

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Модернізація системи освітлення
Голенищівської спеціальної школи Хмельницької обласної ради

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

спеціальності 141 – Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Кизима М. В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Костик Л.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Коваль В. П.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Коваль В. П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Шелестовський Б. Г.

(прізвище та ініціали)

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Коваль В. П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ 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 Кизимі Максиму Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація системи освітлення Голенищівської спеціальної школи Хмельницької обласної ради.

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

(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 21.06.2024

3. Вихідні дані до роботи План приміщень навчальних корпусів, 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 навчальних закладів.

Світлотехнічний розрахунок освітлення приміщень навчальних корпусів.

Розрахунок електричної частини системи освітлення навчальних корпусів.

Розробка заходів з безпеки життєдіяльності та охорони праці

Загальні висновки

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

План будівель навчальних корпусів

Світлові прилади для внутрішнього освітлення, їх параметри та характеристики.

Результати світлотехнічного розрахунку освітлення приміщень різного призначення.

Результати розрахунку та проектування електричної освітлювальної мережі.

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 22 січня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Кизима Максим Вікторович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Костик Любов Миколаївна

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кизима М. В. Модернізація системи освітлення Голенищівської спеціальної школи Хмельницької обласної ради. Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТ – 41. – Тернопіль: ТНТУ, 2024.

Стор. 59; рис. 15; табл. 10; використаних джерел 16; додатків 4.

Мета проектування полягає в модернізації системи освітлення навчальних корпусів спеціальної школи. В роботі подано розрахунок для кожного приміщення світлотехнічної частини та розрахунок електромережі для систем освітлення.

Ключові слова:

СВІТЛОВИЙ ПРИЛАД, ОСВІТЛЕНІСТЬ, СВІТЛОВИЙ ПОТІК, ПОКАЗНИК ДИСКОМФОРТУ, СПАД ПО НАПРУЗІ, ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Аналіз об'єкта проєктування	8
1.2 Аналіз головних вимог та методів щодо модернізації системи освітлення навчальних закладів	11
1.3 Висновки до розділу	15
2 ПРОЄКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	16
2.1. Вибір джерел світла	16
2.2. Вибір виду та системи освітлення	17
2.3 Вибір нормованих світлотехнічних параметрів системи освітлення навчального закладу	18
2.4. Вибір світлових приладів	19
2.5 Вихідні дані до світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки навчального закладу	23
2.6 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення приміщень на основі методу коефіцієнта використання	28
2.7 Розрахунок за допомогою пакету DIALuxevo	31
2.8 Висновки до розділу	34
3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	36
3.1 Електрична освітлювальна мережа	36
3.2 Розрахунок електричної освітлювальної мережі по струму навантаження та вибір автоматів захисту	37
3.3 Розрахунок електричної освітлювальної мережі за втратою напруги на останньому елементі	41
3.4 Висновки до розділу	44

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	45
4.1 Вплив освітлення на організм людини	45
4.2 Долікарська допомога при опіках	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	50
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	51
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Навчання полягає у засвоєнні людиною представленої інформації, значуща частина якої сприймається візуально. Отримання інформації в умовах поганого освітлення не тільки погіршує її сприйняття, а й приводить до погіршення здоров'я зору школярів і працівників.

Модернізація системи освітлення шкільних приміщень різного призначення забезпечить нормовані значення параметрів світлового середовища, що регламентуються Державними будівельними нормами України та Санітарним регламентом для закладів загальної середньої освіти. Використання сучасних елементів в освітленні вимагає правильно підбраного підходу до проектування, що в кінцевому результаті показує не лише якість та комфортність освітлення, а й сприятливі показники в енергоефективності та безпеці.

Приміщення, в якому перебувають та отримують інформацію учні школи, для ефективного навчання та з метою створення безпеки повинно відповідати необхідним характеристикам:

- світлові прилади розміщуються згідно нормативів та забезпечують рівномірність освітленості, уникнення відблисків;
- електрична мережа та світлові прилади, приєднані до цієї мережі, забезпечуються апаратами захисту;
- споживана потужність на лінії електромережі в допусках норми та не створює теплового випромінювання на провідниках.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка проєкту модернізації застарілої системи освітлення навчальних корпусів Голенищівської спеціальної школи Хмельницької обласної ради.

Реалізація поставленої мети потребує вирішення таких задач:

- аналіз нормативних документів, та на їх основі підбір необхідних даних для освітлювальної системи навчального закладу;

- вибір світлових приладів та їх способу монтажу на основі інформації про призначення та розміри кожного типу приміщень;
- розрахунок необхідної кількості світлових приладів та їх розміщення;
- розрахунок електричної мережі для освітлювальної установки.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз об'єкта проєктування

Голенищівська спеціальна школа Хмельницької обласної ради була заснована у 1988 році за адресою с. Голенищеве, Кам'янець-Подільський р-н, Хмельницька обл., вулиця Центральна, 4. На території школи розміщено: два навчальні корпуси, двоповерховий спальний корпус, спортзал, банно-пральний комплекс, погріб, котельня, майстерня, гараж, столова.



Рисунок 1.1. Загальний вигляд навчального корпусу №1 Голенищівської спеціальної школи хмельницької обласної ради.

Об'єктами мого дипломного проєктування стали навчальний корпус №1 та навчальний корпус №2. Навчальний корпус №1 заввишки 3,95 м та загальною площею 390 м² нараховує у собі 25 кабінетів, такі як: навчальні класи, кабінет директора, швейна, учительська, коридори та санвузол. Навчальний корпус №2 заввишки 3,5 м та загальною площею 281,2 м² нараховує у собі 8 кабінетів, такі як: навчальні класи, архів, бібліотека, ігрова кімната та веранда.

