

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проектування освітлення Білобожницької амбулаторії  
загальної практики

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи ЕТ-41

спеціальності 141 – Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Теравський П.А.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Костик Л.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Мовчан Л.Т.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Тарасенко М.Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Шовкун О.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра електричної інженерії  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Тарасенко М.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Теравському Петру Анатолійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування освітлення Білобожницької амбулаторії загальної практики

Керівник роботи Костик Любов Миколаївна, канд. техн. наук, доцент

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

Затверджені наказом ректора від «20» січня 2023 року № 4/7-29.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15 червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи План приміщення амбулаторії, 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 закладів охорони здоров'я.

Світлотехнічний розрахунок освітлення приміщень амбулаторії та території амбулаторії.

Розрахунок електричної частини системи освітлення амбулаторії

Розробка заходів з безпеки життєдіяльності та охорони праці

Загальні висновки

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

План будівлі амбулаторії

Світлові прилади для внутрішнього та зовнішнього освітлення, їх параметри та характеристики

Результати світлотехнічного розрахунку освітлення приміщень різного призначення та зовнішньої території

Результати розрахунку та проектування електричної освітлювальної мережі амбулаторії

Загальні висновки кваліфікаційної роботи

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 20 січня 2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз літературних джерел	15.04.2023	
2	Встановлення нормативних параметрів освітлення	17.04.2023	
3	Вибір джерела світла, виду та системи освітлення	25.04.2023	
4	Вибір світлових приладів	01.05.2023	
5	Світлотехнічний розрахунок	15.05.2023	
6	Електротехнічний розрахунок	28.05.2023	
7	Написання висновків	1.06.2023	
8	Оформлення графічної частини та пояснювальної записки	8.06.2023	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Теравський Петро Анатолійович

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Костик Любов Миколаївна

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТ-41. - Т.: ТНТУ, 2023.

Стор. 60; рис. 17; табл. 14; використаних джерел 20; додатків 5 на 6 стор.

Метою проекту є розробка проекту системи робочого та аварійного освітлення приміщень будівлі сільської амбулаторії.

На підставі світлотехнічного та електротехнічного розрахунків запропоновано проект систем робочого та аварійного освітлення кабінетів, лабораторій, господарських та інших приміщень амбулаторії. А також зовнішнього освітлення проїзду до будівлі.

Ключові слова:

ОСВІТЛЮВАЛЬНА МЕРЕЖА, СВІТЛОВИЙ ПОТІК, ОСВІТЛЕНІСТЬ, КОЕФІЦІЄНТ ЗАПАСУ, КОЕФІЦІЄНТ ВИКОРИСТАННЯ, КОЕФІЦІЄНТ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, СПАД НАПРУГИ.

## ЗМІСТ

<b>ЗМІСТ</b>	<b>4</b>
<b>ВСТУП</b>	<b>6</b>
<b>1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	<b>8</b>
1.1 Аналіз об'єкта проектування	8
1.2 Аналіз вимог щодо освітлення закладів охорони здоров'я	11
1.3 Висновки до розділу 1	13
<b>2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b>	<b>14</b>
2.1 Вибір джерел світла	14
2.2 Вибір виду та системи освітлення	15
2.3 Вибір світлотехнічних нормованих параметрів системи освітлення об'єкту	16
2.4 Вибір світлових приладів	17
2.5 Вихідні дані до світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки	19
2.6 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення приміщень на основі методу коефіцієнта використання	23
2.7 Розрахунок циліндричного освітлення	27
2.8 Розрахунок за допомогою пакету DIALuxevo	28
2.9 Розрахунок аварійного освітлення	32
2.10 Розрахунок зовнішнього освітлення	33
2.11 Висновки до розділу 2	36
<b>3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ</b>	<b>37</b>
3.1 Електрична освітлювальна мережа	37
3.2 Розрахунок електричної освітлювальної мереж по струму живлення та вибір автоматів захисту	38

3.3 Розрахунок електричної освітлювальної мережі за втратою напруги на останньому елементі	42
3.4 Висновки до розділу 3	46
<b>4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	<b>47</b>
4.1 Вплив освітлення на людину	47
4.2 Антибактеріальна обробка приміщення	48
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	<b>52</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</b>	<b>53</b>
<b>ДОДАТКИ</b>	<b>55</b>

## ВСТУП

Заклади охорони здоров'я відносяться до типів приміщень із строго регламентованими вимогами щодо систем водопостачання та водовідведення, вентиляції та кондиціювання, опалення, освітлення, облаштування внутрішніх поверхонь, будівельних норм і т.д.

При проектуванні освітлення закладів охорони здоров'я потрібно враховувати його дві складові – функціональну та психологічну. Правильно спроектоване та реалізоване освітлення медичного закладу повинно не тільки забезпечувати «видимість», але й створювати комфортне середовище для медичного персоналу та пацієнтів. Крім того, при проектуванні важливим є зменшення енергозатрат на освітлення при забезпеченні нормативних вимог світлового середовища. Основними шляхами зниження енергоспоживання на освітлення є

- застосування енергоефективних джерел світла;
- використання світлових приладів з таким світлорозподілом, який підходить саме для конкретної задачі;
- застосування мінімально допустимої кількості освітлювальних приладів;
- використання методів регулювання світлового потоку для плавної зміни рівня освітленості залежно від частки природної освітленості;
- застосування датчиків руху у приміщеннях з періодичним перебуванням персоналу чи пацієнтів.

Тому важливою задачею при проектуванні освітлення є розробка таких систем, які будуть забезпечувати виконання нормативних вимог щодо світлового середовища, а споживання електричної енергії буде мінімальним.

При аналізі сучасного стану освітлення невеликих сільських амбулаторій сімейної практики можна бачити, що параметри світлового середовища, а саме рівень і однорідність освітленості, кольоропередача, колірна температура, значення пульсацій світлового потоку, часто не відповідають нормативним вимогам. Особливо це стосується місць очікування, коридорів тощо. Світлові

прилади часто є енергозатратними, а при заміні джерел світла на енергоощадні не враховуються особливості конструкції оптичної частини світильників, що призводить до зниження ККД освітлювальної установки.

Тому вироблення підходів до розрахунку проектування освітлення амбулаторії сімейної практики є актуальним завданням.

Метою даної кваліфікаційної роботи є проектування освітлення Білобожницької амбулаторії загальної практики, яку на даний час знаходиться у стадії капітального ремонту і переобладнання.

Для реалізації поставленої мети були визначені такі завдання:

- встановлення нормативних вимог щодо світлового середовища різних приміщень амбулаторії на основі Державних будівельних норм, Держаних санітарних норм та правил;
- вибір світлових приладів з врахуванням вимог щодо конструктивного виконання, кольоропередачі, колірної температури, пульсації світлового потоку;
- вибір системи освітлення та розміщення світлових приладів;
- розрахунок освітленості приміщень та прилеглої території амбулаторії;
- розрахунок та вибір компонентів електричної схеми освітлювальної установки.



# 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Аналіз об'єкта проектування

В якості об'єкта проектування була вибрана амбулаторія загальної практики, яка знаходиться в с. Білобожниця, Чортківський р-н, Тернопільська обл. Вона була побудована в 60-ті роки ХХ ст. Її загальний вигляд подано на рис.1.1



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд Білобожницької амбулаторії загальної практики

Оскільки Білобожниця стала центром об'єднаної територіальної громади, до складу якої ввійшли 17 населених пунктів, то амбулаторія стала головною в громаді. А отже має відповідати своєму статусу. Нажаль за весь час її існування там не проводився ремонт.

Лише в 2022 році були виділенні кошти на капітальний ремонт, закупівлю обладнання, заміну освітлювальних установок, заміну дверей та вікон на енергозберігаючі, прокладання нової електричної мережі.

Також з 2020 року працює виїзна бригада швидкої допомоги. Наразі окремого кабінету для бригади немає, але ухвалений план, згідно якого до середини 2024 р. має бути збудована та запущена в експлуатацію окрема будівля

для зберігання автомобіля швидкої допомоги, кабінету для бригад швидкої допомоги та кабінету для надання медичної допомоги (приймально-оглядовий бокс).

Тому згідно із вище переліченими даними необхідно розробити проект, який би відповідав усім необхідним нормам та стандартам. Особливу увагу слід звернути на систему освітлення, яка не змінювалася близько 60 років і вимагає повної заміни. На рис.1.2 показано світлові прилади, якими були обладнані кабінети до початку ремонту.



Рисунок 1.2 – Приклади стельових світильників, встановлених в амбулаторії

За весь час відбувалася лише заміна непрацюючих ламп на нові, а в останні роки лампи розжарювання почали замінювати на лампи з напівпровідниковими джерелами світла.

Також окремим завданням було розробити систему зовнішнього освітлення для під'їзду машини швидкої допомоги до амбулаторії, оскільки на даний момент часу там відсутнє освітлення, що у сутінках чи темряві створює проблеми з паркуванням та транспортуванням пацієнтів.

Розміри дорожнього полотна складають: ширина 4 м, довжина 28 м, площа складає 112 м<sup>2</sup>. Полотно складається з бруківки сірого кольору.

Загальна площа приміщень Білобожницької амбулаторії складає 317 м<sup>2</sup>. Більшу частину складають приміщення, в яких проводиться огляд та лікування пацієнтів.

Детальніша інформація про види приміщень та їх площу вказано в табл.1.1

Таблиця 1.1 – Експлікація амбулаторних приміщень

№ на плані	Призначення	Площа, м <sup>2</sup>
1	Дений стаціонар	33
2	Вакцинаційна/лабораторія	33
3	Маніпуляційна	22
4	Прийом аналізів	6
5	Архів	9
6	Кабінет 1	13,5
7	Туалет	6
8	Душова	6
9	Кабінет 2	19,25
10	Котельня	11
11	Стоматологія	33
12	Технічне приміщення	16,5
13	Коридор	60
14	Гараж	18
15	Приймально-оглядовий бокс	17,22
16	Кімната виїзних бригад	13,875

В туалеті, душовій та коридорі встановлена підвісна стеля на висоті 2,5 м, а у всіх інших приміщення мають висоту 2,8 м.

## 1.2 Аналіз вимог щодо освітлення закладів охорони здоров'я

Згідно із Державними будівельними нормами [4] до закладів охорони здоров'я відносять поліклініки, лікарні, амбулаторії з кабінетами, в яких здійснюється огляд або лікування хворих, забір аналізів, аптечні пункти та лабораторій. Також у їх склад можуть входити морги, стоматологічні кабінети, рентгенівські кабінети та інші.

Для амбулаторії необхідно забезпечити природне та штучне освітлення [4]. Оскільки природне освітлення неможливо скорегувати без зміни розмірів та розміщення вікон, а також необхідним є забезпечити нормований рівень освітленості в темний час доби, то завданням проектування є розрахунок штучного освітлення згідно вимог [16,17]:

- усі прохідні приміщення та коридори амбулаторій необхідно оснащувати додатковими світильниками, які будуть використовуватися у нічний час;
- необхідно використовувати дезінфікуючі опромінювані стаціонарного або переносного типу;
- в лікарських кабінетах нормована освітленість для огляду пацієнта складає 500 лк, загальна освітленість в кімнаті може бути на рівні 200 лк. На робочих столах потрібно забезпечити не менше 500 лк;
- в туалетах та санітарних приміщення освітленість має складати 75-100 лк залежно від розміщення такого приміщення, наприклад, якщо туалетна кімната знаходиться в офтальмологічному відділі, то рівень освітленості повинен бути не менше 150 лк;
- у лабораторії рівень освітленості повинен бути 300-400 лк в загальному, а біля столів для проведення аналізів потрібно додатково встановити світильники місцевого освітлення, щоб на столах була освітленість близько 1000 лк;
- в палатах, де перебувають пацієнти, загальна освітленість повинна складати 150-250 лк, а біля ліжок рекомендується облаштовувати додаткове

освітлення, щоб була можливість комфортно читати книгу чи займатися іншими видами зорової роботи, не турбуючи інших пацієнтів;

- колірна температура джерел світла повинна бути в діапазоні 4000...5000 К для кабінетів і в межах 6000...6500 К для лабораторій;
- світильники не повинні створювати відблисків на рівні очей людини;
- при освітленні під'їзду до будівлі необхідно не допустити засліплення водія через прямі або відбиті промені світильника. Для цього його встановлюють на висоті більше чим 5 м і спрямовують потік світла строго вниз.

Важливим критерієм при виборі світильника є його крива сили світла (КСС). КСС поділяються на 7 типів. Графіки КСС та їх характеристики показані на рис. 1.3 та табл. 1.2 відповідно.

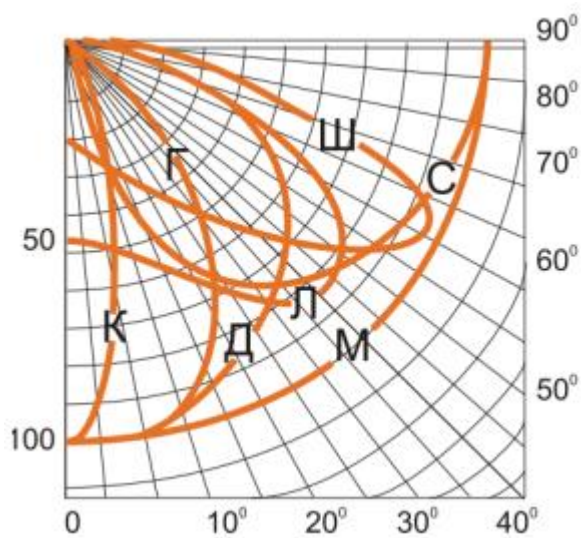


Рисунок 1.3 – Графіки КСС

Таблиця 1.2 – 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

Для амбулаторних приміщень добре підходять світильники з косинусною кривою сили світла (Д), оскільки висота приміщень невелика і такий світлорозподіл дозволяє створити досить рівномірну освітленість. У випадку

коли висота приміщення більша ніж 5 м, тоді доцільно брати світильник з концентрованою (К) або глибокою (Г).

