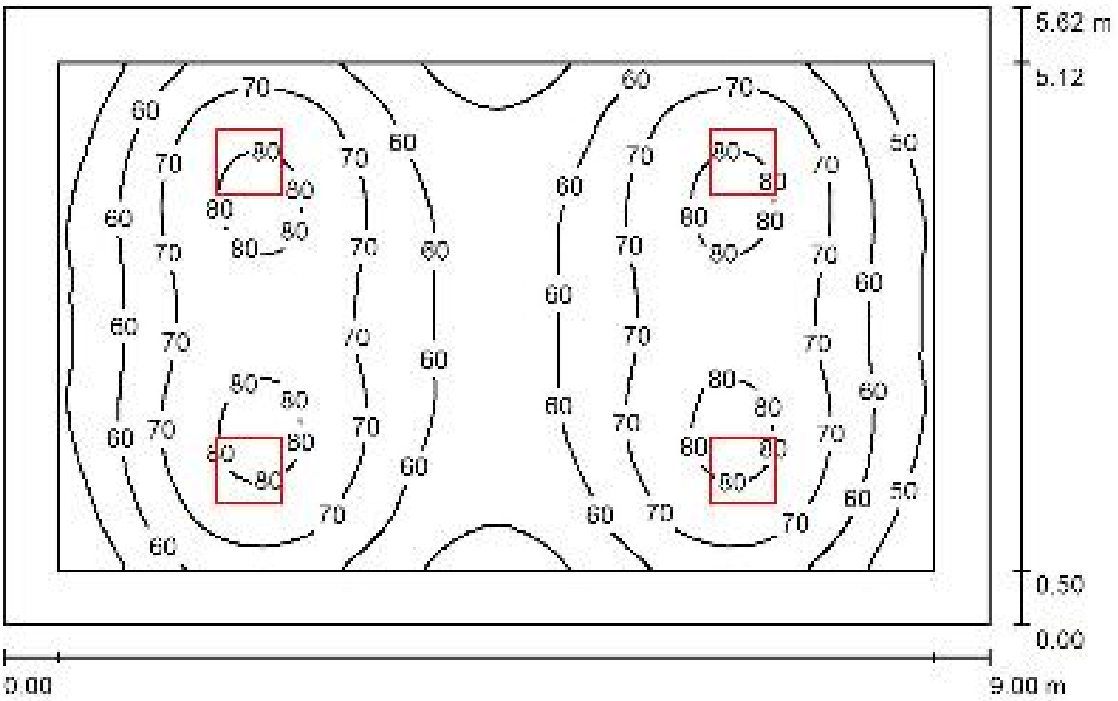


Рисунок 3.8 - Криві лінії однакової освітленості з графічним зображенням значень на робочій поверхні та розташованими світловими приладами зального приміщення адміністративної будівлі

3.5 Освітлення сходової клітки та аварійне освітлення

Освітлення сходової клітки є досить важливим, позаяк буде забезпечувати безпеку для пересування працівників.

Забезпечувати сходову клітку світлом будуть світильники за типом ДПО26В. Також не варто забувати про те, що світлові прилади які будуть використовуватися для освітлення сходової клітки будуть розташовуватися вертикально, відповідно нам не доступний метод розрахунку коефіцієнтом використання. Це теж стосується світлових приладів аварійного освітлення та шляхів евакуації. Для освітлення використаємо два світильники що будуть розташовані так як показано на рисунку 2.5, тобто на початку першої частини сходів і також початку другої частини, на висоті 1,7 метра.