Для ефективного та безпечного виконання зорових робіт у приміщеннях школи потрібно підібрати та змонтувати правильне освітлення за

будівельними нормами України. Оскільки закладений бюджет навчальних закладів не є достатньо великим для проведення періодичних ремонтних робіт або модернізації певних систем, то освітлення у таких закладах часто не відповідає ДБН. Тому важливо провести модернізацію системи освітлення, забезпечивши належні умови для зору людини у кабінетах, навчальних класах та інших приміщеннях.

Для конкретизації даних про кабінети створена експлікація приміщень для навчального корпусу №1 (табл. 1.1) і навчального корпусу №2 (табл. 1.2).

Таблиця 1.1. Експлікація приміщень навчального корпусу №1.

№ на плані	Вид приміщення	Ширина, м	Довжина, м	Площа, м ²	Висота, м
1	Коридор 1	3,26	3,87	12,61	3,1
2	Коридор 2	2,38	28,6	68,07	3,1
3	Навчальний клас 1	3,64	3,67	13,35	3,1
4	Навчальний клас 2	3,88	3,67	14,24	3,1
5	Навчальний клас 3	4,15	3,67	15,23	3,1
6	Кабінет директора	5,4	4,75	25,65	3,1
7	Швейна майстерня	5,41	4,75	25,7	3,1
8	Навчальний клас 4	6,2	4,75	29,45	3,1
9	Навчальний клас 5	5,03	4,75	23,89	3,1
10	Навчальний клас 6	5,18	4,75	24,6	3,1
11	Навчальний клас 7	4,85	3,67	17,8	3,1
12	Учительська	7,1	3,67	26,05	3,1
13	Коридор 3	2,4	4,92	7,52	2,7
14	Умивальник 1	1,24	0,945	1,17	2,7
15	Туалет 1	1,18	0,945	1,11	2,7
16	Кладовка	1,18	1,3	1,53	2,7
17	Коридор 4	1,24	2,86	3,54	2,7

Продовження табл. 1.1

№ на плані	Вид приміщення	Ширина, м	Довжина, м	Площа, м ²	Висота, м
18	Туалет 2	1,145	0,91	1,04	2,7
19	Туалет 3	1,145	0,91	1,04	2,7
20	Туалет 4	1,145	0,91	1,04	2,7
21	Умивальник 2	2,45	1,98	4,85	2,7
22	Умивальник 3	1,52	2,55	3,87	2,7
23	Туалет 5	3,32	2,55	6,06	2,7
24	Туалет 6	0,91	1,18	1,07	2,7
25	Туалет 7	0,91	1,18	1,07	2,7

Таблиця 1.2. Експлікація приміщень навчального корпусу №2.

№ на плані	Призначення	Ширина, м	Довжина, м	Площа, м ²	Висота, м
1	Коридор	17,3	3,47	60,03	2,91
2	Навчальний клас 1	4,6	4,07	18,72	2,91
3	Архів	4,6	4,33	19,92	2,91
4	Навчальний клас 2	5,55	4,93	27,36	2,91
5	Навчальний клас 3	5,57	4,93	27,46	2,91
6	Навчальний клас 4	5,78	4,93	28,49	2,91
7	Бібліотека	4,5	4,33	19,48	2,91
8	Ігрова кімната	4,5	4,07	18,31	2,91
9	Веранда	2,32	1,52	3,52	2,6

1.2 Аналіз головних вимог та методів щодо модернізації системи освітлення навчальних закладів

Навчання є першочерговим етапом у розвитку та формуванні особистості, тому необхідність забезпечити безпечні та комфортні умови у навчальних закладах для збереження здоров'я школярів є не просто вимогою, а необхідністю. Розпочинаючи з першого класу та по завершення етапу навчання в школі, школярі затрачають близько 30-35% часу доби на заняттях у навчальному закладі, що суттєво та незворотно впливає на здоров'я та стан їхнього зору.

Зорове сприйняття виявляється не просто методом обробки інформації, але й ключовим фактором у швидкості засвоєння навчальної інформації та досягненні успішних результатів у виконанні завдань. Зважаючи на ризик для здоров'я зору дітей, необхідність у проведенні модернізації системи освітлення Голенищівської спеціальної школи Хмельницької обласної ради є вкрай важливим та відповідальним завданням, виконувати яке потрібно по виключно світлотехнічних нормативах, закладеними у ДБН України.[1]

Згідно ДБН до складу будівель навчальних закладів відносяться наступні: школи, ліцеї, спеціальні школи, академії, коледжі, гімназії, університети та інститути[1]. Основними приміщеннями, розташованими у даних будівлях, є: класи, кабінети та класні кімнати які призначені для навчання, навчальні лабораторії, аудиторії, кабінети інформатики та обчислювальної техніки, кімнати та кабінети для вчителів/викладачів, зали для заняття спортом.

Першочерговим завданням при розробці проєкту модернізації системи освітлення у навчальному закладі є забезпечення усіх наявних у будівлі приміщень системами якісного природного та штучного освітлення. Зважаючи на те, що систему природного освітлення можливо модернізувати лише зміною конструкції будівлі, такою як розміщення світлових отворів (вікна), у проєкті буде проведено розрахунок для модернізації штучного

освітлення.

З метою забезпечення норм системи природного освітлення встановлено відповідні вимоги:

- миття світлопропускних елементів вікон з періодичністю не менше як 3 рази у рік;
- заборонена розміщення на підвіконнях предметів висотою більшою як 15 сантиметрів від рівня підвіконня;
- не дозволяється висаджувати поряд з вікнами дерева та кущі (високі дерева – 15 метрів від вікна, низькорослі дерева та кущі – 5 метрів від вікна);
- розташування парт (робочих місць) повинно забезпечити падіння природного освітлення з лівого боку, падіння з правого боку неприпустиме.