Якщо мова йде про освітлення зовнішніх територій, то краще зупинити свій вибір на світлових приладах з широкою (Ш) або напівширокою (Л) КСС.

Обґрунтування вибору джерел світла для різних приміщень та прилеглої території амбулаторії проведено в проектно-конструкторському розділі.

### **1.3 Висновки до розділу 1**

1. Дано характеристику приміщенням амбулаторії загальної практики загальною площею 317 м<sup>2</sup> (у т.ч. допоміжна будівля площею 49 м<sup>2</sup>) та проїжджої частини перед будівлею амбулаторії площею 112 м<sup>2</sup>.

2. На основі аналізу нормативних документів (ДБН В.2.5-28:2018, та ДСТУ EN 12464-1:2016) встановлено вимоги до параметрів світлового середовища приміщень різного типу амбулаторії.

## 2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Вибір джерел світла

Перед початком проектування освітлення необхідно визначити вид та систему освітлення, а також вибрати джерела світла, які ми будемо використовувати.

Після перегляду даних про різні джерела світла вибір зупинимо на світловипромінювальних діодах, які у порівнянні із розрядними та тепловими джерелами мають ряд переваг:

- висока світлова віддача, яка становить 150-200 лм/Вт;
- можливість отримання необхідних спектральних та колориметричних характеристик завдяки використанню різних типів люмінофорів;
- значно більший термін служби;
- набагато менша потужність при однаковій світловій віддачі;
- відсутність часу на запалювання або перезапалювання лампи;
- високий індекс кольоропередачі ( $\approx 95$  CRI);
- екологічна безпека, оскільки в лампах відсутня ртуть;
- можливість регулювання рівня освітленості.

У системах освітлення громадських та виробничих будівель здебільшого використовують світлодіодні лампи із холодно-білим, нейтрально-білим та тепло-білим кольором свічення (рис. 2.1) [3].

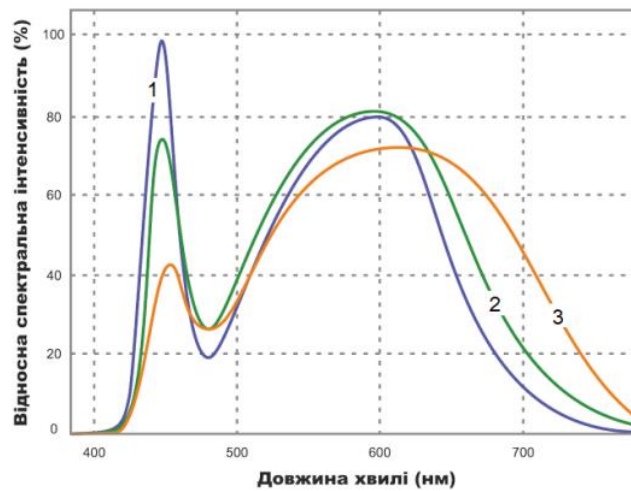


Рисунок 2.1 – Типові спектральні характеристики випромінювання світлодіодів свічення: 1 – тепло-білого ( $T = 2700 \dots 3800 \text{ K}$ ), 2 – нейтрально-білого ( $T = 3800 \dots 4500 \text{ K}$ ), 3 – холодно-білого ( $T = 4500 \dots 6500 \text{ K}$ )

## 2.2 Вибір виду та системи освітлення

Для освітлення усіх приміщень амбулаторії виберемо систему загального рівномірного освітлення, котра є загальноприйнятою для приміщень будівель такого типу [1]. Також існує ще загальне локалізоване освітлення (його ще називають місцевим), та комбіноване, тобто загальне та місцеве разом. Освітлення за призначенням поділяють на робоче (забезпечує нормовані умови), аварійне (застосовується у випадку порушення живлення робочого освітлення, його ще називають резервним, або у випадку надзвичайної ситуації, може бути антипанічне та освітлення шляхів евакуації), охоронне (освітлює межу території, яка перебуває під охороною), та чергове освітлення.

Згідно з вищепереліченим будемо застосовувати систему робочого освітлення для усіх приміщень. Також як аварійне освітлення вибираємо систему освітлення шляхів евакуації в коридорі. Для інших приміщень аварійного освітлення не потрібно.



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

Здійснюємо вибір нормованих параметрів системи освітлення амбулаторної будівлі із врахуванням вимог, наведених в ДБН [4]. Основна характеристика для нормування освітлення – освітленість. Також для робочого освітлення деяких приміщень державними будівельними нормами регламентується узагальнений показник дискомфорту UGR. Значення нормованих світлотехнічних параметрів наведено в табл. 2.1.

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

Тип приміщень	Позначення на плані	Нормована освітленість, лк	Тип та висота робочої поверхні
Денний стаціонар	1	100	Г – 0
Лабораторія	2	500	Г – 0,8
Маніпуляційна	3	500	Г – 0,8
Прийом аналізів	4	200	Г – 0,8
Архів	5	75	В – 1,0
Кабінет	6; 9	300	Г – 0,8
Туалет	7	75	Г – 0
Душова	8	75	В – 1,0
Котельня	10	75	В – 1
Стоматологія	11	500	Г – 0,8
Технічні приміщення	12	75	Г – 0
Коридор	13	75	Г – 0

Продовження табл. 2.1

Гараж	14	50	Циліндрична
Приймально-оглядовий бокс	15	500	Г-0,8
Кімната виїзних бригад	16	200	Г-0,8

Мінімальна освітленість аварійного освітлення шляхів евакуації становить 1,0 лк [4].

#### 2.4 Вибір світлових приладів

Світлові прилади для освітлення приміщень вибираємо згідно із вимогами щодо їх встановлення в приміщеннях, а також враховуємо вимоги до колірної температури джерел світла. У всіх приміщеннях (крім коридору, туалету та душової) перекриття складається із залізобетонних плит перекриття. Тому вибираємо світильники, які монтуються на підвіси. В коридорі, душовій та туалеті підвісна стеля із гіпсокартону, тому можемо використовувати світильники, які монтуються напряму в стелю. Але, оскільки в душовій та туалеті потрібно ставити світлові прилади з пило-вологозахистом мінімум рівня IP 54, а світильники з таким рівнем захистом не мають можливості вмонтовуватися в стелю, тому у всіх приміщеннях світлові прилади монтуються на підвіси, або напряму на стелю, залежно від їх будови. Отже, для освітлення кабінетів, денного стаціонару, лабораторії, маніпуляційної, кабінету прийому аналізів, стоматології, технічного приміщення використовуємо світильник типу ДВО20У Юпітер-LED-панель. Його технічні характеристики приведені в табл.2.2 [5].

Для приміщень, в яких потрібно забезпечити вертикальну освітленість (архів та котельна), застосовуємо світильник ДСП65В, технічні характеристики вказані в табл. 2.2 [6].

В приміщеннях з підвищеною вологістю, до яких відносять душову та туалет, будемо використовувати ДББ28У Селена-LED-М із ступенем захисту IP65. Технічні характеристики також вкажемо в табл. 2.2 [7].

В коридорі встановимо світлові прилади на основі світильників ДВО27У Юпітер-LED-2 в прямокутному виконанні (табл. 2.2 [8]).

Для аварійного освітлення коридору будемо використовувати світильник з можливістю працювати від вбудованого джерела живлення в разі вимкнення основного живлення. Такі вимоги задовольняє світильник ДБО02ВСП, який може працювати 3 години від вбудованого ЕДЖ. Його технічні дані вказані в табл. 2.3 [9].

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики світильників робочого освітлення

Технічні характеристики	Тип світлового приладу			
	ДВО20У Юпітер- LED- панель	ДСП65В	ДББ28У Селена- LED-М	ДВО27У Юпітер- LED-2
Потужність, Вт	36, 45	25 – 100	8 – 20	16, 33
Світловий потік, лм	4320, 5400	3375 – 13500	960 – 2400	2080, 4290
Світлова віддача, лм/Вт	120	135	120	130
Тип кривої сили світла	Д	60°(К), 90°(Г), 120°(Л)	Д	Д
Колірна температура, К	4000, 6000	4000	4000	3000, 4000
Коеф. активної потужності	0,95	0,95	0,95	0,95
Ступінь пило-вологозахисту	IP20	IP65	IP65	IP20

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики світильника аварійного освітлення ДБО02ВСП

Потужність, Вт	Колірна температура, К	Час роботи в аварійному режимі	Режими роботи	Коеф. активної потужності	Ступінь пиловологозахисту
3	6400	Мінімум 3 год.	Постійний, непостійний, аварійний	0,95	IP65

## 2.5 Вихідні дані до світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки

Вихідними даними для розрахунку є:

- значення нормованої освітленості на робочих поверхнях;
- світлотехнічні характеристики світлових приладів;
- коефіцієнт запасу;
- розрахункова висота (висота між робочою поверхнею та світним тілом джерела світла).

Значення нормованої освітленості вказано в табл. 2.1 цього розділу. Світлотехнічні характеристики світильників, які ми будемо використовувати, вказані у табл. 1.2. Основними необхідними параметрами є світловий потік та крива сили світла.

Розрахункова висота  $h_p$  визначається за формулою [1]:

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

де  $h=2,80$  – висота основних приміщень;  $h=2,50$  – висота душової, туалету та коридору;

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

$h_{p.n.}$  – висота розташування робочої поверхні над підлогою.

Відстань  $h_1$  визначаємо в залежності від товщини світлового приладу. На підставі даних, наведених в [5-8], отримаємо:

для світильників ДВО20У Юпітер-LED-панель  $h_1 = 0,06$  м;

для світильників ДВО27У Юпітер-LED-2  $h_1 = 0,06$  м;

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

для світильників ДСП65В  $h_1 = 0,09$  м.

Висоту робочої поверхні візьмемо із таблиці 1.1. Для приміщення кабінетів, лабораторії, маніпуляційної, стоматології та прийому аналізів  $h_{p.n.} = 0,8$  м, для денного стаціонару, туалету, технічного приміщення та коридору -  $h_{p.n.} = 0,0$  м. В інших приміщення нормується лише вертикальна освітленість, тому розрахунку висоти там непотрібно.

Тоді для кабінетів, лабораторії, маніпуляційної, стоматології та прийому аналізів, у яких пропонується використовувати світильники типу ДВО20У Юпітер-LED-панель:

$$h_p = 2.80 - 0.06 - 0.8 = 1.94 \text{ м}$$

У денному стаціонарі та технічному приміщенні також встановлюємо тип ДВО20У Юпітер-LED-панель, тому:

$$h_p = 2.8 - 0.06 - 0.0 = 2.74 \text{ м}$$

У приміщенні туалету та душової використовуємо світильник типу ДББ28У Селена-LED-М, отже:

$$h_p = 2.5 - 0.07 - 0.0 = 2.43 \text{ м}$$

Для коридору пропонуємо використати ДВО27У Юпітер-LED-2:

$$h_p = 2.5 - 0.06 - 0.0 = 2.44 \text{ м}$$

Для забезпечення нормованої освітленості в кінці терміну служби світильника або перед його чисткою при виконанні світлотехнічних розрахунків потрібно врахувати зниження світлового потоку внаслідок старіння та забруднення світлового приладу. В цьому допомагає використання коефіцієнта

запасу, який визначається освітленістю світлового приладу на початку та в кінці терміну експлуатації.

Коефіцієнт запасу  $K_3$  визначаємо на основі коефіцієнта експлуатації (його ще називають коефіцієнт технічного обслуговування) MF [4]:

$$K_3 = \frac{1}{MF} \quad (2.2)$$

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

де LLMF – коефіцієнт, який враховує спад світлового потоку протягом експлуатації;

LSF – коефіцієнт, який враховує яка частина встановлених світлових приладів може працювати за заданих умов;

LMF – коефіцієнт експлуатації світильника;

RSMF – коефіцієнт експлуатації поверхонь у приміщенні.

Оскільки у всіх приміщеннях використовуються світлові прилади з світлодіодними джерелами світла, які можуть працювати не менше 50000 год, а їх світловий потік протягом всього часу експлуатації становить не менше, ніж 80% від початкового, до того ж відсоток частини таких світлодіодів більше ніж 90%, то на основі даних наведених в табл. В4 [4] приймаємо: LLMF = 0,85, LSF=1.

Значення коефіцієнтів LMF та RSMF потрібно вибирати в залежності від коефіцієнтів відбивання поверхні, класу чистоти приміщення, а також по класу світлорозподілу та ступені пило-вологозахисту світильників. За допомогою табл. В1 [4] визначаємо клас чистоти приміщень. Для кабінетів, денного стаціонару, маніпуляційної, прийому аналізів та стоматології встановлюємо клас чистоти С (Clean), для інших приміщень – клас N (Normal). Також прийmemo, що інтервал планового очищення світильників – 3 роки.

За даними табл. В3 [4] визначили, що світильники ДВО27У Юпітер-LED-2 та ДВО20У Юпітер-LED-панель із ступенем захисту IP20 відносяться до типу D, а світильники ДСП65В та ДББ28У Селена-LED-Міз захистом IP65 – до типу E.