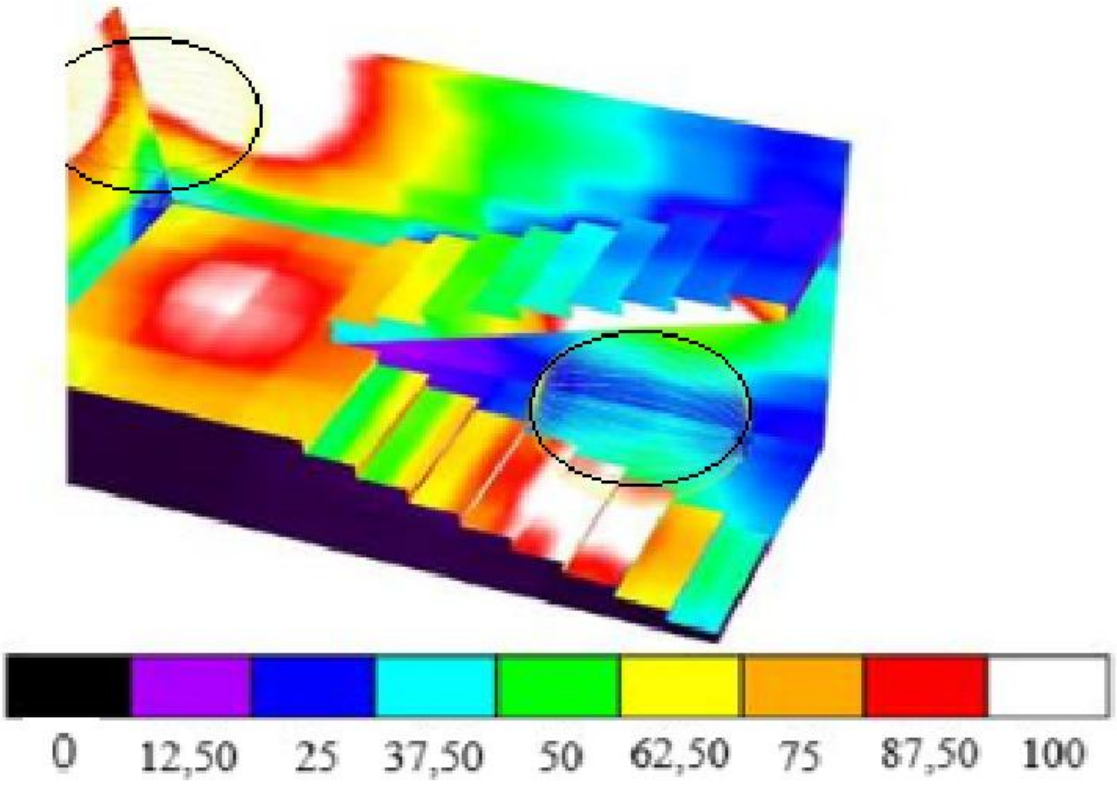


Рисунок 3.5 - Освітленість сходової клітки

Виконавши розрахунки в програмі DIALux, можемо спостерігати вигляд аварійного освітлення коридорів першого та другого поверхів на рисунках 3.6 і 3.7 відповідно. Світлові прилади були вибрані за типом ДБО-02-ВСП кількістю для першого поверху 4 і для другого 8 приладів, дана ними освітленість станови 1,28 люкс для коридору першого поверху і 1,72 лк для другого, при нормативній освітленості близькій одиниці. Висота на якій встановили світильники становить 2,3 метра.