Для системи штучного освітлення встановлено значно більше вимог, оскільки дана система освітлення не залежить від природних чинників та може бути точно розрахована та підібрана. Основні вимоги такої системи наступні:

- освітлення у навчальних класах повинно бути рівнорозподіленим на робочих місцях (400 лк) та дошці (500 лк);
- не допускається мерехтіння світлових пристроїв, максимальне значення коефіцієнта пульсацій не повинно перевищувати 10-15%;
- повинні бути створені умови для довготривалого безперешкодного читання друкованого тексту та написання тексту від руки;
- використовувати джерела світла з високою колірною передачею та відповідною колірною температурою: у місцях, де виконується зорова робота - нейтрально біле світло (4000 К), зони для відпочинку - тепле біле (2700-3000 К);
- поверхні у приміщенні (стіни, стеля) рекомендовано виконувати у світлих кольорах;

- заборонено використання джерел світла з різним кольором світіння в межах одного приміщення;
- застосовані світлові пристрої повинні мати довговічний термін використання та значну енергоефективність.

Достатньо важливим, окрім систем природного й штучного освітлення, залишається розміщення у навчальній кімнаті робочих місць (парти) та світлових пристроїв (світильників). Згідно встановлених рекомендацій, що ґрунтуються на наказі МОН «Про затвердження Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти», розміщення парт здійснюється наступним чином: три ряди парт паралельно стіні зі світловими отворами та не більше як чотири парти в ряді з відступом між рядами парт, достатнім для вільного руху учнів (не менше 600 мм), простір між стіною зі світловими отворами та сусіднім рядом парт завдовжки більше 600-700 мм, між протилежною стіною до даної та рядом сусідніх їй парт більше 700 мм, перші парти до дошки розміщуються з відступом 2400-2500 мм, максимально допустима відстань до останніх парт - 9000 мм. Рекомендовану схему розміщення парт зображено на рис 1.2.

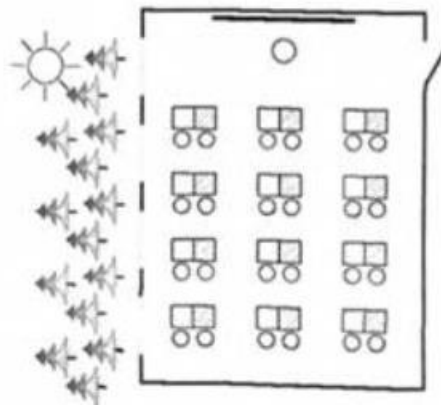


Рисунок 1.2 – Схема розміщення парт згідно з рекомендаціями.

Світлові прилади розташовуються відповідно до будівельних норм з урахуванням оптимального розподілу освітлення, забезпечуючи безпеку для зору та комфорт зорової роботи. Рекомендується наступне розташування світлових приладів: два паралельні ряди світильників, розміщених паралельно

до стіни із світловими отворами, з відступом між світильниками більше 2500 мм, від бокових стін - 1500 мм, від стіни з дошкою - 1200 мм, відстань до задньої стіни - 1600 мм. Спосіб монтажу та кріплення залежить від типу стелі.

Забезпечуючи виконання вище представлених вимог та рекомендацій при подальшому проектуванні системи штучного освітлення навчального закладу переважає застосування світлових пристроїв зі світлодіодними випромінювачами. Світлодіодні випромінювачі забезпечують рівнорозподілене освітлення та мають характеристику кривих сили світла типу Д та Г. Графічну модель з характеристиками КСС наведено на рис 1.3 та табл. 1.3, відповідно.[2]

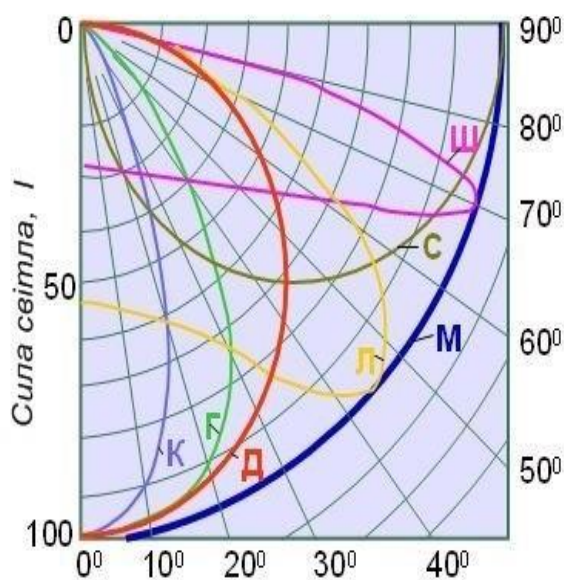


Рисунок 1.3 – Графічна модель КСС

Таблиця 1.3 – Характеристика типів КСС.

Тип КСС	Позначення	Зона напрямку максимального значення
Концентрована	К	0-15°
Глибока	Г	0-30°;15-180°
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°;90-110°

Приміщення навчальних корпусів Голенищівської спеціальної школи Хмельницької обласної ради за своєю висотою не перевищують 5 м, тому застосування найбільш розповсюдженої КСС (косинусної) для даного типу приміщень цілком та повністю задовольнятиме вимоги до розподілу освітленості по робочій площині.

1.3 Висновки до розділу

1. Проведено аналіз навчальних, допоміжних, адміністративних приміщень Голенищівської спеціальної школи, встановлено види зорових робіт для кожного типу приміщення.

2. На основі аналізу Державних будівельних норм та Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти встановлено вимоги щодо параметрів світлового поля для проведення модернізації системи освітлення Голенищівської спеціальної школи.