Потім для приміщень, які відносяться до класу С із світильниками типу D за допомогою таблиць B5 та B6 [4] при коефіцієнтах відбивання стелі, стін та підлоги відповідно 0,7, 0,5 та 0,2 вибираємо  $LMF = 0,79$ ,  $RSMF = 0,94$ . А для приміщення з класом чистоти N та світильниками типу D –  $LMF=0,73$ ,  $RSMF=0,9$ . Якщо приміщення класу N з світильниками типу E –  $LMF=0,84$ ,  $RSMF=0,9$ .

Підставимо значення всіх цих коефіцієнтів у формули 2.2 та 2.3, отримаємо:

приміщення типу С з світильниками D

$$MF = 0.85 \cdot 1 \cdot 0.79 \cdot 0.94 = 0.63$$

$$K_3 = \frac{1}{0,63} = 1,58$$

приміщення типу N з світильниками D

$$MF = 0.85 \cdot 1 \cdot 0.73 \cdot 0.9 = 0.56$$

$$K_3 = \frac{1}{0,56} = 1,79$$

приміщення типу N з світильниками E

$$MF = 0.85 \cdot 1 \cdot 0.84 \cdot 0.9 = 0.64$$

$$K_3 = \frac{1}{0,64} = 1,56$$

Зведені результати розрахунку представимо в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – зведені дані розрахунку  $h_p$  та  $K_3$

Тип приміщення	Позначення на плані	Тип світлових приладів	$h_p$ , м	$K_3$
Кабінети, маніпуляційна, прийом аналізів, стоматологія	6; 9; 3; 4; 11	ДВО20У Юпітер-LED-панель	1,94	1,58
Денний стаціонар	1	ДВО20У Юпітер-LED-панель	2,74	1,58
Лабораторія	2		1,94	1,79

Продовження табл. 2.4

Архів, котельня	5; 10	ДСП65В	2,71	1,56
Туалет, душова	7; 8	ДББ28У Селена-LED-М	2,43	1,56
Технічне приміщення	12	ДВО20У Юпітер-LED-панель	2,74	1,79
Коридор	13	ДВО27У Юпітер-LED-2	2,44	1,79

## 2.6 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення приміщень на основі методу коефіцієнта використання

Метою світлотехнічного розрахунку є розрахунок кількості та потужності світильників, при використанні яких будуть забезпечені нормовані значення освітленості. Оскільки робоче освітлення приміщень доцільно використовувати при загальному рівномірному освітленні, то світлотехнічний розрахунок будемо проводити методом коефіцієнта використання світлового потоку. За допомогою цього методу можна розрахувати середню освітленість горизонтальної площини з врахуванням усього світлового потоку, який потрапляє на цю площину. За цим методом освітленість  $E$  горизонтальної площини розраховуємо за формулою [1]:

$$E = \frac{N \cdot \Phi_{СП} \cdot U}{S \cdot z \cdot K_3} \quad (2.4)$$

де  $N$  – кількість світлових приладів, які застосовуються у приміщенні;

$\Phi_{СП}$  – світловий потік одного світлового приладу;

$U$  – коефіцієнт використання світлового потоку;

$S$  – площа приміщення;

$z$  – коефіцієнт мінімальної освітленості; при наших розрахунках на середню освітленість цей коефіцієнт не враховується, тому можемо прийняти, що він дорівнює 1;

$K_3$  – коефіцієнт запасу.



З формули (2.4) ми можемо записати формулу для знаходження світлового потоку одного світлового приладу:

$$\Phi_{сп} = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3}{N \cdot U} \quad (2.5)$$

У цій формулі коефіцієнт використання  $U$  визначається на основі довідникових даних [10]. Він залежить від типу КСС, коефіцієнта відбивання поверхні і також від геометричних розмірів приміщення, які можна охарактеризувати індексом приміщення  $i$ , який визначається з формули:

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (a + b)} \quad (2.6)$$

де  $a, b$  – довжина та ширина приміщення, відповідно.

Оскільки в нас всі світлові прилади із косинусною КСС, а коефіцієнти відбивання стелі, стін та підлоги відповідно 0,7, 0,5 та 0,2, то графік залежності коефіцієнта використання від індексу приміщення буде такий, як показано на рис. 2.2.

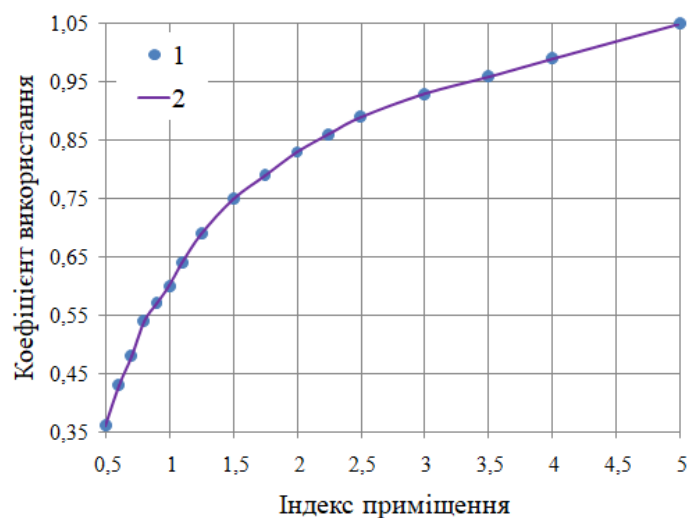


Рисунок 2.2 – Графіки залежностей коефіцієнта використання світлового потоку від індексу приміщень з коефіцієнтами відбивання стелі стін та підлоги відповідно 0,7, 0,5, 0,3 та світлових приладів з кривою сили світла типу Д:  
1 – табличні дані; 2 – аналітично описано функцією.

Також дану залежність можна описати аналітично [2]:

$$U(i) = \frac{-0.177}{i^3} + \frac{0.663}{i^2} + \frac{-1.067}{i} + 1.160 \quad (2.7)$$

Розрахунок за методом коефіцієнта використання продемонструємо на прикладі лабораторії (позначення на плані – 2). Для цього приміщення нормована освітленість  $E_H = 500$  лк, довжина  $a = 5,5$  м, ширина  $b = 6$  м, його площа  $S = 33$  м<sup>2</sup>, розрахункова висота  $h_p = 1,94$  м.

Індекс даного приміщення рахуємо за формулою (2.6):

$$i = \frac{33}{1,94 \cdot (5,5 + 6)} = 1,479$$

Підставивши значення індексу приміщення у рівняння (2.7), отримаємо:

$$U = \frac{-0.177}{1,479^3} + \frac{0.663}{1,479^2} + \frac{-1.067}{1,479} + 1.160 = 0,687$$

Підставивши відомі значення  $E_n$ ,  $S$ ,  $U$  у формулу (2.5), та врахувавши, що  $K_s=1,79$ , будемо мати:

$$\Phi_{сп} = \frac{500 \cdot 33 \cdot 1.79}{9 \cdot 0.687} = 4778.74$$

Необхідну кількість світлових приладів  $N$  визначимо за допомогою розрахункової висоти та коефіцієнта, який залежить від типу кривої сили світла. Для даного приміщення вона має бути не менше 6 штук. Але при такій кількості світловий потік одного світильника виходить завеликий, і неможливо знайти світловий прилад з таким потоком. Тому ми збільшили кількість світильників у ряду і саму кількість рядів, щоб потік з однієї світлової точки був менший і була можливість вибрати світловий прилад із запропонованих. Отже, приймаємо  $N=9$ .

Для лабораторій ми взяли світильники ДВО20У Юпітер-LED-панель потужністю 45 Вт, оскільки вони задовільняють наші умови. Світловий потік одного світильника  $\Phi = 5400$  лм. Тому освітленість, яка буде створена на робочій поверхні становить:

$$E = \frac{9 \cdot 5400 \cdot 0,687}{33 \cdot 1,79} = 565 \text{ лк}$$

Як ми бачимо із результатів розрахунку, освітлювальна установка, яка складається з 9 світильників ДВО20У Юпітер-LED-панель потужністю 45 Вт, здатна забезпечити середню освітленість на робочій поверхні, яка знаходиться в діапазоні -10..+20% нормованої освітленості.

Аналогічно визначаємо кількість та потужність світильників для інших приміщень. Всі результати розрахунку подаємо в табл. додатку 1.

Для кращого розуміння процесу розрахунку за допомогою методу коефіцієнта використання розрахуємо освітленість в ще одному приміщенні. Для наглядності візьмемо кімнату, в якій не регламентується горизонтальна освітленість (не буде значного впливу на кінцеві дані), тобто де розрахунок повинен проводитися для площин, паралельних до стін приміщення. Одразу перевіримо, чи світловий прилад, який там встановлений для забезпечення освітленості на вертикальній площині, створює достатню горизонтальну освітленість на рівні підлоги.

В нашому випадку, це приміщення архіву, котельна та душова. Розраховувати освітленість будемо для архіву. Використовуються ті самі формули (1.4 – 1.7), що і для горизонтальної освітленості.

Спочатку визначаємо індекс приміщення (2.6), дані для розрахунку беремо із плану будівлі. Довжина  $a = 3$  м, ширина  $b = 3$  м, площа приміщення  $S = 9$  м<sup>2</sup>, нормована освітленість 75 лм, на стелажах з документами, розрахункова висота  $h_p = 2,71$  м.

$$i = \frac{9}{2,71 \cdot (3+3)} = 0,55$$

Згідно із індексом та рівнянням (2.7) знаходимо коефіцієнт використання:

$$U = \frac{-0.177}{0,55^3} + \frac{0.663}{0,55^2} + \frac{-1.067}{0,55} + 1.160 = 0,35$$

Підставляємо значення у формулу (2.5), не забуваємо врахувати  $K_s = 1,56$ :

$$\Phi_{сп} = \frac{75 \cdot 9 \cdot 1.56}{1 \cdot 0.35} = 2979 \text{ лм}$$

Цього разу розрахункова кількість світильників  $N = 1$ , цілком задовольняє наші умови, тому його і залишає на підрахунки.

Визначаємо освітленість, яка створюється одним світильником ДСП65В потужністю 25 Вт, світловий потік якого  $\Phi = 3375$  лм:

$$E = \frac{1 \cdot 3375 \cdot 0,35}{9 \cdot 1,56} = 84,96 \text{ лк}$$

Освітленість знаходить в допустимих межах. Отже даний світловий прилад забезпечує нормовану освітленість не лише на вертикальній площині, а й на горизонтальній, що позитивно складеться на людину яка там перебуває. Аналогічно рахуємо інші приміщення. Результати заносимо в табл. додатку 1.

## 2.7 Розрахунок циліндричного освітлення

Циліндрична освітленість регламентується тільки для приміщення гаражу, отже її розрахунок будемо проводити лише для цього приміщення. Методика по розрахунку вказана в [1, 4]. Відповідно до неї, циліндрична освітленість буде визначатися на основі залежностей відношень освітленості горизонтальної площини (на тій самій робочій висоті) до циліндричної освітленості від індексу приміщення для різних коефіцієнтів відбивання стін та підлоги, а також параметра  $m$ , який визначається за формулою:

$$m = \frac{2 \cdot \pi \cdot I_0}{\Phi} - 1 \quad (2.8)$$

де  $I_0$  – осьова сила світла світильника;

$\Phi$  - потік світильника у нижню півсферу, який дорівнює добутку 1000 лм на ККД світлового приладу.

Для світильника ДСП65В сила світла буде дорівнювати  $I_0 = 269$  кд [6], а світловий ККД – 0,95, тому згідно із формулою (2.8):

$$m = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 269}{1000 \cdot 0.95} - 1 \approx 1$$

Із графіка, зображеного в [14], визначаємо, що при індексі приміщення  $i=0,73$  і коефіцієнтах відбивання стін та підлоги відповідно 0,5 та 0,3, відношення освітленості горизонтальної площини до освітленості циліндричної площини становить  $\frac{E_{\Gamma}}{E_{\Pi}} = 1,9$ . Враховуючи, що розрахункова горизонтальна освітленість на рівні підлоги в приміщенні гаражу становить 153 лк, то циліндрична освітленість буде складати:

$$E_{ц} = \frac{153}{1,9} = 80,6$$

що допустимо, оскільки норма циліндричної освітленості 75 лк.

## 2.8 Розрахунок за допомогою пакету DIALuxevo

Світлотехнічний розрахунок освітлювальної установки показуємо на прикладі приміщення лабораторії. Розрахунок виконується наступним чином.

1. Спочатку задаємо розміри приміщення в редакторі приміщень (рис. 2.3 а). Потім у вкладці технічне обслуговування задаємо коефіцієнт технічного обслуговування, який дорівнює коефіцієнту експлуатації (рис. 2.3 б). Задаємо коефіцієнти відбивання (відбиваюча здатність) поверхні приміщення (рис 2.3 в), по стандарту стоїть 0,7 для стелі, 0,5 для стін та 0,2 для підлоги. В кінці задаємо висоту робочої площини залежності від заданих умов (рис. 2.3 г), по стандарту стоїть висота, що дорівнює 0,8.