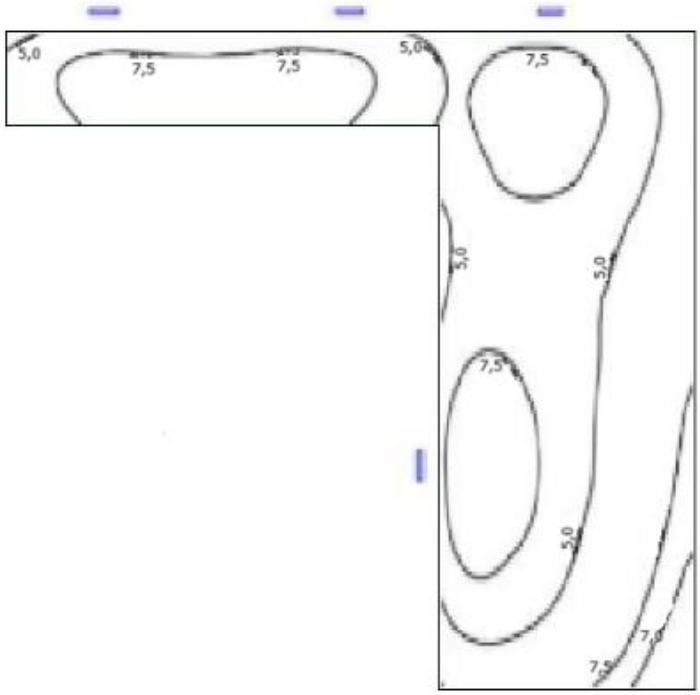


Рисунок 3.6 - Коридорне приміщення першого поверху, де представлене евакуаційне освітлення за допомогою світлових приладів ДБО-02-ВСП на рівні підлоги

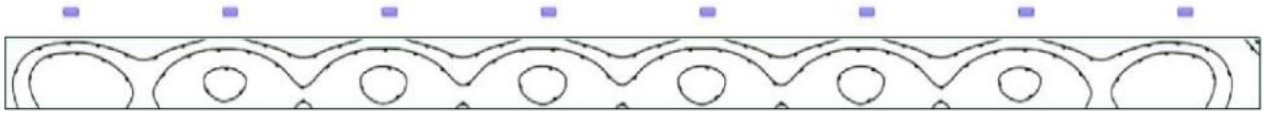


Рисунок 3.7 - Коридорне приміщення другого поверху, де представлене евакуаційне освітлення за допомогою світлових приладів ДБО-02-ВСП на рівні підлоги

3.6 Висновки до розділу

1. Перед проведенням демонстрування системи освітлення, а також обрахунку світлотехніки в приміщеннях адміністрації, були опрацьовані документи що нормують правильність і порядок виконання цих завдань.

2. Опрацювавши нормативну документацію і врахувавши вимоги до освітлювальних систем, було вибрано відповідні світлові прилади.

3. Приміщення площею 83,4 м^2 в результаті підрахунків для КСС типу Г потребує 16 світильників з коефіцієнтом форми кривої сили світла 2,51, для рівномірного світлового розподілу, цей показник залежав від відстані між світловими приладами, відстані до робочої поверхні від джерела світла……

4. Необхідна освітленість в залежності від приміщення відрізнялася, в прикладі використовувалося най більше приміщення з необхідною освітленістю 300 люксів, відстань від світлового приладу до джерела світла становила 2,3 метра. Світлотехнічний розрахунок показав що для цих показників необхідна потужність кожного зі світлових приладів 16 ватів за типом ДПО. Розміщення світлових приладів зазначено в додатку 3 (а) та (б), також показано моделювання освітленості систем робочого, а також аварійного освітлення використовуючи програму DIALux.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Вплив освітлення на людський організм

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) [23].

Близько 90% всієї інформації, що отримується людиною, приходиться 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 приходиться на частку нераціонального та недостатнього освітлення). При недостатній чи швидко змінюваній освітленості органам зору приходиться пристосовуватись, це можливо завдяки властивостям очей – аккомодації, 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 частої 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 [24].

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 надмірний яскравості джерел світла та оточуючих предметів може відбутись засліплення робітника. Нерівномірність освітлення та неоднакова яскравість оточуючих предметів призводять до частої 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 парою. 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 [25];

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 елементу, 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 сухожиль, 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 [25]:

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 затухають. Такий стан організму може тривати від десятків хвилин до доби і закінчитись або одужанням при активному лікуванні, або смертю потерпілого.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проаналізувавши дані об’єкта проєктування, і спираючись на нормативні документи були обрані відповідні вимоги до світлових приладів для кожного приміщення.
2. Обрано світлові прилад та системи освітлення залежно від типу і призначення приміщень.
3. Залежно від значень нормованої освітленості та розташуванню робочих поверхонь, були обрані відповідні світильники необхідної кількості, за параметрами потужності та освітленості. Розрахунок проводився використовуючи метод коефіцієнта запасу.
4. Проведені розрахунки перевірені моделюванням в програмі DIALux. Розрахована освітленість приміщень адміністрації знаходиться в рамках нормованої освітленості відносно типів приміщень, і не виходить за рамки дозволеного відхилення в межах від -10 до +20%.
5. Розраховані значення аварійного освітлення коридорів становлять: освітленість коридорів першого і другого поверхів на підлозі мінімально складає 1,28 та 1,72 відповідно при дозволеному значенні не нижче 1 люкса.
6. Розрахована в сумі загальна потужність системи освітлення будівлі адміністрації, що складає 3,784 кВт, з яких 0,124 кВт освітлення шляхів евакуації.
7. Електрична освітлювальна мережа розраховувалась відносно найпотужнішої та найдовшої лінії за спадом напруги на останньому елементі, а також за струмом навантаження.
8. Розглянуто заходи для безпечних умов праці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення – К.: Мінрегіонбуд України, 2011.– 52 с.
2. ДСТУ EN 50160:2014 Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2010, IDT)
3. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. . – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 54 с.
4. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне освітлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.
5. ДБН В.2.2-9-2009 Будинки і споруди. ГРОМАДСЬКІ БУДИНКИ ТА СПОРУДИ. Основні положення : Державні будівельні норми і правила // ДП "Укрархбудінформ". Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 69 с.
6. ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: Державні будівельні норми і правила // ДП "Укрархбудінформ". Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 169 с.
7. Бабюк С. М. Підвищення енергоефективності підприємств за рахунок контролю характеристик режимів електропостачання / С. М. Бабюк, М. Д. Приймак, Р. В. Паськів // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науковотехнічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 16-17 листопада 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — Том 3. — С. 90– 91. — (Електротехніка та енергозбереження).
8. Лук'яненко Ю. В. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні : Навч. посіб. / Ю. В. Лук'яненко, Ж. І. Остапчук, В. В. Кулик; Вінниц. держ. техн. ун-т. - Вінниця, 2002. - 111 с. 77 23.
9. Говоров П.П. Освітлення адміністративних і громадських будівель. 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.

10. ДПО 26В Режим доступу: https://vatra.ua/ukr/office-lighting/dpo26v-VATRA
11. ДПП06У Режим доступу: https://vatra.ua/ukr/office-lighting/dpp06u-emergency-VATRA
12. ДБО02ВСП Режим доступу: https://vatra.ua/ukr/office-lighting/dbo02vsp-emergency-VATRA
13. Костик Л.М. Світлові прилади : консп. лекц.(частина І) для студентів напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» / укл. : Л. М. Костик. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015 р. – 79 с
14. ДВО27У Юпітер-LED-2 Режим доступу: https://vatra.ua/ukr/office-lighting/dvo27u-jupiter-led-2-VATRA
15. ДББ26У Селена-LED Режим доступу: https://vatra.ua/ukr/office-lighting/dbb26u-selena-led-VATRA
16. ДББ27У СЕЛЕНА-LED-1 Режим доступу: https://vatra.ua/ukr/office-lighting/dbb27u-selena-led-1-VATRA
17. ДПП05В Режим доступу: https://vatra.ua/ukr/office-lighting/dpp05v-lpp05v-VATRA
18. ДПП01В Режим доступу: https://vatra.ua/ukr/office-lighting/dpp01v-VATRA
19. ДББ28У Селена - LED - М Режим доступу: https://vatra.ua/ukr/office-lighting/dbb28u-selena-led-m-VATRA
20. ДВО16У Юпітер - LED - М Режим доступу: https://vatra.ua/ukr/office-lighting/dvo16u-jupiter-led-m-VATRA
21. ДВО20У Юпитер - LED Режим доступу: https://vatra.ua/ukr/office-lighting/dvo20u-dpo20u-dso20u-jupiter-led-panel-VATRA
22. Правила улаштування електроустановок. – К.: Мінрегіонвугілля України, 2017. – 617 с.

23. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Основи охорони праці»для студентів за 7 освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» / Г.В.Сапожник. / – Тернопіль-2017. – 78 с.
24. Освітленість робочих місць та його гігієнічне значення [Електронний ресурс] – [Цит. 2022, 30 травня]. – Режим доступу до журн.: https://labcenter.kh.ua/?p=6592.
25. Вплив електричного струму на організм людини. URL: https://joiner.org.ua/okhorona-pratsi/vydy-elektryky-vplyv-elektrychnoho-strumu-na-orhanizm-liudyny.html

1 Додаток - Результати світлотехнічного розрахунку системи робочого освітлення адміністративних приміщень

№ на плані	Призначення приміщення	Площа, $м^2$	*H*, м	*E*, лк	*k*	Тип світлового приладу	Потужність світильника, Вт	*i*	*U*	*N*, шт.	*P*, кВт
1	Коридор	22,7	3,2	75	1,4	ДПП05В - 15 - 111	15	0,69	0,48	3	0,045
2	Вбиральня	3,3	3,2	75	1,4	ДББ27У - 12 - 028 У3 Селена - LED	12	0,26	0,27	1	0,012
3	Вбиральня	6,4	3,2	75	1,4	ДББ27У - 10 - 027 У3 Селена - LED	10	0,39	0,34	2	0,02
4	Службове приміщення	5,2	3,2	75	1,4	ДПП01В-8-001 У3	8	0,35	0,32	2	0,016
5	Роздягалка	50,5	3,2	75	1,4	ДББ26У - 12 - 102 У1 Селена - LED	12	1,07	0,61	6	0,072
6	Коридор	7,2	3,2	75	1,4	ДББ27У - 10 - 027 У3 Селена - LED	10	0,42	0,34	2	0,02
7	Кабінет	8,0	3,2	300	1,4	ДПО26В - 25 - 011	25	0,44	0,35	4	0,1
8	Коридор	6,0	3,2	75	1,4	ДПП01В - 9 - 001 У3	9	0,36	0,32	2	0,018
9	Комора	4,4	3,2	75	1,4	ДББ26У - 12 - 102 У1 Селена - LED	12	0,32	0,3	1	0,012
10	Кабінет	17,4	3,2	300	1,4	ДВО27У - 33 - 001 Юпітер - LED - 2	33	0,61	0,44	4	0,132
11	Службове приміщення	7,9	3,2	75	1,4	ДББ26У - 20 - 106 У1 Селена - LED	20	0,41	0,34	1	0,02

12	Душова	5,8	3,2	75	1,4	ДББ28У - 16 - 019 У3 Селена - LED	16	0,37	0,33	1	0,016
13	АТС	11,6	3,2	150	1,4	ДВО16У - 50 - 001 Юпітер - LED - М	50	0,52	0,41	2	0,1
14	Комора	11,5	3,2	75	1,4	ДББ26У - 12 - 102 У1 Селена - LED	12	0,52	0,41	2	0,024
15	Кабінет	11,0	3,2	300	1,4	ДПО26В - 30 - 011	30	0,5	0,39	4	0,11
16	Коридор	1,6	3,2	75	1,4	ДПП01В - 7 - 001 У3	7	0,19	0,23	1	0,007
17	АТС	20,5	3,2	150	1,4	ДПО26В - 20 - 001	20	0,71	0,49	4	0,08
18	Приймальня	16,7	3,2	300	1,4	ДПО26В - 25 - 011	25	0,61	0,44	6	0,15
19	Диспетчерська	83,4	3,2	300	1,4	ДПО26В - 25 - 011	25	1,27	0,78	16	0,4
20	Зал	50,6	3,2	75	1,4	ДВО27У - 16 - 002 Юпітер - LED - 2	16	1,1	0,63	4	0,064
21	Коридор	10,9	3,2	75	1,4	ДПП01В - 13 - 001 У3	13	0,51	0,4	2	0,026
22	Кабінет	15,2	3,2	300	1,4	ДПО26В - 35 - 011	35	0,57	0,42	4	0,14
23	Кабінет	4,0	3,2	300	1,4	ДВО16У - 50 - 001 Юпітер - LED - М	50	0,3	0,29	1	0,05
24	Комора	3,9	3,2	75	1,4	ДПП01В - 13 - 001 У3	13	0,29	0,28	1	0,013
25	Сходова клітка	11,1	4,4	20	1,4	ДПП01В - 5 - 001 У3	5	0,35	0,32	1	0,01
26	Сходова клітка	8,3	4,4	20	1,4	ДПП01В - 7 - 001 У3	7	0,31	0,29	1	0,007
27	Бухгалтерія	10,5	3,2	300	1,4	ДПО26В - 25 - 011	25	0,5	0,39	4	0,1
28	Кабінет	10,3	3,2	300	1,4	ДПО26В - 25 - 011	25	0,49	0,39	4	0,1
29	Кабінет	11,7	3,2	300	1,4	ДПО26В - 30 - 011	30	0,52	0,41	4	0,12