2 ПРОЄКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір джерел світла

Для успішної модернізації освітлення на етапі проєктування необхідно зробити відповідний вибір джерел світла. На основі аналізу літературних джерел були розглянуті характеристики різних типів джерел світла. Згідно з порівнянням світлотехнічних параметрів встановлено, що найбільш придатними є світлодіодні випромінювачі, які мають ряд вагомих переваг за більшістю характеристик, а саме:

- зменшене споживання електроенергії;
- підвищений термін служби (понад 50 000 годин);
- екологічна безпека - не містять шкідливих елементів, таких як ртуть та інші, що загрожують здоров'ю та життю людини. Після закінчення терміну експлуатації не вимагають спеціалізованих методів утилізації;
- розмір та різноманітність форми: світлодіодні випромінювачі світла характеризуються компактними габаритами та можливістю виготовлення в різних формах, що дозволяє їх використання в різних архітектурних рішеннях. Також ці властивості дають змогу створювати різноманітні комбінації для забезпечення різноманітного освітлення;
- миттєва швидкість спрацювання: світлодіодні випромінювачі світла не вимагають часу на нагрівання або використання запалювальних пристроїв. Вони миттєво готові до роботи, що забезпечує швидке ввімкнення освітлення.

Для демонстрації переваг застосування світлодіодних випромінювачів світла з точки зору їх спектрального розподілу, наведено порівняння спектра їх випромінювання зі спектром випромінювання сонця та лампи розжарення (рис.2.1).

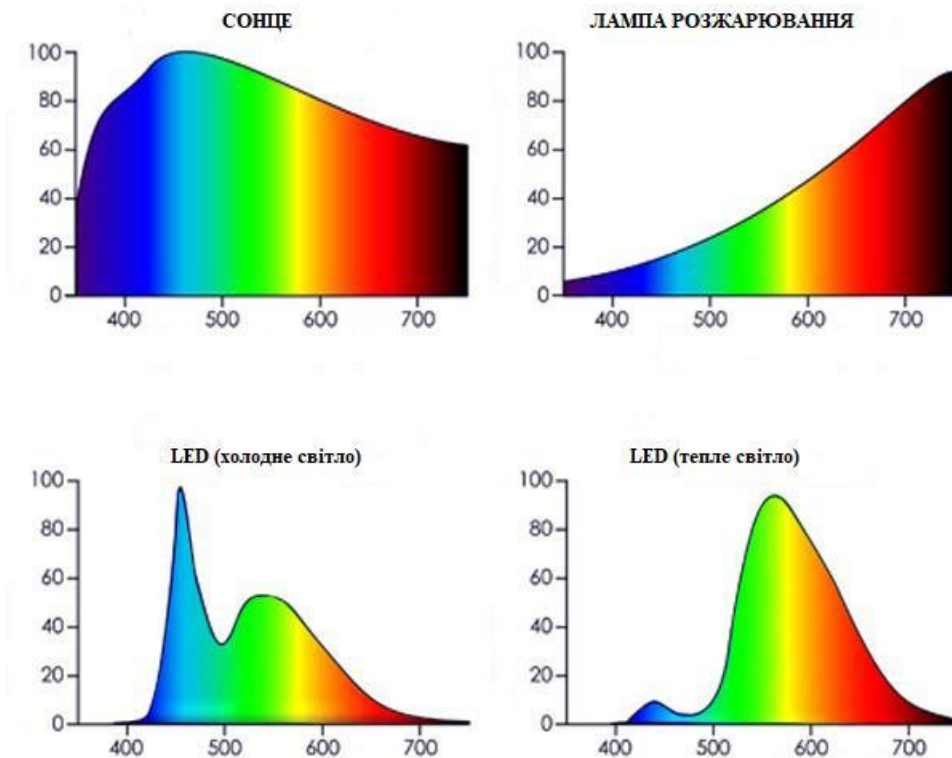


Рисунок 2.1 – Порівняння спектрів випромінювання Сонця, лампи розжарення та світлодіодних джерел світла.

2.2. Вибір виду та системи освітлення

Згідно з ДБН, проектування систем освітлення передбачає розподіл освітлення на різні типи призначення:[1]

Робоче освітлення: Це освітлення, яке забезпечує продуктивність, комфорт і безпеку на робочих місцях.

Зовнішнє освітлення: Використовується для освітлення споруд ззовні будівель з метою забезпечення безпеки та естетичного вигляду.

Аварійне освітлення: Передбачене для створення безпечних умов у разі аварійних ситуацій з метою продовження роботи або евакуації з будівлі.

Охоронне та чергове освітлення: Забезпечує достатнє освітлення в охоронних та чергових зонах.

Щоб забезпечити належні умови освітлення навчальних корпусів у Голенищівській спеціальній школі Хмельницької обласної ради буде

застосовано систему загального рівнорозподіленого освітлення. Робоче освітлення може забезпечити достатнє розподілення освітлення у навчальних класах та робочих кабінетах.

Застосування аварійного освітлення в навчальних класах та робочих кабінетах не є доцільним, оскільки навчальні корпуси використовуються в першій половині робочого дня, а кількість осіб, що перебуває одночасно в приміщеннях, не перевищує нормованого показника.

2.3 Вибір нормованих світлотехнічних параметрів системи освітлення навчального закладу

Проведено аналіз нормованих параметрів системи освітлення для навчальних корпусів на основі вимог державних будівельних норм[4]. Як нормативних параметр використовуємо освітленість робочої площини. Оскільки навчальні корпуси містять різні за призначенням приміщення, в табл.2.1 проведено вибрані нормовані значення освітленості для відповідних приміщень.

Таблиця 2.1. – Значення світлотехнічних нормованих параметрів навчальних корпусів.

Тип приміщення	Позначення на плані	Нормована освітленість, лк.	Висота та тип робочої поверхні
Навчальний корпус №1			
Коридор	1, 2, 13, 17.	75	Г-0 (підлога)
Навчальний клас	3, 4, 5, 8, 9, 10, 11.	500	В-1,5 (середина дошки)
		400	Г-0,8 (робоче місце)

Продовження табл 2.1

Кабінет директора, Учительська	6, 12.	300	Г- 0,8 (робоче місце)
Кладовка	16.	50	Г- 0,8
Швейна майстерня	7.	750	Г- 0,8 (робоче місце)
Туалет	15, 18, 19, 20, 23, 24, 25.	75	Г- 0 (підлога)
Умивальник	14, 21, 22.	75	Г- 0 (підлога)
Навчальний корпус №2			
Коридор	1	75	Г- 0 (підлога)
Навчальний клас	2, 4, 5, 6.	500	В- 1,5 (середина дошки)
		400	Г- 0,8 (робоче місце)
Архів	2	75	В- 1,0 (на стелажах)
Бібліотека	7	300	Г- 0,8
Ігрова кімната	8	400	Г- 0 (підлога)
Веранда	9	100	Г- 0,8

2.4. Вибір світлових приладів

Вибираючи світлові прилади, потрібно керуватись вимогами до їх встановлення та забезпечити раціональний підбір відповідно до попередньо вибраних та проаналізованих світлотехнічних характеристик.