▼ Намалюйте контур приміщення

Кінець Закрити

X	Y	Довжина	Кут
-4.700 m	4.000 m	6.000 m	-2.0
1.296 m	3.791 m	4.350 m	97.5
1.713 m	-0.539 m	5.850 m	84.5
-4.137 m	-0.539 m	0.000 m	180.0
-4.137 m	0.811 m	- m	0.0

а)

Технічне обслуговування

фіксований  СІЕ 97:2005

Коефіцієнт технічного обслуговування MF 0.80

б)

Зміна відбивної здатності поверхонь приміщення

Стелі 70.0 %

Стіни 50.0 %

Поверхи 20.0 %

Нинішнє приміщення пристосовується

Подати заявку

в)

▼ Робоча площина

Створення робочої площини

Ім'я Робоча площина (Номер 15)

Висота 0.800 m

Пристінна зона 0.000 m

г)

Рисунок 2.3 – Редагування характеристик приміщення в пакеті DIALuxevo

2. За допомогою вставки вносимо світильники в проект освітлення приміщення (рис. 2.4 а), при цьому ми можемо задавати кількість рядів та кількість світильників в ряді (рис. 2.4 б). Також можемо змінювати вид монтажу світильника і задавати обмеження по максимальній допустимій освітленості. В DIALuxеvo є можливість автоматичного розташування світлових приладів для створення необхідного значення середньої освітленості, для цього необхідно лише задати потрібну освітленість і вибрати робочу площину, на якій потрібно забезпечити цю освітленість.



Рисунок 2.4 – Внесення та редагування характеристик світлових приладів в середовище програми DIALuxеvo

3. Запускаємо розрахунок, результат якого показав, що розрахована середня освітленість на площині, що знаходиться на висоті 0,8 м над рівнем підлоги, становить 545 лк, що знаходиться в допустимих межах -10 ... +20%.

Також важливою характеристикою є відношення мінімальної освітленості до середньої. Згідно норм, для даного приміщення, вона має бути більше за 0,6, а розрахунки показали, що це відношення дорівнює 0,62. Тому освітленість приміщення спроектована правильно.

Криві лінії однакової освітленості на робочій площині (ізолінії) та графік їх значень для даного приміщення показано на рис. 2.5.

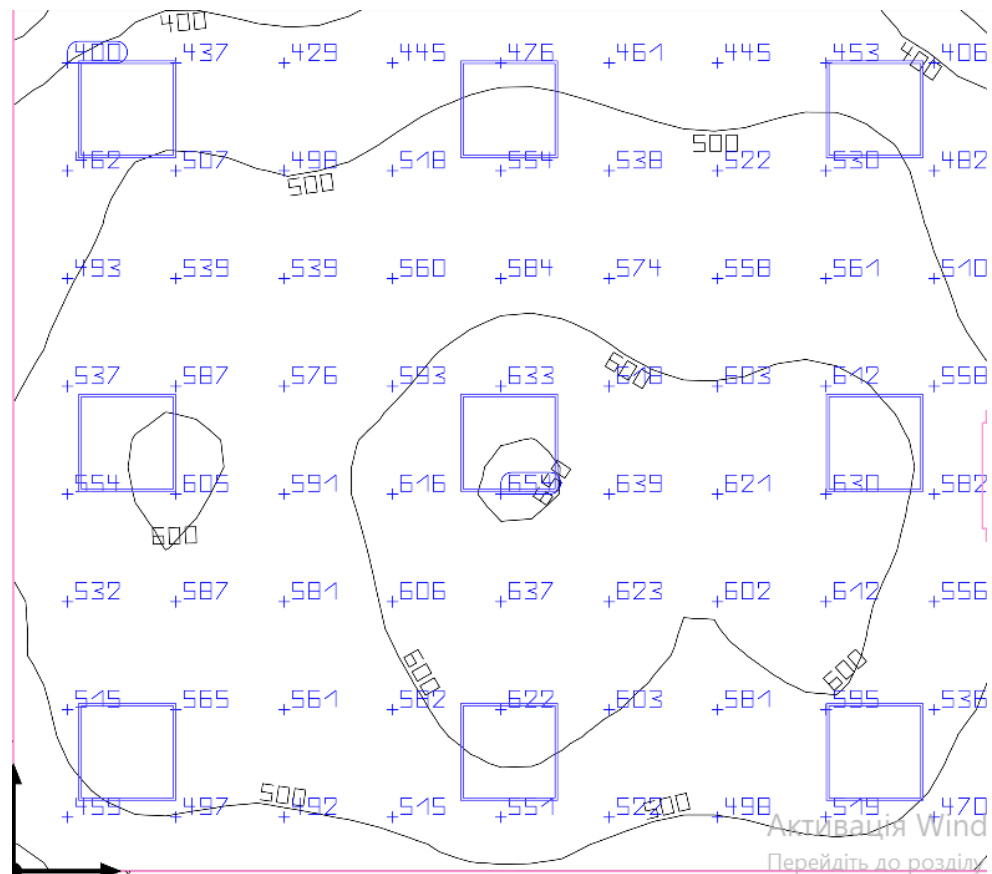


Рисунок 2.5 – Криві лінії однакової освітленості та графік її значень на робочій поверхні приміщення лабораторії

Оцінка засліплення в даному приміщенні складає  $R_{UGmax}=21$  через застосування світильників даної конфігурації. В нормі засліплення не повинно перевищувати 20. Хоча перевищення на 5%, як в нашому випадку, допускається, тому, що таке перевищення майже не впливає на зорову втому.

Для розрахунку вертикальної освітленості в проектах освітлення відповідних приміщень в середовищі DIALuxevo потрібно ввести додаткові вертикальні розрахункові площини. Для архіву вертикальні розрахункові

площини розміщуємо здовж обох бокових стін. Для котельні ця площа буде знаходитися на стіні, де розміщені пристрої керування та слідкування за станом системи водо- та теплопостачання.

В результаті розрахунку встановлено, в приміщенні архіву на розрахунковій вертикальній площині середня освітленість становить 75,3 лк (рис. 2.6 а), в приміщенні котельні показник середньої освітленості становить 71,8 лк, а відношення мінімального освітлення до середнього складає 0,5 (рис. 2.6 б).

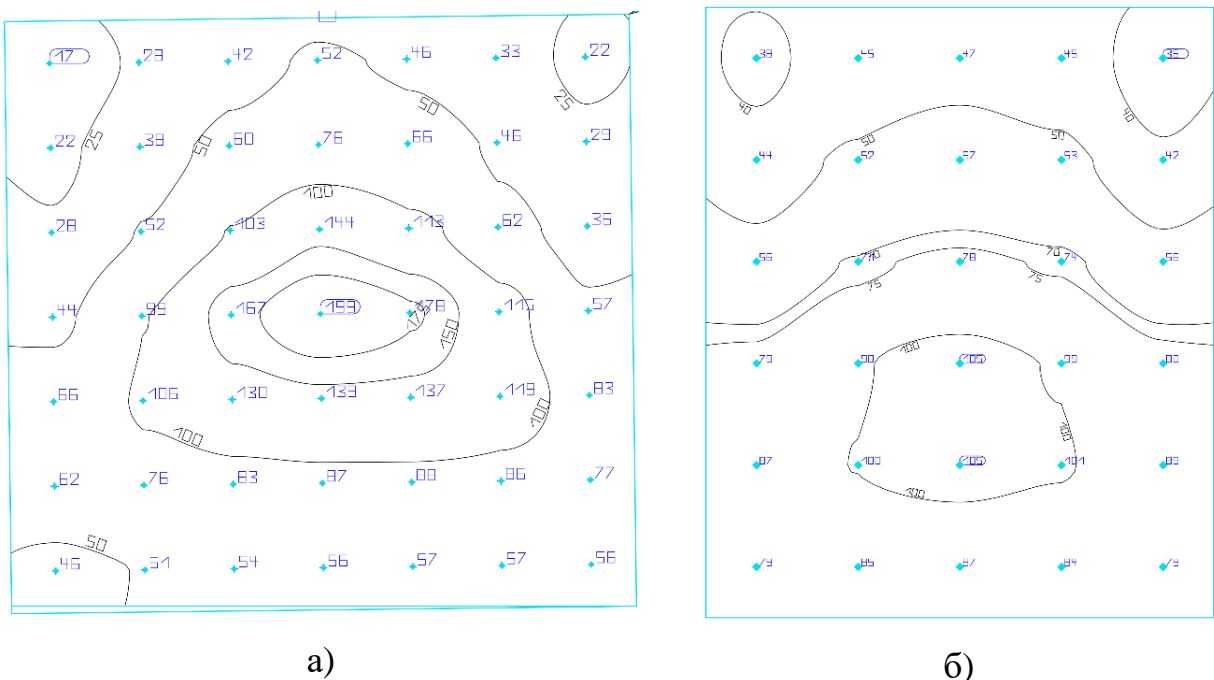
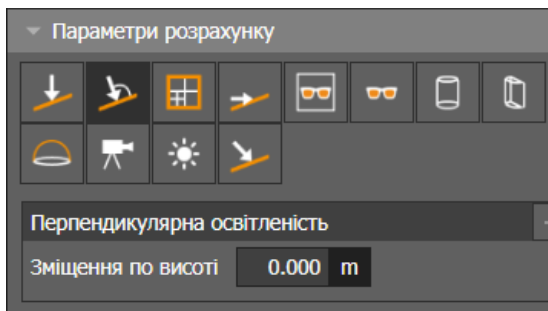


Рисунок 2.6 – Графіки розподілу освітлення вертикальних розрахункових площин приміщень архіву (а) та котельні (б)

Розрахуємо циліндричну освітленість для приміщенні гаражу (позначення на плані 14). Спочатку в параметрах розрахунку вибираємо “Циліндрична освітленість” та задаємо зміщення по висоті (рис. 2.7 а), у нашому випадку зміщення не буде, оскільки нормується освітленість на рівні підлоги, а далі запускаємо розрахунок та виводимо результати (рис. 2.7 б).





а)

Розрахункова поверхня (Циліндрична освітленість)	
	Фактичний
Середній показник	78.4 lx
Хв	61.3 lx
Макс	97.2 lx
Мін/середнє	0.78
Мін/макс	0.63

Параметр	
Висота	0.000 m

б)

Рисунок 2.7 – Розрахунок циліндричної освітленості в пакеті DIALuxevo

## 2.9 Розрахунок аварійного освітлення

Оскільки світильники для аварійного освітлення шляхів евакуації рекомендують встановлювати на вертикальні поверхні, тобто стіни, це не дозволяє нам розрахувати освітлювальні установки методом коефіцієнта використання.

Для аварійного освітлення використовуємо світильники ДБО02ВСП, встановивши їх на стіни коридору на висоту 2,15 м.

На основі результатів розрахунку, виконаних в DIALuxevo, для шляхів евакуації через коридор (позначення на плані – 13) при використанні восьми показників типу ДБО02ВСП, отримали, що мінімальна освітленість складає 1,01 лк при нормі освітленості 1,0 лк. Максимальна освітленість – 8,26 лк. Тому відношення максимальної освітленості до мінімальної складає 8,17, при допустимому значенні 40.

Графік розподілу освітленості на поверхні при аварійному освітленні показано на рис. 2.8

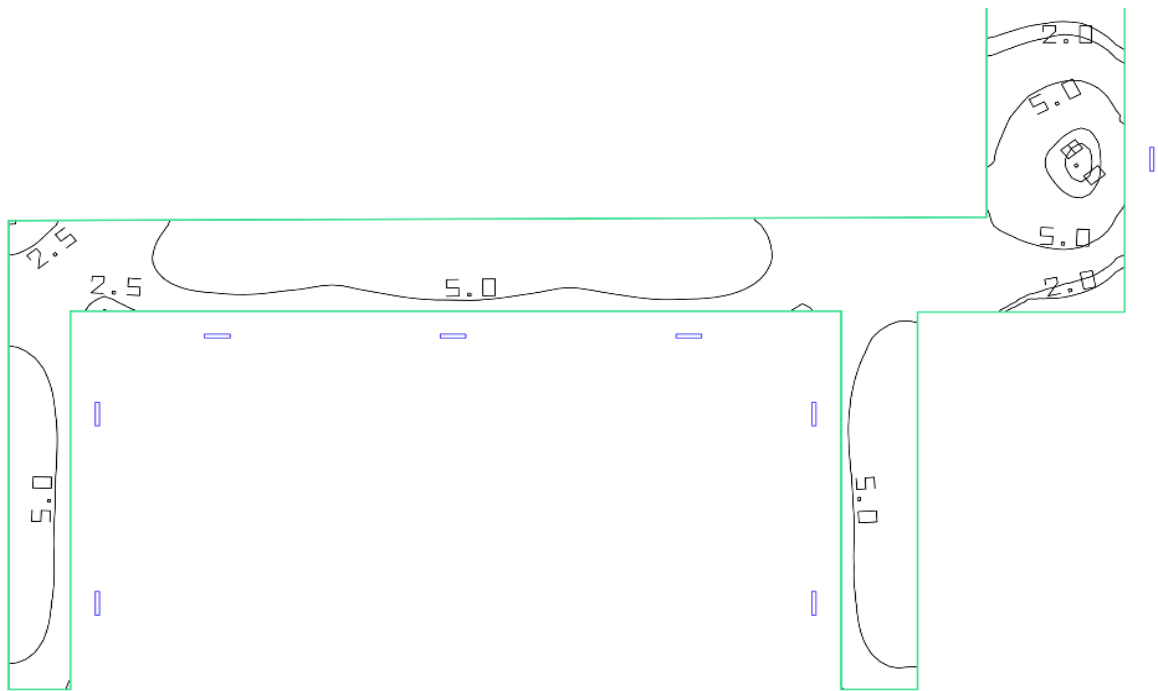


Рисунок 2.8 – Графік розподілу освітленості на поверхні підлоги шляхів евакуації з коридору

## 2.10 Розрахунок зовнішнього освітлення

Зовнішнє освітлення розраховують за допомогою програм для розрахунку освітлення, наприклад, DIALUX, RELUX, DIALUX EVO, 3D MAX.

Ми будемо використовувати DIALuxevo, як і для розрахунку внутрішнього освітлення.