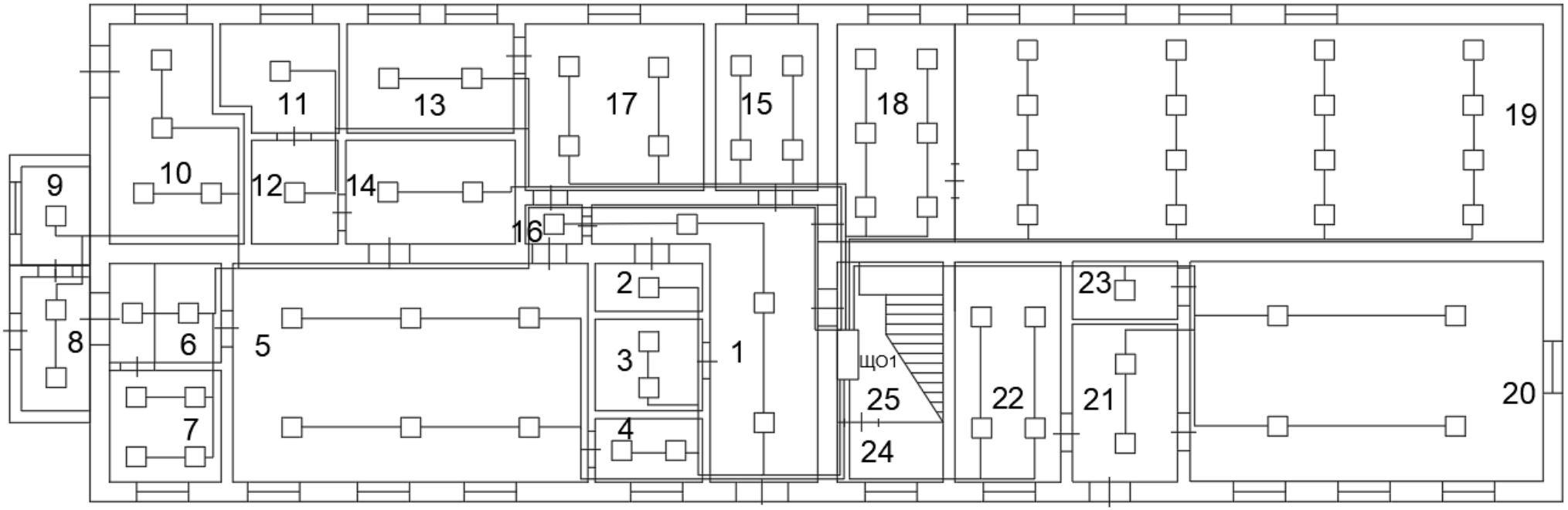
30	Кабінет	11,3	3,2	300	1,4	ДПО26В - 25 - 011	25	0,52	0,41	4	0,1
31	Кабінет	11,0	3,2	300	1,4	ДПО26В - 25 - 011	25	0,51	0,4	4	0,1
32	Архів	10,9	3,2	75	1,4	ДПП01В - 13 - 001 У3	13	0,51	0,4	2	0,026
33	Коридор	27,9	3,2	75	1,4	ДПП01В - 12 - 001 У3	12	0,44	0,36	6	0,072
34	Їдальня	30,5	3,2	200	1,4	ДПО26В - 35 - 011	35	0,86	0,55	4	0,14
35	Кабінет	32,5	3,2	300	1,4	ДВО27У - 33 - 001 Юпітер - LED - 2	33	0,89	0,56	6	0,19
36	Кабінет	16,3	3,2	300	1,4	ДПО26В - 35 - 011	35	0,6	0,44	4	0,14
37	Приймальня	17,9	3,2	300	1,4	ДПО26В - 25 - 011	25	0,64	0,46	6	0,15
38	Кабінет	32,2	3,2	300	1,4	ДПО26В - 35 - 011	35	0,88	0,56	6	0,21
39	Актовий зал	66,1	3,2	75	1,4	ДББ28У - 16 - 027 У3 Селена - LED	16	1,18	0,66	6	0,096
40	Архів	16,2	3,2	75	1,4	ДПП01В - 9 - 001 У3	9	0,59	0,43	4	0,036
41	Кабінет	34,8	3,2	300	1,4	ДВО27У - 33 - 001 Юпітер - LED - 2	33	0,92	0,59	6	0,19
42	Кабінет	10,8	3,2	300	1,4	ДПО26В - 25 - 011	25	0,51	0,4	4	0,1
43	Кабінет	10,3	3,2	300	1,4	ДПО26В - 25 - 011	25	0,49	0,39	4	0,1
44	Коридор	8,8	3,2	75	1,4	ДПП01В - 13 - 001 У3	13	0,38	0,33	2	0,026