У навчальному корпусі №1 всі приміщення, окрім санвузла, обладнані монолітним залізобетонним перекриттям, для якого монтування світильників буде здійснено на спеціальні кронштейні підвіси, тому потрібно підібрати відповідні до даного монтажу світильники.

У санвузлі стеля підвісна, змонтована із плит гіпсокартону. У такому випадку монтування світильників можливе як безпосередньо в плити, так і

поверх них. Підбір світильників у санвузлі важливо здійснювати відповідно до вимог щодо класу захисту, щоб забезпечити необхідний рівень захисту від пилу та вологи (мінімальний, для даного типу приміщення, клас захисту IP 54). Стеля навчального корпусу №2, окрім веранди, змонтована із плит «Армстронг» і являє собою підвісну стелю із практично готовими місцями для монтажу світильників, що є додатковим критерієм до вибору світильників.

Стеля для веранди даного корпусу змонтована з плит гіпсокартону, що дозволить монтувати вбудовані світильники.

Освітлення для приміщень навчального корпусу №1 таких як: навчальні класи, кабінет директора, учительська та швейна, виконаємо із застосуванням світильника Ledinaire SM065C (рис 2.2).[6]



Потужність, Вт - 34

Тип кривої сили світла - Д

Світловий потік, лм - 4100

Світлова віддача, лм/Вт - 120

Колірна температура, К - 4000

Коеф. активної потужності - 0,9

Клас електрозахисту – II

Клас пило-волого захисту - IP 20/40

Рисунок 2.2 - Зовнішній вигляд та параметри світильника Ledinaire SM065C.

Систему освітлення у коридорах та кладовці навчального корпусу №1 виконаємо із застосуванням світильника Ledinaire surface-mounted (рис. 2.3).[7]



Потужність, Вт - 34

Тип кривої сили світла - Д

Світловий потік, лм - 3400

Світлова віддача, лм/Вт - 100

Колірна температура, К - 4000

Коефіцієнт активної потужності - 0,9

Клас електрозахисту - I

Клас пило-волого захисту - IP 20

Рисунок 2.3 - Зовнішній вигляд та параметри світильника Ledinaire surface-mounted.

Освітлення приміщень санвузла, без врахування розташованих у ньому коридорів, виконаємо із застосуванням світлового приладу CoreLine Waterproof WT120C G2 LED40S/840 PSU TW3 L1200 (рис. 2.4).[8]



Потужність, Вт - 30

Тип кривої сили світла - Д

Світловий потік, лм - 4000

Світлова віддача, лм/Вт - 133

Колірна температура, К - 4000

Коеф. активної потужності - 0,86

Клас електрозахисту - I

Клас пило-волого захисту - IP 65

Рисунок 2.4 - Зовнішній вигляд та параметри світильника CoreLine Waterproof WT120C G2 LED40S/840 PSU TW3 L1200.

Освітлення для приміщень навчального корпусу №2 таких як: навчальні класи, архів, бібліотека, ігрова кімната та веранда, виконаємо із застосуванням світильника RC065B G5 34_36S/830_40 PSU 60x60 NOC SC (рис. 2.5).[9]



Потужність, Вт - 28

Тип кривої сили світла - Д

Світловий потік, лм - 4000

Світлова віддача, лм/Вт - 120

Колірна температура, К – 3000/4000

Коеф. активної потужності - 0,9

Клас електрозахисту - II

Клас пило-волого захисту - IP 20/40

Рисунок 2.5 - Зовнішній вигляд та параметри світильника RC065B G5 34_36S/830_40 PSU 60x60 NOC SC

Систему освітлення у коридорах навчального корпусу №2 виконаємо із застосуванням світильника RC065B G5 60S/840 PSU 60x120 NOC TPb CFW (рис. 2.7)[10]



Потужність, Вт - 50

Тип кривої сили світла - Д

Світловий потік, лм - 6000

Світлова віддача, лм/Вт - 120

Колірна температура, К - 4000

Коеф. активної потужності - 0,9

Клас електрозахисту - II

Клас пило-волого захисту - IP 20/40

Рисунок 2.6. Зовнішній вигляд та параметри світильника RC065B G5 60S/840 PSU 60x120 NOC TPb CFW.

2.5 Вихідні дані до світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки навчального закладу

З метою проведення модернізації, у світлотехнічному розрахунку використаємо наступні вхідні дані:

- значення нормованої освітленості;
- розрахункова висота, на якій встановлено світлові прилади;
- світлотехнічні характеристики світлових приладів;
- коефіцієнт запасу.

В таблиці 2.1. даного розділу приведено значення нормованої освітленості для приміщень різного типу. Світлотехнічними характеристиками освітлювальних пристроїв, які були наведені вище в розділі, є КСС та світловий потік.

Розрахункову висоту h_p обчислимо за формулою:

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

де $h=3,1$ м - висота приміщень навчального корпусу №1, окрім приміщень санвузла,

$h=2,7$ м – висота приміщень санвузла корпусу №1,

$h=2,91$ м – висота приміщень навчального корпусу №2 за виключенням веранди,

$h=2,6$ м - висота веранди,

h_1 – розмір, що відповідає відстані між нижньою поверхнею світильника та стелею,

$h_{p.n.}$ – відстань між підлогою та поверхнею робочої зони.