Спочатку вибираємо світловий прилад для зовнішнього освітлення. Головною вимогою до нього є клас пило-вологозахисту не менше IP 65. Для зручності вибираємо прилад від ОСП «Корпорація ВАТРА», для якого є створені файли з фотометричними даними для розрахунку в програмах. Зупинимо свій вибір на світильнику ДКУ41У потужністю 20 Вт [15]. Його характеристики вказані в табл. 2.5

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики світильника ДКУ41У

Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Світлова віддача, лм/Вт	Тип КСС	Колірна температура, К	Коеф. активної потужності	Ступінь пило- волого- захисту
20-170	6500- 22100	130	Ш	4000	0,95	IP66

Далі у програмі потрібно вказати розміри та нормовані показники проїжджої частини. Дані про показники знаходимо в [4], для зручності записуємо їх в табл. 2.6. Розміри задаємо наступні: ширина – 4 м, кількість смуг – 1, довжина – 28 м, висота до світлової точки – 7 м, відстань між опорами – 7 м.

Таблиця 2.6 – Нормовані показники для зовнішнього освітлення

Тип	$E_{сер}$ , лк	$U_0$ , не менше	$TI$ , % не більше	$R_{EI}$ , не більше	Клас освітле- ності	$L_{сер}$ , кд/м <sup>2</sup> , не менше
Транспорт, який рухається зі швидкістю не більше 10 км/год	10	0,4	15	0,3	M4	0,75

Вводимо ці дані в програму та запускаємо розрахунок. В результаті отримуємо таблицю результатів для поля оцінки (рис. 2.9) та графік значення освітлення на проїжджій частині (рис. 2.10).

Результати для поля оцінки

	Параметр	Розраховано	Норматив	Відповідність
Проїжджа частина 1 (M4)	$L_{сер}$	1.05 cd/m <sup>2</sup>	$\geq 0.75$ cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_0$	0.77	$\geq 0.40$	✓
	$U_l$	0.85	$\geq 0.60$	✓
	TI	1 %	$\leq 15$ %	✓
	$R_{EI}$	0.50	$\geq 0.30$	✓

Рисунок 2.9 – Результати розрахунку освітленості проїжджої частини та її відповідність нормованим значенням

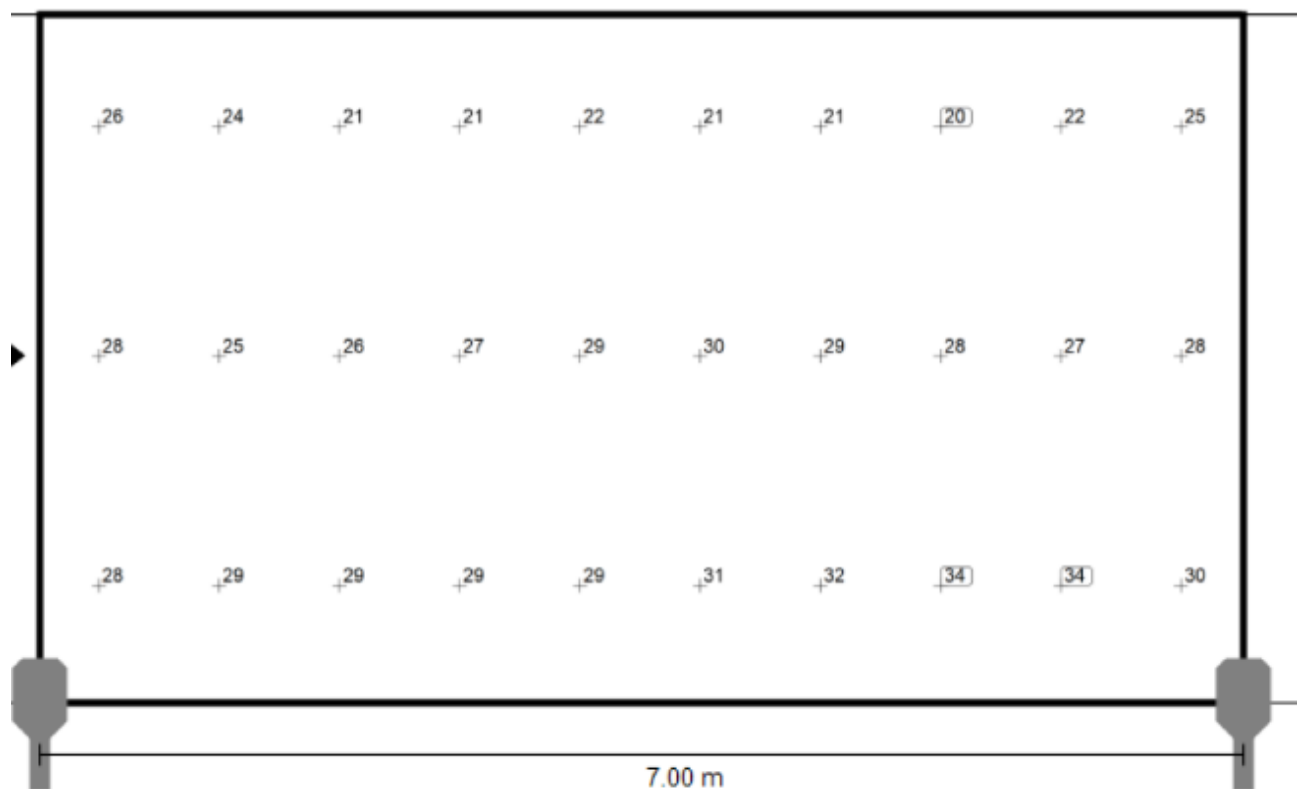


Рисунок 2.10 – Графік значення освітленості на проїжджій частині

Як ми бачимо з рис. 2.10 середня освітленість складає 26 лк при нормованому показнику  $E_{сер} = 10$  лк, отже розрахунок проведено правильно.

## 2.11 Висновки до розділу 2

1. Для всіх приміщень амбулаторії вибрано систему загального рівномірного освітлення, додатково запропоновано місцеве освітлення для приміщень кабінетів, лабораторії та стоматології та аварійне освітлення для коридору.

2. Здійснено вибір світлових приладів для освітлення різного типу приміщень та призначення.

3. Залежно від вибраних світильників та типу приміщення обчислено розрахункову висоту приміщень (1,94-2,74 м), коефіцієнт експлуатації та коефіцієнт запасу (1,56-1,79).

4. Розраховано кількість та потужність світлових приладів, необхідних для забезпечення нормованих значень освітленості на горизонтальній та вертикальній робочих поверхнях за допомогою методу коефіцієнта використання світлового потоку.

5. Розраховано освітленість всіх приміщень у програмі DIALuxevo. Встановлено, що відхилення розрахункової освітленості від нормованої знаходиться в межах -10...+20%.

6. Розраховано аварійне освітлення коридору: мінімальна освітленість на поверхні підлоги становить 1,01 лк (нормоване значення не менше 1 лк), відношення максимальної освітленості до мінімальної – 8,17 (нормоване значення не більше 40).

7. Розраховано циліндричну освітленість для приміщення гаражу методом коефіцієнта використання (80,6 лк) та за допомогою DIALuxevo (78,4 лк) при нормованому значенні 75 лк.

8. Розраховано освітленість ділянки дороги перед амбулаторією, яка становить 26 лк при нормованому значенні не менше 10 лк.

## 3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

Основне завдання розрахунку електричних освітлювальних мереж – визначення перерізу проводів та кабелів, щоб протікання струму через них не створювало їхнього перегріву. А також необхідно отримати спад напруги на лінії, який не перевищує допустимі значення. Для розрахунку електричної освітлювальної мережі амбулаторного приміщення використовуємо розрахунок по струму навантаження та розрахунок по втраті напруги.

### 3.1 Електрична освітлювальна мережа

Всі світлові установки, які використовуються для нашої будівлі, укомплектовані напівпровідниковими джерелами світла, які мають малі споживані потужності. Тому цілком достатньо використовувати провід з площею поперечного перерізу  $1,5 \text{ мм}^2$ . Оскільки в деяких приміщеннях використовується додаткове місцеве освітлення, то необхідно спроектувати розетки, в які будуть підключатися додаткові світлові прилади. Згідно даних [4], потужність однієї розетки приймаємо рівною 60 Вт.

У всіх приміщеннях встановлені одноклавішні вимикачі, тому підключення світильників в приміщеннях буде магістральним, від розподільної коробки до найбільш віддаленого світлового пристрою.

На об'єкті встановлений лише один щиток освітлення та один щит аварійного освітлення, які знаходяться відразу біля головного розподільного щита, тому при розрахунку мережі по спаду напруги ми можемо знехтувати відстанню між головним щитом та щитом освітлення.

В освітлювальному щиті 1 знаходиться 5 груп підключення, а в ЩО2 – 3 групи підключень. Для зручності розрахунків визначимо, які приміщення живить кожна з груп, і ці дані занесемо в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – групи підключення з приміщеннями

Щит освітлення	Група підключення	Приміщення, які підключенні до цієї групи	Позначення на плані
ЩО1	1.1	Денний стаціонар, лабораторія, прийом аналізів	1; 2; 4;
	1.2	Архів, кабінет, туалет, душова	5; 6; 7; 8;
	1.3	Технічне приміщення, стоматологія	11; 12;
	1.4	Маніпуляційна, кабінет, котельна	3; 9; 10;
	1.5	Коридор	13;
ЩО2	2.1	Гараж	14;
	2.2	Приймально-оглядовий бокс	15;
	2.3	Кабінет виїзних бригад	16;

### 3.2 Розрахунок електричної освітлювальної мережі по струму навантаження та вибір автоматів захисту

Основні формули для розрахунку електричних освітлювальних мереж по струму навантаження наступні [1]:

- для трифазної мережі:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} \quad (3.1)$$

- для однофазної мережі:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{U_\phi \cdot \cos \varphi} \quad (3.2)$$

де  $U_L = 380$  В – лінійна напруга;

$\cos \varphi$  – коефіцієнт активної потужності;

$U_\phi = 220$  В – фазна напруга;

$P_p$  – потужність обладнання, яке живиться через дану ділянку, кВт.

Оскільки, живлення щитка освітлення та всіх груп підключення відбувається через однофазну мережу, то для розрахунків будемо використовувати лише формулу (3.2).

Розрахунок по струму навантаження проводимо для двох групових ліній гр. 1.1 та гр. 1.5, а також для загального живлення освітлювального щитка ЩО. Розрахункова потужність становить 0,577 кВт для гр. 1.1, 0,128 кВт для гр. 1.5, та 1,818 кВт для усього щитка. Коефіцієнт активної потужності складає 0,95. Тому підставивши дані значення у формулу (3.2), отримаємо:

для гр. 1.1

$$I_p = \frac{0,573 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,95} = 2,74 \text{ A}$$

для гр. 1.5

$$I_p = \frac{0,128 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,95} = 0,61 \text{ A}$$

в загальному для щитка

$$I_p = \frac{1,818 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,95} = 8,7 \text{ A}$$

Вище пораховані дані заносимо в табл. 3.2.

За довідниковими даними [11] вибираємо перерізи проводів кабелю ВВГ:

- для гр. 1.1 та гр. 1.5 вибираємо переріз кабелю 1,5 мм<sup>2</sup>;
- для ділянки, яка живить щит освітлення ЩО – 2,5 мм<sup>2</sup>.

Аналогічні розрахунки проводимо і для інших ділянок. Результати всіх розрахунків зводимо в табл. 3.2.



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

Ділянка мережі	Розрахункова потужність, кВт	Робочий струм, А	Тип кабелю	Апарат захисту
гр. 1.1	0,573	2,76	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр.1.2	0,223	1,07	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
гр.1.3	0,42	2,01	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр.1.4	0,47	2,25	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр.1.5	0,128	0,61	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
Ділянка, що живить ЩО1	1,818	8,70	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 1р 10А
гр.2.1	0,075	0,36	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
гр.2.2	0,216	1,03	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
гр.2.3	0,072	0,34	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
Ділянка, що живить ЩО2	0,363	1,74	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 1р 3А
Ділянка, що живить ЩАО	0,024	0,11	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
гр.3	0,008	0,038	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
Ділянка, що живить ЩЗО	0,008	0,038	ВВГ-3х1,2	ВА-2017/С 1р 1А

На основі отриманих результатів вибираємо апарати захисту. Зупинимо наш вибір на автоматичних вимикачах серії ВА-2017 [12]. Головна умова вибору автоматичних вимикачів [11]:

$$I_p \leq I_n \quad (3.3)$$

де  $I_n$  – номінальний струм апарату захисту.

Тепер, згідно із (3.3), вибираємо апарати захисту із номінальними струмами:

для груп 1.1, 1.3, 1.4 – 3 А;

для групи 1.2, 2.2 – 2 А;

для групи 1.5, 2.1, 2.3 та аварійного освітлення – 1 А;

для ділянки, яка живить ЩО1 вибираємо номінальний струм 10 А.

для ділянки, яка живить ЩО2 вибираємо номінальний струм 3 А.

для ділянки, яка живить ЩЗО, а також для самого зовнішнього освітлення вибираємо номінальний струм 1А.

Ці дані також заносимо в табл. 3.2.

Визначаємо максимальну кількість світлових приладів  $N_{max}$ , які можна підключити до одного автоматичного вимикача, не викликаючи при цьому його хибного спрацювання, з нерівності [4]:

$$N_{max} \leq \frac{K \cdot K_k \cdot I_n}{I_{peak}} \quad (3.4)$$

де  $K$  – коефіцієнт кривої спрацювання автоматичного вимикача;

$K_k$  – коефіцієнт нерозчеплення;

$I_n$  – значення струму вставки автоматичного вимикача;

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

За допомогою [13] визначаємо значення пускових струмів для світлових приладів, які пропонується до використання для освітлення приміщення амбулаторної будівлі.