2 Додаток - Відносно до номінальних струмів автоматичних вимикачів висновки обчислення максимально можливої кількості світильників

Модель світильника	Пусковий струм I_{peak}, А	Тривалість сигналу, мкс	Показник нерозривності K_k	Число приладів освітлення при ном. струмі автоматичних вимикачів				
				1	2	3	4	5
ДПП01В - 5 - 001 У3	70	120	58	4	8	12	16	20
ДПП01В - 7 - 001 У3	70	120	58	4	8	12	16	20
ДПП01В-8-001 У3	70	120	58	4	8	12	16	20
ДПП01В - 9 - 001 У3	70	120	58	4	8	12	16	20
ДПП01В - 12 - 001 У3	70	120	58	4	8	12	16	20
ДПП01В - 13 - 001 У3	70	120	58	4	8	12	16	20
ДПП05В - 15 - 111	70	120	58	4	8	12	16	20
ДПО26В - 20 - 001	25	250	12	2	4	7	9	12
ДПО26В - 25 - 011	30	250	12	2	4	6	8	10
ДПО26В - 30 - 011	30	250	12	2	4	6	8	10
ДПО26В - 35 - 011	30	250	12	2	4	6	8	10
ДББ26У - 12 - 102 У1 Селена - LED	40	250	12	1	3	4	6	7

ДББ26У - 20 - 106 У1 Селена - LED	40	250	12	1	3	4	6	7
ДББ27У - 10 - 027 У3 Селена - LED	70	120	50	4	8	12	16	20
ДББ27У - 12 - 028 У3 Селена - LED	70	120	58	4	8	12	16	20
ДВО16У - 50 - 001 Юпітер - LED - М	35	50	40	5	11	17	22	28
ДВО27У-16-001 Юпитер LED- 2	20	25	40	10	20	30	40	50
ДВО27У - 33 - 001 Юпітер - LED - 2	25	60	13	2	5	7	10	13

3 Додаток (а) - Електромережа що постачає електроенергію світловим приладам на будинковому плані першого поверху



3 Додаток (б) - Електромережа що постачає електроенергію світловим приладам на будинковому плані другого поверху