За допомогою габаритних розмірів вибраних мною світильників визначено значення h_1 :

- для світильника Світильник Ledinaire SM065C $h_1 = 0,04$ м;
- для світильника Ledinaire surface-mounted $h_1 = 0,053$ м;
- для світильника CoreLine Waterproof WT120C G2 $h_1 = 0,085$ м;

- для світильника RC065B G5 34_36S/830_40 PSU $h_1 = 0,00$ м;
- для світильника RC065B G5 60S/840 PSU $h_1 = 0,00$ м.

Дані щодо висоти робочої поверхні представлені в таблиці 2.1. У приміщеннях навчальних класів, кладовки, кабінеті директора, учительській, швейній, веранді та бібліотеці – $h_{p.n.} = 0,8$ м, приміщення архіву – $h_{p.n.} = 1,0$ м, в приміщеннях що залишились, коридори, приміщення санвузла та ігровій кімнаті $h_{p.n.} = 0,0$ м.

Проведемо розрахунок h_p для приміщень навчального корпусу №1. Так у приміщеннях навчальних класів, швейній майстерні, кабінеті директора та учительській згідно попереднього вибору застосовано світильник Ledinaire SM065C:

$$h_p = 3,1 - 0,04 - 0,8 = 2,26 \text{ м}$$

У приміщеннях коридорів та кладовки вибрано світильник Ledinaire surface-mounted:

$$h_p = 3,1 - 0,053 - 0,0 = 3,047 \text{ м}$$

Для приміщень санвузла з розташованими у нім коридорами вибрано світильник CoreLine Waterproof WT120C G2:

$$h_p = 2,7 - 0,085 - 0,0 = 2,615 \text{ м}$$

Переходимо до розрахунку h_p у приміщеннях навчального корпусу №2. У приміщеннях навчальних класів, архіву, бібліотеки та веранди попередньо вибрано світильник RC065B G5 34_36S/830_40 PSU. У навчальних класах, бібліотеці та веранді отримаємо:

$$h_p = 2,91 - 0,0 - 0,8 = 2,11 \text{ м}$$

Для архіву $h_{p.n.} = 0$ м, тому:

$$h_p = 2,91 - 0,0 - 0,0 = 2,91 \text{ м}$$

У коридорі та ігровій кімнаті було вибрано світильник RC065B G5 60S/840 PSU :

$$h_p = 2,91 - 0,0 - 0,0 = 2,91 \text{ м}$$

Оскільки в процесі експлуатації під впливом чинників навколишнього середовища, а також внаслідок старіння самого світлового пристрою погіршуються значення його світлового потоку. Тому з метою зберігання показника нормованої освітленості в кінцевому терміні служби або ж безпосередньо перед процесом його чищення, враховуємо у світлотехнічних розрахунках зниження світлового потоку світильника. Забезпечити даний розрахунок допоможе коефіцієнт запасу, що визначає значення освітленості в початковому та кінцевому терміні експлуатації світлового приладу.

Коефіцієнт запасу K_z визначатимемо беручи за основу значення коефіцієнта експлуатації MF:

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

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

де LLMF – коефіцієнт, що враховує спад світлового потоку безпосередньо джерел світла упродовж всієї експлуатації;

LSF – коефіцієнт, який враховує певну частину від загальної кількості використаних світлових джерел, які працюють в заданих умовах;

LMF – коефіцієнт експлуатації світильника;

RSMF – коефіцієнт експлуатації поверхонь у приміщенні.

У зв'язку із модернізацією системи освітлення для усіх приміщень були обрані світлодіодні випромінювачі світла, в яких мінімальним терміном служби прийнято вважати 50000 год, а світловий потік від моменту їх початку та до завершення експлуатації становить більш як 80%, та враховуючи те, що у відсотковому значенні частина таких світлодіодів переважає 90%, обираємо зі значень приведених в табл. В4:

$$LLMF = 0,85, LSF = 1.$$

Для коефіцієнтів LMF та RSMF значення потрібно вибрати із таких значень як: коефіцієнт відбивання для поверхонь, клас чистоти приміщень, клас світлорозподілу та ступінь пило- та вологозахисту. Згідно таблиці В1 [1] присвоюємо клас чистоти приміщенням. Усі приміщення практично будуть

поділені на два класи: N (Normal) – кладовка, швейна та санвузол, C (Clean) – всі інші. Інтервал для проведення планового очищення: світильники - 1 рік, поверхні - 3 роки.

З таблиці B3 [1] встановлюємо, що світильники Ledinaire SM065C, Ledinaire surface-mounted, RC065B G5 34_36S/830_40 PSU, RC065B G5 60S/840 PSU зі ступенем захисту від пилу та вологи IP20 – належать до типу D, світильник CoreLine Waterproof WT120C G2 LED40S/840 PSU TW3 L1200 зі ступенем захисту від пилу та вологи IP65 – належать до типу E.

Тоді, враховуючи, що коефіцієнти відбивання: стелі – 0,7; стін – 0,5; підлоги – 0,2, з таблиць B5 та B6 [1] можна вибрати LMF та RSMF для приміщень:

- приміщення типу N з світильниками класу D – LMF=0.73, RSM=0.9;
- приміщення типу N з світильниками класу E – LMF=0.84, RSMF=0.9;
- приміщення типу C з світильниками класу D – LMF=0.79, RSMF=0.94.