Розрахунок показуємо на прикладі ДВО20У потужністю 36 Вт та апарату захисту з номінальним струмом 3 А. Автоматичний вимикач має характеристику С, його коефіцієнт кривої спрацювання  $K=5$ . Із діаграми, яка вказана на рис. Р2 [4] визначаємо  $K_k = 40$  для тривалості імпульсу 75 мкс. Підставляємо ці значення у нерівність (3.4). Також враховуємо, що  $I_{peak} = 15\text{А}$  та  $I_n = 3\text{ А}$ . Отже, отримаємо:

$$N_{max} \leq \frac{5 \cdot 40 \cdot 3}{15} = 40$$

Аналогічно розраховуємо і для інших номінальних струмів апарату захисту, і заносимо ці дані в табл. 3.3

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку максимальної кількості світильників ДВО20У-36-011 Юпітер LED-панель

Тип світлового приладу	$I_{\text{peak}}, \text{A}$	Тривалість імпульса, мкс	$K_k$	Кількість світлових приладів при номінальному струмі апарату захисту				
				1 А	2 А	3 А	4 А	5 А
ДВО20У-36-021 Юпітер LED-панель	15	75	40	13	27	40	53	67

Аналогічно розраховуємо максимальну кількість і для інших використаних світлових приладі. Результати розрахунку подаємо в табл. додатку 2.

### 3.3 Розрахунок електричної освітлювальної мережі за втратою напруги на останньому елементі

Розрахунок електричної освітлювальної мережі за втратою напруги на останньому елементі виконується для ліній найбільшої довжини та найбільшої потужності. Втрата напруги визначається за формулою [11]:

$$\Delta U \% = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} M_k}{c \cdot S} \quad (3.5)$$

де  $\sum_{k=1}^{k=n} M_k$  - сума електричних моментів навантаження даної ділянки;

$c$  – коефіцієнт, який залежить від матеріалу проводів, прикладеної напруги та типу системи, він дорівнює 72 для трифазної та 12 для однофазної мережі, які виконані з мідних провідників. Оскільки в нас тільки однофазна мережа, ми приймаємо  $c = 12$ ;

$S$  – площа поперечного перерізу жил кабелю.

Щоб визначити на якій груповій лінії ми будемо проводити розрахунки, потрібно визначити потужність кожної лінії та довжину кожної лінії від ЩО до останнього елемента лінії. Ці дані заносимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Потужність та протяжність групових ліній

Групова лінія	Загальна потужність лінії, кВт	Довжина до останнього елемента лінії, м
гр. 1.1	0,573	25,5
гр. 1.2	0,223	11,9
гр. 1.3	0,420	8,7
гр. 1.4	0,470	16,4
гр. 1.5	0,128	24,4
гр. 2.1	0,075	41,3
гр. 2.2	0,216	44,8
гр. 2.3	0,073	41,6

Згідно із таблицею, лінія з найбільшою потужністю – гр. 1.1, а з найбільшою довжиною – гр. 2.2 (оскільки відстань від ЩО1 до ЩО2 досить велика). Отже, розрахунок проводимо для лінії гр. 1.1, та гр. 2.2.

На рис. 3.1 показано розрахункову схему живлення гр. 1.1. Так як було вказано в пункті 3.1, щит освітлення 1 знаходиться безпосередньо біля головного розподільного щита, тому ділянкою між ними можна знехтувати, оскільки спад напруги на тій ділянці ніяк не вплине на подальший розрахунок. А от для живлення щита освітлення 2 будемо використовувати кабель із площею поперечного перерізу жил  $2,5 \text{ мм}^2$ , а саме кабель типу ввг-3х2,5. Потужність на 2 освітлювальному щитку невелика і його можна заживити від однофазної мережі. ЩО2 живиться напряду від головного розподільного щита. Довжини та потужність ділянок цієї групової лінії вказано в табл. 3.5.

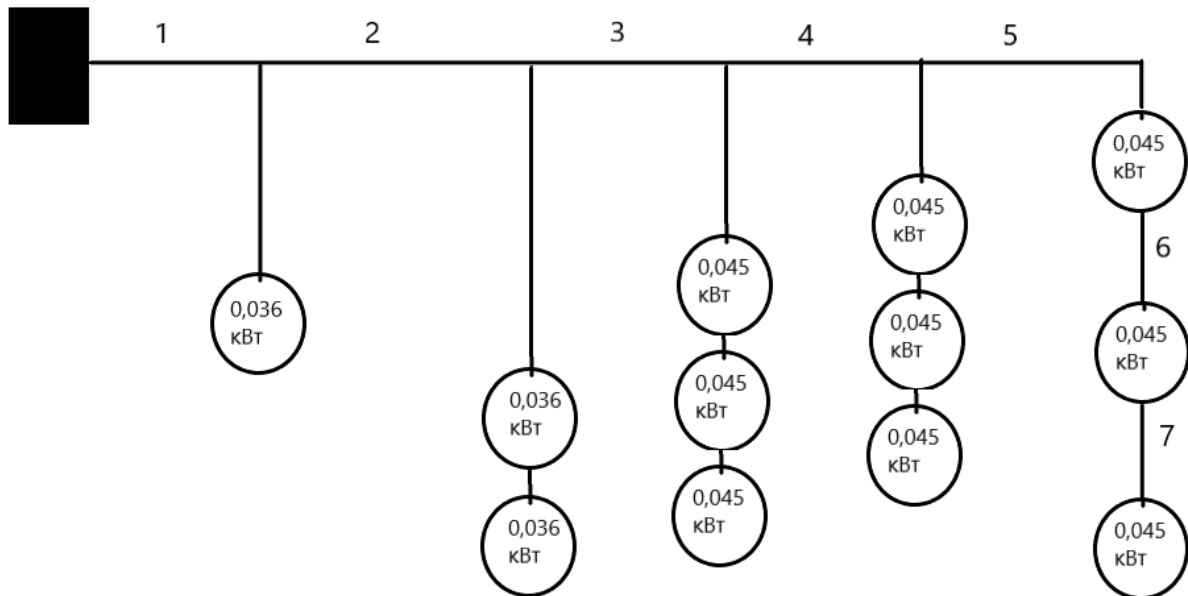


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема живлення групової лінії гр. 1.1

Для ділянки 1 сума електричних моментів навантаження розраховується по формулі:

$$\sum M_1 = P_{p1} \cdot l_1 \quad (3.6)$$

де  $P_{p1}$  – розрахункова потужність, яка проходить через дану ділянку;

$l_1$  – довжина ділянки.

Розрахунок покажемо на прикладі ділянки 1, яка має довжину 12,73 м та потужність 0,573 кВт. Підставляємо дані у формулу (3.5) і отримуємо:

$$\Delta U\% = \frac{12,73 \cdot 0,573}{12 \cdot 1,5} = 0,41\%$$

Всі ці дані заносимо в табл. 3.5:

Таблиця 3.5 – Результати розрахунку ділянки мережі гр. 1.1

№ ділянки	$l$ , м	$P_p$ , кВт	$\sum_{k=1}^{k=n} M_k$ , кВт·м	$\Delta U\%$ , %
1	12,73	0,573	7,29	0,41
2	1,94	0,481	0,93	0,05
3	5,37	0,409	2,2	0,12
4	1,95	0,27	0,53	0,03
5	2,10	0,135	0,28	0,02

Продовження таблиці 3.5

6	1,67	0,09	0,15	0,01
7	1,76	0,045	0,08	0,00
Сумарний спад напруги на останньому елементі				0,64

Аналогічно проводимо розрахунок і для ділянки найдовшої лінії гр. 2.2. Її розрахункова схема показана на рис. 3.2, а результати вказані в табл. 3.6.

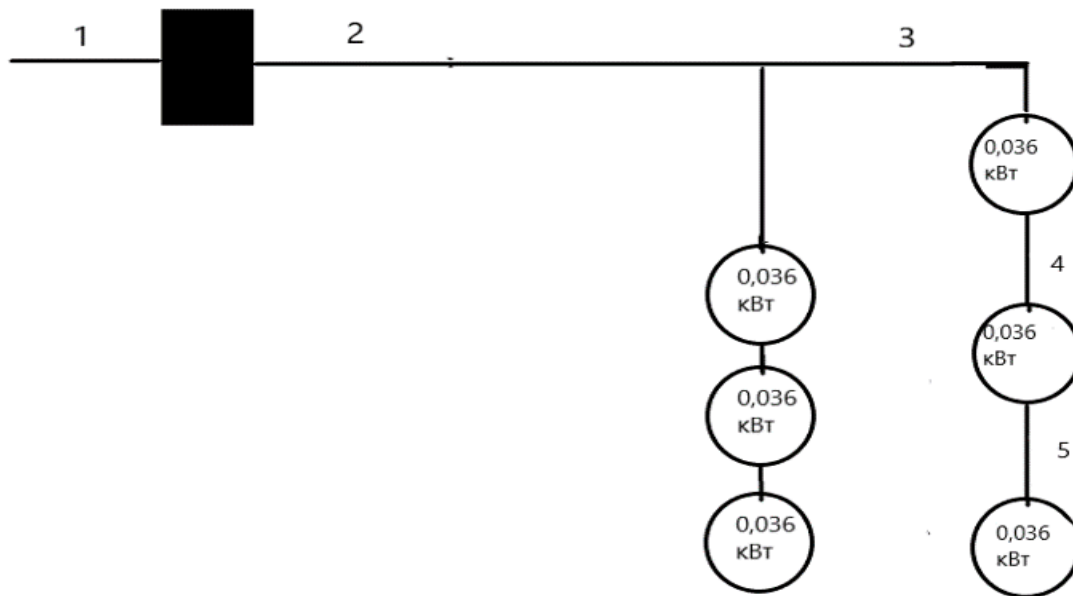


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема живлення групової лінії гр. 2.2

Таблиця 3.6 – Результати розрахунку ділянки мережі гр. 2.2

№ ділянки	$l$ , м	$P_p$ , кВт	$\sum_{k=1}^{k=n} M_k$ , кВт·м	$\Delta U\%$ , %
1	36,845	0,363	13,37	1,672
2	3,5	0,216	0,76	0,095
3	1,2	0,108	0,13	0,016
4	1,6	0,072	0,12	0,014
5	1,6	0,036	0,06	0,007
Сумарний спад напруги на останньому елементі				1,804

Як ми можемо побачити із табл. 3.5 та табл. 3.6, якщо використовувати в даних лініях кабелів із площами поперечного перерізу жил 1,5 мм<sup>2</sup> для живлення ліній та жил 2,5 мм<sup>2</sup> для живлення щитка освітлення, то втрати напруги будуть складати 0,64 % для гр. 1.1, та 1,8% для гр. 2.2 при допустимому спаді не більше ніж 3%. Отже вибір кабелів для живлення було проведено правильно.

### **3.4 Висновки до розділу 3**

1. Розраховано сумарну встановлену потужність системи освітлення амбулаторної будівлі, яка становить 2,177 кВт, потужність системи освітлення шляхів евакуації – 0,024 кВт.

2. Виконано розрахунок електричної освітлювальної мережі за струмом навантаження, на основі якого вибрано перерізи жил проводів та апарати захисту: для живлення групових ліній – кабель ВВГ – 3х1,5, для живлення щита освітлення – ВВГ – 3х2,5. Апарати захисту вибрали згідно із вимогами та врахуванням унеможливлення хибного спрацювання.

3. При розрахунку мережі по спаду напруги на останньому елементі, встановлено, що спад напруги при використанні кабелю ВВГ–3х1,5 складає 0,64% для найпотужнішої лінії та 1,8 % для найдовшої лінії.

4. Розраховано електричну мережу для зовнішнього освітлення: апарат захисту на 1 А, кабель ВВГ–3х1,5, прокладений під землею в гофрованій трубі.

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Вплив освітлення на людину

Серед чинників зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в процесі праці, світлу відводиться одне з головних місць. Адже відомо, що майже 90% всієї інформації про довкілля людина отримує через органи зору.

Вплив світла на життєдіяльність людини вивчений досить добре. Воно впливає не лише на функцію зору, а й на діяльність організму в цілому: посилюється обмін речовин, збільшується поглинання кисню і виділення вуглекислого газу. Відомий сприятливий вплив природного освітлення на скелетну мускулатуру.

Недостатня або надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці; при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Надмірна яскравість джерел світла може спричинити головний біль, різь в очах, розлад гостроти зору; світлові відблиски – тимчасове засліплення [18].

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути природним, штучним і суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення зумовлюють прямі сонячні промені й дифузне світло небосхилу. Природне освітлення поділяється на: бокове (одно – або двостороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє – через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване – поєднання верхнього та бокового освітлення.

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим. Загальним називають освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою) рівномірно (загальне рівномірне



освітлення) або з урахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення).

Для створення сприятливих умов зорової роботи, які б виключали швидку втомлюваність очей, виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення повинно відповідати таким вимогам:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;
- не повинно бути засліплюючої дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частоті переадаптації органів зору;
- не створювати на робочій поверхні різких та глибоких тіней (особливо рухомих);
- повинен бути достатній, для розрізнення деталей, контраст поверхонь, що освітлюються;
- не створювати небезпечних та шкідливих виробничих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпечне ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпека світильників);
- повинно бути надійним і простим в експлуатації, економічним та естетичним.

## **4.2 Антибактеріальна обробка приміщень**

В закладах охорони здоров'я кожний день перебувають люди, з тими чи іншими хворобами. Деякі з них можуть передаватися повітряно-крапельним шляхом. Тому для запобігання захворювання здорових людей, у всіх

приміщення лікарень, поліклініки або амбулаторії потрібно виконувати антибактеріальну обробку.

Обробка може здійснюватися механічним чином, за допомогою дезінфікуючих засобів, при митті приміщення, або за допомогою спеціальних антибактеріальних ламп для обробки приміщень.

Часто люди плутають бактерицидні та кварцові лампи. Тому варто пояснити, що кварцові лампи використовуються для лікування або профілактики захворювання людини, а бактерицидні служать для знищення бактерій в приміщення.

Хоча теоретично кварцові лампи також можна використовувати для дезінфекції приміщень. Але у цьому випадку вона має багато недоліків. А саме при обробці рекомендується покинути приміщення, а після закінчення опромінення потрібно ретельне провітрювання приміщення. Також час неперервної роботи такої лампи не повинен перевищувати 30 хв, а потім не менше 15 хвилин перерви. Варто зауважити, що такі лампи дуже чутливі до коливання напруги, тому можуть значно зменшити термін експлуатації. Ще проблемою кварцових ламп, є зменшення фактичного терміну служби в залежності від кількості включень [19].

Бактерицидні лампи в свою чергу, заподіюють менше шкоди для організму людини (за правильного підбору та використання). Було встановлено, що колба з увіолевого скла зі спеціальним покриттям з оксиду титану не пропускає промені з довжиною хвилі менш як 257 нм. Так максимально відфільтровується (блокується) озонувиробляюча лінія спектру. Уперше таку створили фахівці компанії Philips [20].

Безозонова лампа підходить для:

- знезараження повітря, поверхонь і предметів;
- дезінфекції питної води та басейнів;
- обробки та стерилізації медичних інструментів.

Здебільшого це довга циліндрична трубка з увіолевого скла. Працює від електричної мережі напругою 230В із частотою змінного струму 50 Гц. Різні моделі можуть відрізнятися показниками довжини випромінювальних хвиль, ступенями активності випромінювання та потужністю.

Найперше ці лампи, як засіб санітарної обробки, особливо доречний у сезон епідемій інфекційних захворювань, позаяк успішно бореться з різними видами повітряно-крапельних інфекцій. Це також незамінна річ на промислових підприємствах.

Насамперед бактерицидні лампи потрібні в:

- на медичних підприємствах, у лікарнях, у фармакології, у лабораторіях, на станціях переливання крові, у перев'язувальних та прийомних поліклінік і медпунктів;
- у харчовому виробництві: у холодних цехах м'ясних і молочних заводів, на складах;
- у дитячих садках, у навчально-розвиваючих центрах, школах;
- для очищення води: побутової, у громадських басейнах (в комплекті з насосом), стічних вод;
- у громадських будівлях із тривалим накопиченням великої кількості людей, особливо в період розпалу сезонних вірусних інфекцій.

Також антибактеріальна лампа допоможе вдома:

- боротьба з вірусами (в тому числі грипу) та бактеріями;
- вбивають цвіль і грибки у вологих місцях (у ванній кімнаті, лазнях, саунах, на кухні) і коморах;
- знезараження місць зберігання овочів та інших харчових продуктів;
- моделі невеликої потужності (біля 18Вт) доречно вибирати для домашньої дезінфекції та невеликих офісів. Доцільне щоденне застосування в період піку респіраторно-вірусних інфекцій. В інший час для профілактики достатньо використовувати 1–2 рази на тиждень.

Залежно від конструкції бактерицидні лампи поділяються на:

- відкритого типу (рис. 4.1) (в процесі роботи всередині не повинні перебувати люди). Вони здійснюють пряме опромінення та розміщуються на стіні, стелі або на штативі;
- закритого типу (рециркулятори) (рис. 4.2). Їх можна переносити з однієї кімнати в іншу, і за рахунок цього вдається зекономити кошти на купівлю. Оскільки купити одну переносну лампу виходить дешевше чим закупівля ламп для всіх приміщень, навіть якщо стаціонарні лампи дешевші.



Рисунок 4.1 – Бактерицидна лампа відкритого типу

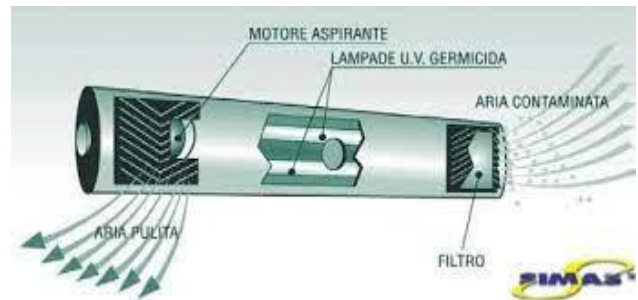


Рисунок 4.2 – Бактерицидна лампа закритого типу

У першому випадку випромінювання безперешкодно розсіюється по всіх куточках кімнати. У другому – дезінфекція здійснюється послідовно з допомогою вентилятора. Також недоліком бактерицидної лампи закритого типу є неможливість провести обробку всіх приміщень одночасно. Хоча при такій обробці людям дозволяється перебувати в кімнаті, а якщо включають лампи відкритого типу, то людям рекомендується вийти з приміщення на час обробки.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу структури амбулаторії сімейної медицини та нормативних документів встановлено параметри світлового середовища для кожного приміщення амбулаторії та прилеглої території.
2. Обґрунтовано вибір системи освітлення та світлових приладів приміщень різного призначення.
3. Розраховано кількість та потужність світлових приладів, необхідних для забезпечення нормованих значень освітленості на горизонтальній та вертикальній робочих поверхнях за допомогою методу коефіцієнта використання світлового потоку.
4. Розраховано освітленість всіх приміщень у програмі DIALuxevo. Встановлено, що відхилення розрахункової освітленості від нормованої знаходиться в межах -10...+20%.
5. Розраховано аварійне освітлення коридору: мінімальна освітленість на поверхні підлоги становить 1,01 лк (нормоване значення не менше 1 лк), відношення максимальної освітленості до мінімальної – 8,17 (нормоване значення не більше 40).
6. Розраховано циліндричну освітленість для приміщення гаражу методом коефіцієнта використання (80,6 лк) та за допомогою DIALuxevo (78,4 лк) при нормованому значенні 75 лк.
7. Розраховано сумарну встановлену потужність системи освітлення амбулаторної будівлі, яка становить 2,177 кВт, потужність системи освітлення шляхів евакуації – 0,024 кВт.
8. Виконано розрахунок електричної освітлювальної мережі за струмом навантаження та по спаду напруги на останньому елементі.
9. Проведено світлотехнічний та електричних розрахунки освітлювальної установки ділянки дороги перед амбулаторією.
10. Розроблено заходи з безпеки життєдіяльності та охорони праці.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. 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.
2. Апроксимація залежностей коефіцієнта використання світлового потоку.  
URL: [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/40675/2/MNPK\\_2022\\_Kozar\\_R\\_O-The\\_approximation\\_of\\_the\\_light\\_96.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/40675/2/MNPK_2022_Kozar_R_O-The_approximation_of_the_light_96.pdf)
3. УФ випромінювання в освітленні. URL: <https://vinsvit.ua/ua/articles/uv-in-light/>
4. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне освітлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.
5. ДВО20У, ДПО20У, ДСО20У Юпітер-LED-панель. URL: [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)
6. ДСП65В URL: [http://vatra.ua/download/PDF\\_VATRA/prom/VATRA-UKR\\_DSP65V.pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DSP65V.pdf)
7. ДББ28У СЕЛЕНА-LED-М. URL: [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)
8. ДВО27У Юпітер-LED-2. URL: [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)
9. ДБО02ВСП URL: [http://vatra.ua/download/PDF\\_VATRA/prom/VATRA-UKR\\_DBO02VSP.pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DBO02VSP.pdf)
10. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення – К.: Мінрегіон України, 2018.– 49 с.
11. Правила улаштування електроустановок. – К.: Мінрегіонвугілля України, 2017. – 617 с.

12. Модульне обладнання. Автоматичні вимикачі серії УКРЕМ ВА-2017.  
URL:  
<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>
13. АС/DC перетворюючі для LED URL:  
<https://www.sea.com.ua/ua/istochniki-pitaniya/acdc-preobrazovateli-dla-led/>
14. Циліндрична освітленість URL:  
[http://ni.biz.ua/5/5\\_14/5\\_14611\\_tsilindricheskaya-osveshchennost.html](http://ni.biz.ua/5/5_14/5_14611_tsilindricheskaya-osveshchennost.html)
15. ДКУ41У URL: [http://vatra.ua/download/PDF\\_VATRA/street/VATRA-UKR\\_DKU41U.pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/street/VATRA-UKR_DKU41U.pdf)
16. ДСТУ EN 12464-1:2016 Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1. Внутрішні робочі місця (EN 12464-1:2011, IDT) – К.: Мінрегіон України, 2016.– 47 с
17. Освітлення чистих приміщень. Амбулаторії та архіви. URL:  
<https://5watt.ua/uk/blog/statti/osvitlennya-chistikh-primisshen-ambulatoriyi-ta-arkhivi>
18. Освітлення робочих місць та його гігієнічне значення URL:  
<https://labcenter.kh.ua/?p=6592>
19. Кварцові лампи для дому: переваги, критерії вибору URL:  
<https://horodom.cx.ua/381-kvarcovi-lampi-dlja-domu-perevagi-kriterii-viboru.html>
20. Правила та інструкції дезінфекції антибактеріальними лампами URL:  
<https://axiomplus.com.ua/ua/news/pravila-i-instrukcii-dezinfekcii-antibakterialnymi-lampami/>

Додаток 1 - Результати світлотехнічного розрахунку системи робочого освітлення амбулаторних приміщень.

№ на плані	Призначення	Площа, м <sup>2</sup>	Нормована освітленість, лк	Світлові прилади	Кількість	к <sub>з</sub>	h <sub>р</sub> , м	Розрахункова освітленість, лк	Потужність ОУ, кВт
1	Денний стаціонар	33	Г-0,0-100	ДВО20У-36-021 Юпітер-LED-панель	2	1,58	2,74	97,76363	0,072
2	Лабораторія	33	Г-0,8-500	ДВО20У-45-012 Юпітер-LED-панель	9	1,79	1,94	565,0029	0,405
3	Маніпуляційна	22	Г-0,8-500	ДВО20У-36-021 Юпітер-LED-панель	6	1,58	1,94	466,5629	0,216
4	Прийом аналізів	6	Г-0,8-200	ДВО20У-36-021 Юпітер-LED-панель	1	1,58	1,94	190,8579	0,036
5	Архів	9	В-1,0-75	ДСП65В-25-103 У2	1	1,56	2,71	84,96104	0,025
6	Кабінет 1	13,5	Г-0,8-300	ДВО20У-45-012 Юпітер-LED-панель	2	1,58	1,94	282,0548	0,09
7	Туалет	6	Г-0,0-75	ДББ28У-10-025 У3 Селена-LED-М	2	1,56	2,43	80,81338	0,02
8	Душова	6	В-1,0-75	ДББ28У-10-025 У3 Селена-LED-М	2	1,56	2,43	80,81338	0,02
9	Кабінет 2	19,25	Г-0,8-300	ДВО20У-36-021 Юпітер-LED-панель	4	1,58	1,94	343,1276	0,144
10	Котельна	11	В-1,0-75	ДСП65В-25-103 У2	2	1,56	2,71	72,2749	0,05
11	Стоматологія	33	Г-0,8-500	ДВО20У-36-021 Юпітер-LED-панель	9	1,58	1,94	510,8933	0,324
12	Технічне приміщення	16,5	Г-0,0-75	ДВО20У-36-021 Юпітер-LED-панель	1	1,79	2,74	69,75596	0,036
13	Коридор	60	Г-0,0-75	ДВО27У-16-001 Юпітер-LED-2	8	1,79	2,44	78,08581	0,128
14	Гараж	18	Ц-0,0-75	ДСП65В-25-103 У2	3	1,79	2,74	80,6	0,075