Розраховуємо значення K_z та MF згідно з формулами (2.2) та (2.3) відповідно, підставивши потрібні значення:

Приміщення типу N з світильниками класу D

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

$$K_z = \frac{1}{0.56} = 1.79$$

Приміщення типу N з світильниками класу E

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

$$K_z = \frac{1}{0.64} = 1.56$$

Приміщення типу C з світильниками класу D

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

$$K_z = \frac{1}{0.63} = 1.58$$

Зведені дані розрахунку записуємо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – зведені дані розрахунку h_p та K_3

Тип приміщення	Позначення на плані	Тип світлових приладів	h_p	K_3
Навчальний корпус №1				
Коридор	1, 2, 13, 17.	Ledinaire surface-mounted	3.047	1.58
Навчальний клас	3, 4, 5, 8, 9, 10, 11.	Ledinaire SM065C	2.26	1.58
Кабінет директора, Учительська	6, 12.	Ledinaire SM065C	2.26	1.58
Кладовка	16.	Ledinaire surface-mounted	3.047	1.79
Швейна	7.	Ledinaire SM065C	2.26	1.79
Туалет	15, 18, 19, 20, 23, 24, 25.	CoreLine Waterproof WT120C G2	2.615	1.56
Умивальник	14, 21, 22.	CoreLine Waterproof WT120C G2	2.615	1.56
Навчальний корпус №2				
Коридор	1	RC065B G5 60S/840 PSU	2.91	1.58
Навчальний клас	2, 4, 5, 6.	RC065B G5 34_36S/830_40 PSU	2.11	1.58
Архів	2	RC065B G5 34_36S/830_40 PSU	2.91	1.58
Бібліотека	7	RC065B G5 34_36S/830_40 PSU	2.11	1.58
Ігрова кімната	8	RC065B G5 34_36S/830_40 PSU	2.91	1.58
Веранда	9	RC065B G5 34_36S/830_40 PSU	2.11	1.58

2.6 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення приміщень на основі методу коефіцієнта використання

Завданням світлотехнічного розрахунку є визначення кількості світильників, а також їх потужності, в процесі використання яких буде забезпечено нормовані значення в системі освітлення. В приміщеннях із робочим освітленням рекомендовано використовувати систему рівнорозподіленого освітлення, у зв'язку із цим проведення світлотехнічного розрахунку доцільно робити методом коефіцієнта використання. Даний метод дозволяє провести розрахунок на горизонтальній поверхні та визначає її середню освітленість, враховує всі складові світлового потоку, що падає на неї. Освітленість E за даним методом визначаємо згідно формули:

$$E = \frac{N * \Phi_{\text{сп}} * U}{S * z * K_3} \quad (2.4)$$

де N – число світильників, що створюють систему освітлення в одному приміщенні;

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

U – коефіцієнт використання світлового потоку;

S – площа приміщення;

z – коефіцієнт мінімальної освітленості;

K_3 – коефіцієнт запасу.

При розрахунку на середню освітленість коефіцієнт z ми враховувати не будемо, сумарний потік Φ_{Σ} , що забезпечує нормовані значення освітленості E_H , визначимо згідно формули:

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

У представленій формулі, значення коефіцієнта використання U беруться згідно довідникових даних[1], що залежать безпосередньо від КСС, коефіцієнта відбивання огорожувальних поверхонь, а також від форм та розмірів приміщення, які називаються індексом приміщення i :

$$i = \frac{S}{H_p * (a+b)} \quad (2.6)$$

де a , b – розміри довжини та ширини приміщення;

Згідно з попереднім вибором світильників, крива сили світла для усіх світильників у нас – косинусна (Д), а коефіцієнт відбивання поверхонь: стелі – 0,7, стін – 0,5, підлога – 0,3. Графік залежності $U(i)$ матиме вигляд (рис. 2.7).

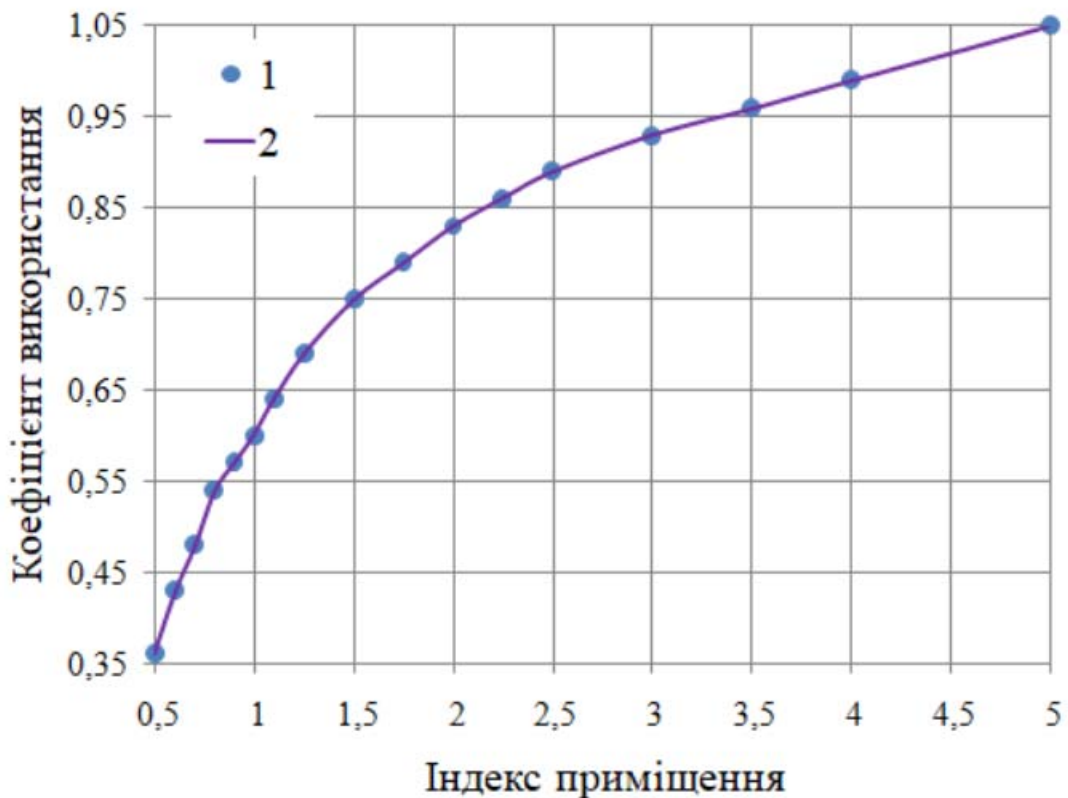


Рисунок 2.7 - графік залежності U від i згідно коефіцієнтів відбивання поверхонь: стелі – 0,7, стін – 0,5, підлога – 0,3 та КСС – косинусною (Д):
1 – табличні дані; 2 – аналітично описаною функцією.