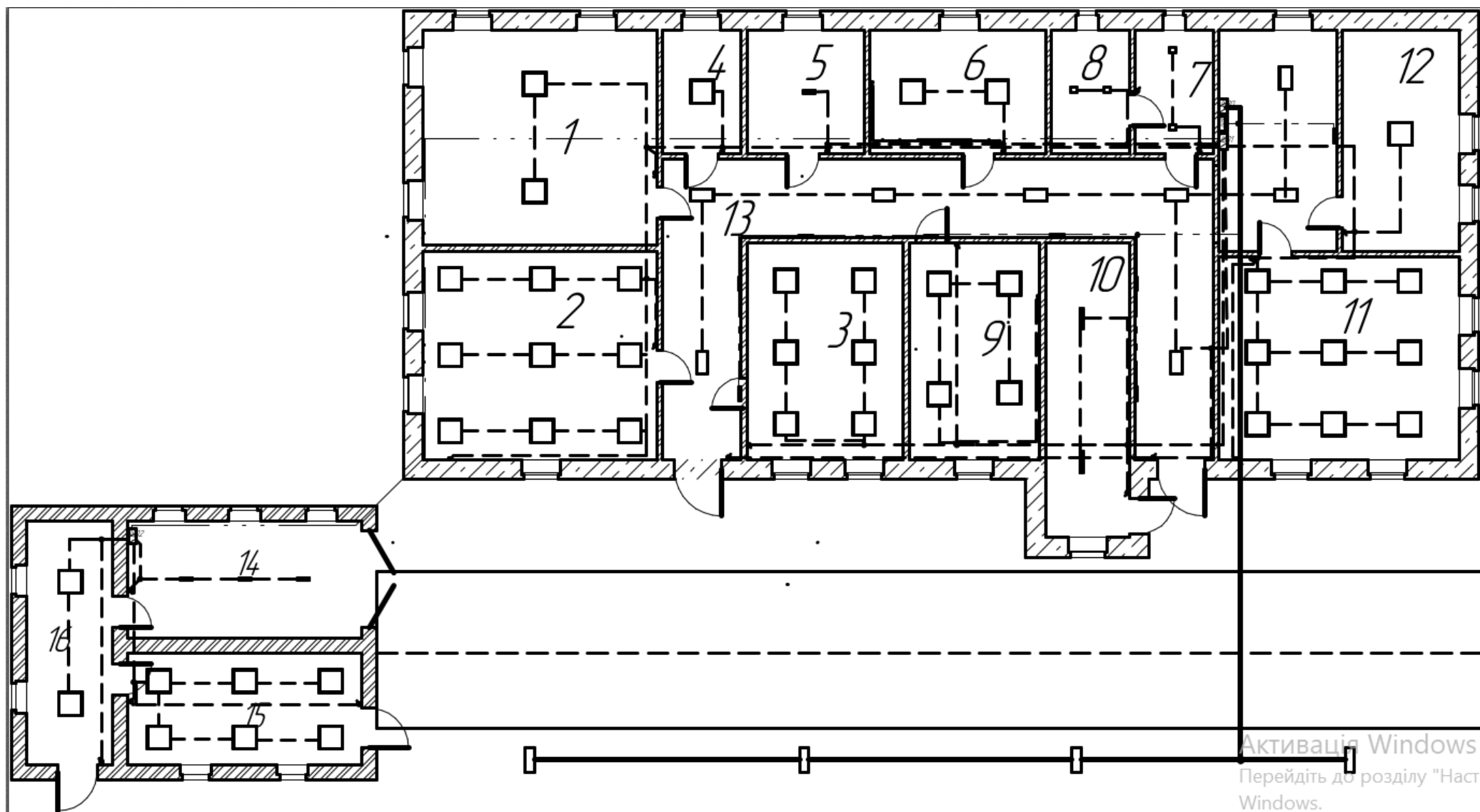
## Продовження додатку 1

15	Приймально-оглядовий бокс	17,22	Г-0,8-500	ДВО20У-36-021 Юпитер-LED-панель	6	1,58	1,94	550,2992	0,216
16	Кабінет виїзних бригад	13,875	Г-0,8-200	ДВО20У-36-021 Юпитер-LED-панель	2	1,58	1,94	209,205	0,072

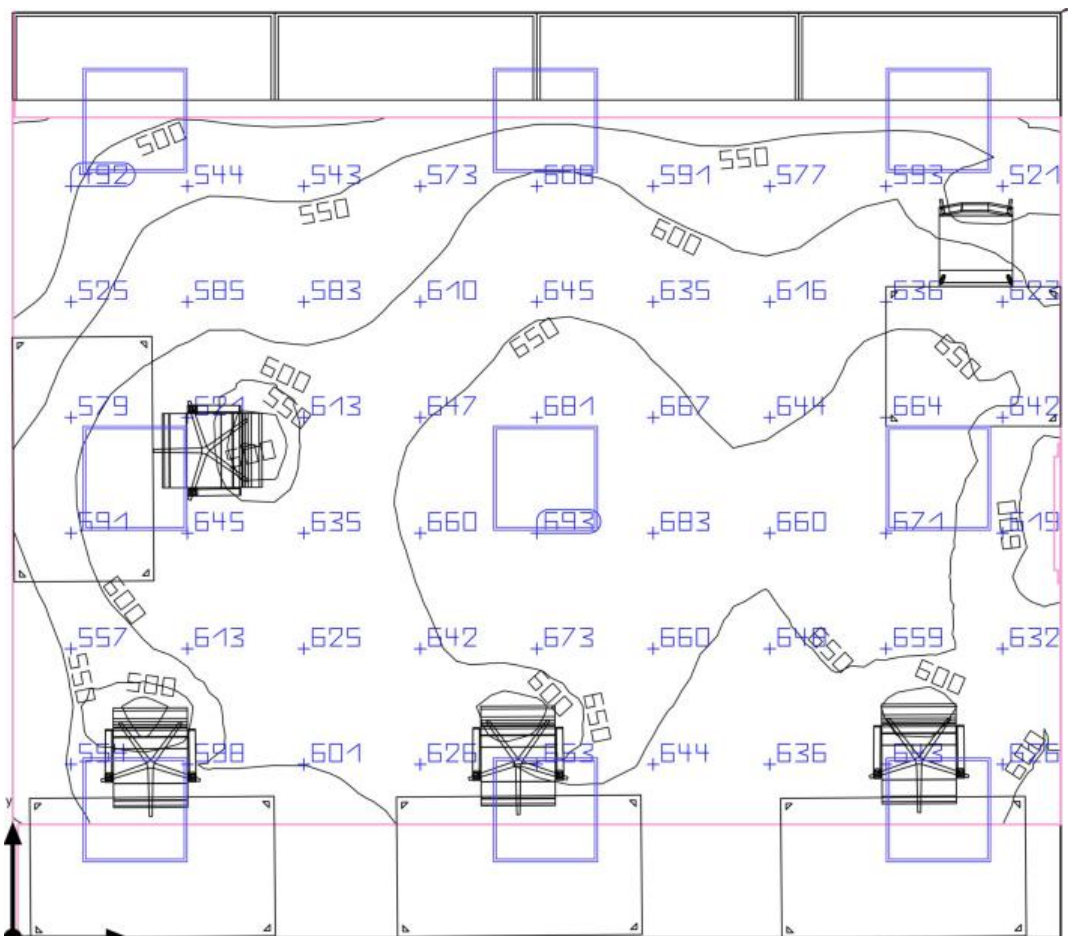
Додаток 2 - Результати розрахунку максимальної кількості світлових приладів для різного номінального струму апаратів захисту.

Тип світлового приладу	Модель LED драйвера	$I_{peak}$ , А	Тривалість імпульса, мкс	$K_k$	Кількість світлових приладів при номінальному струмі апарату захисту				
					1 А	2 А	3 А	4 А	5 А
ДВО20У-36-021 Юпітер-LED-панель	PLM-40E-350	15	75	40	13	27	40	53	67
ДВО20У-45-012 Юпітер-LED-панель	IDLC-45-1400	30	100	30	5	10	15	20	25
ДББ28У-10-025 У3 Селена-LED-M	PLM-12E-350	15	50	58	19	39	58	77	97
ДВО27У-16-001 Юпітер-LED-2	XLG-20-H-B	5	350	8	8	16	24	32	40
ДСП65В-25-103 У2	PLD-25-700	25	75	40	8	16	24	32	40
ДБО02ВСП	PLM-12E-350	15	50	58	19	39	58	77	97
ДКУ41У	XLG-20-L	5	350	8	8	16	24	32	40

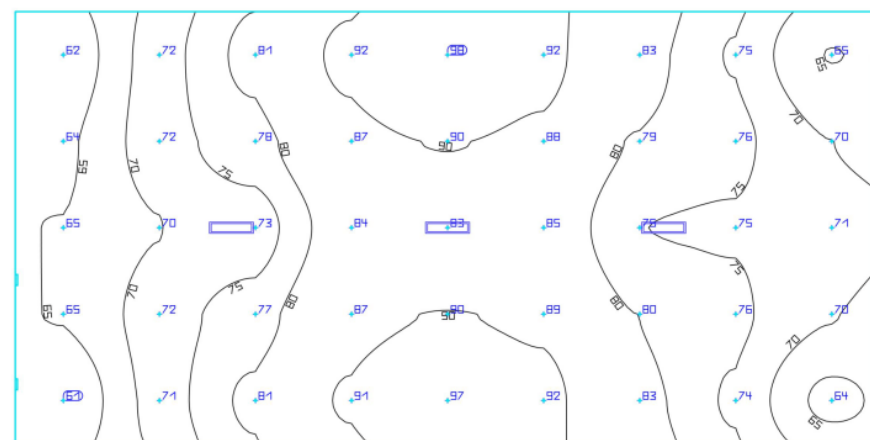
Додаток 3 – План будівлі з розміщеними світловими приладами та електричною мережею, що їх живить.



Додаток 4 – Ізолінії та графік розподілу освітлення для різних нормованих освітленостей.

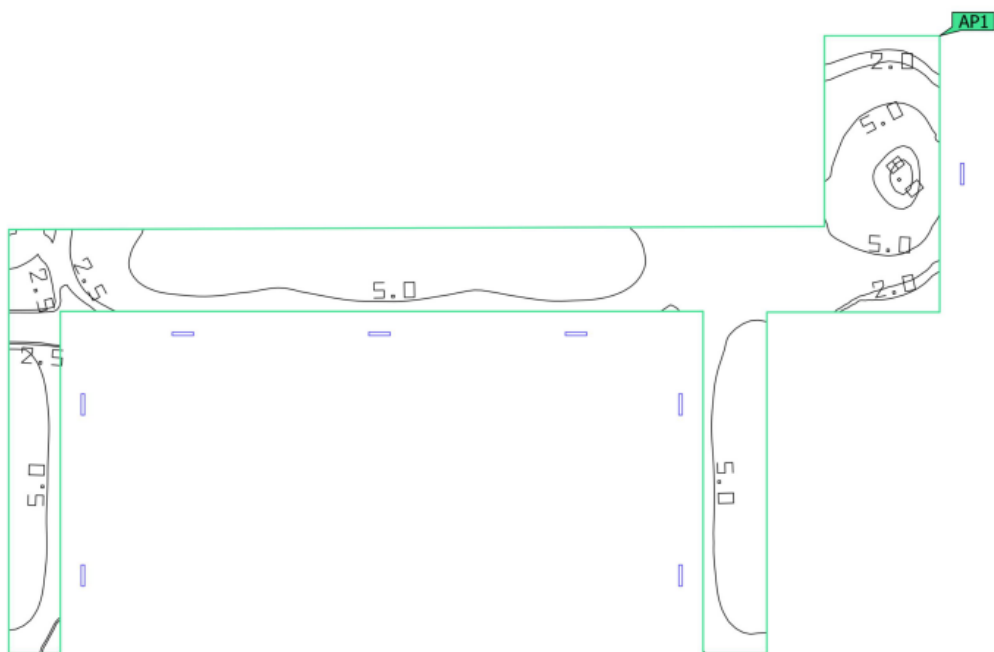


Ізолінії та графік розподілу освітленості на горизонтальній площині для приміщення лабораторії.

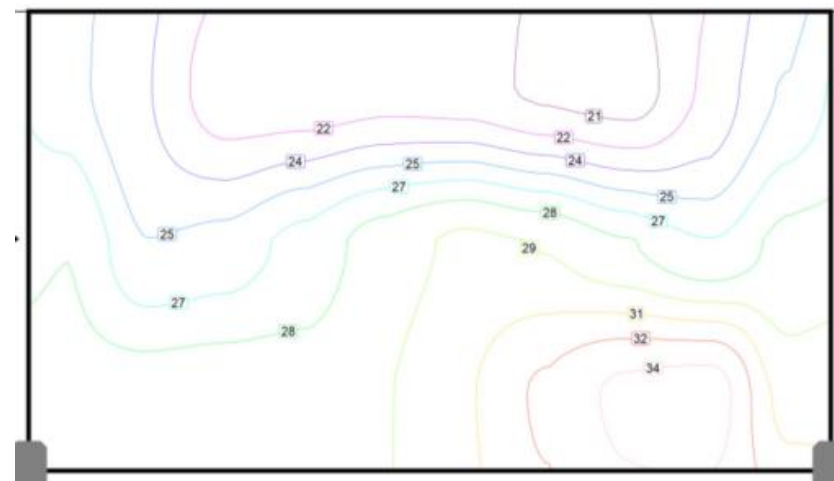


Ізолінії та графік розподілу циліндричної освітленості горизонтальної площини для приміщення гаражу.

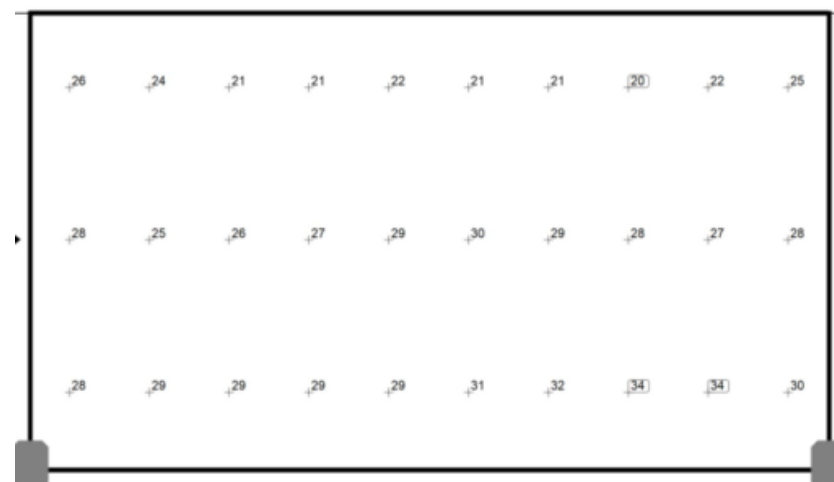
Додаток 5 – Ізолінії та графік розподілу освітлення для аварійного та зовнішнього освітлення.



Ізолінії освітлення шляхів евакуації для коридору



а)



б)

Ізолінії (а) та графік розподілу (б) зовнішнього освітлення