Залежність цих параметрів описуємо аналітично з коефіцієнтом детермінації:

$$U(i) = -0,005 * i^4 + 0,07 * i^3 - 0,364 * i^2 + 0,904 * i + 0,001 \quad (2.7)$$

Розрахунок за методом використання проведемо для приміщення швейної майстерні, що знаходиться в навчальному корпусі №1 та позначена на плані – 7. Параметри для розрахунку освітленості приміщення швейної

майстерні: нормована освітленість $E_H = 750$ лк, довжина $a = 4,75$ м, ширина $b = 5,41$ м, площа $S = 25,7$ м², розрахункова висота $h_p = 2,26$ м.

Визначаємо індекс приміщення за формулою (2.6):

$$i = \frac{25,7}{2,26 * (4,75 + 5,41)} = 1,12$$

Підставляємо значення i у формулу (2.7):

$$U(i) = -0,005 * 1,12^4 + 0,07 * 1,12^3 - 0,364 * 1,12^2 + 0,904 * 1,12 + 0,001 = 0,64$$

Далі згідно формули (2.5), записавши значення, які нам вже відомі, отримаємо:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{750 * 25,7 * 1,79}{0,64} = 53909 \text{ лм.}$$

Число світильників Ledinaire SM065C, що забезпечує даний світловий потік, становитиме $N = \frac{53909}{4100} \approx 12$.

Використавши формулу (2.4) визначимо середню освітленість, що забезпечують дані світильники:

$$E = \frac{12 * 4100 * 0,64}{25,7 * 1,79} = 684 \text{ лк}$$

На основі розрахунків за вказаними формулами було визначено середню освітленість від 12 світильників Ledinaire SM065C потужністю 34 Вт кожний, які вибрано для освітлення швейної. Встановлено, що вибрані світильники забезпечили значення освітленості, яке знаходиться в межах -10...+20% від нормованої середньої освітленості на поверхні.

Аналогічно до попереднього розрахунку визначаємо необхідну кількість світильників для інших приміщень. Розрахунки заносимо в таблицю додатка А.

З метою демонстрації ефективності застосування даного методу, проедемо розрахунок в приміщенні, де не нормуються показники для горизонтальної освітленості, таким приміщенням являється архів, який розміщений в навчальному корпусі №2 та позначається на плані – 2.

Розраховуємо в такому ж порядку, як і попереднє приміщення (значення горизонтальної освітленості замінюється значенням вертикальної освітленості), записуємо необхідні дані для проведення розрахунку. Довжина $a = 4,33$ м, ширина $b = 4,6$ м, площа $S = 19,92$ м², розрахункова висота $h_p = 2,91$ м.

Визначаємо індекс приміщення за формулою (2.6):

$$i = \frac{19,92}{2,91 * (4,33 + 4,6)} = 0,76$$

Підставляємо значення i у формулу (2.7):

$$U(i) = -0,005 * i^4 + 0,07 * i^3 - 0,364 * i^2 + 0,904 * i + 0,001 = 0,5$$

Далі розрахунок проведемо згідно формули (2.5):

$$\Phi_{\text{сп}} = \frac{75 * 19,92 * 1,58}{1 * 0,5} = 4700 \text{ лм.}$$

В такому випадку достатньо одного світильника RC065B G5 34_36S/830_40 PSU, щоб задовольнити умови

Використавши формулу (2.4) визначимо середню освітленість, що забезпечують даний світильник:

$$E = \frac{1 * 4000 * 0,5}{19,92 * 1,58} = 75 \text{ лк}$$

Отже, провівши ще один розрахунок, можна впевнитись що світильник RC065B G5 34_36S/830_40 PSU забезпечує освітленість в межах норми, а метод дозволяє точно визначити скільки потрібно світильників.

2.7 Розрахунок за допомогою пакету DIALuxevo

Даний світлотехнічний розрахунок проведемо для приміщення швейної майстерні, яке було вибрано і для попереднього розрахунку.

1. Створюємо приміщення в середовищі DIALuxevo, вказуємо його розміри та задаємо розміри для робочої поверхні (рис. 2.8 а). На вкладці «Технічне обслуговування» задаємо коефіцієнт «Коефіцієнт

технічного обслуговування», який у нас зазначається як коефіцієнт експлуатації (рис.2.8,в). На вкладці «Активний профіль використання» для «Зона» вибираємо – 31 Промислова діяльність та ремесла – Текстильна діяльність та переробка текстилю, для «Застосування» вибираємо – 31.5 Шиття, дрібне в'язання, зняття швів, автоматично для вибраних параметрів програма підставляє потрібні значення (рис. 2.8 в). Завершаючим параметром для початку розрахунку, на вкладці «Матеріали» зазначаємо коефіцієнт відбивання для поверхонь (рис. 2.8 г).

Властивості	
Розмір	4.750 5.410 2.800 m
Товщина стінки	0.100 m
Висота робочої площини	0.800 m

Технічне обслуговування	
☒ фіксований ☐ CIE 97:2005	
Коефіцієнт технічного обслуговування	MF 0.80

б)

а)

Активний профіль використання	
Тип використання	
Зона	31 Промислова діяльність та ремесла - Текстильне виробництво та переробка текстилю
Застосування	31.5 Шиття, дрібне в'язання, зняття швів

в)

Матеріали	
Стелі	70.0 %
Стіни	50.0 %
Підлоги	20.0 %

г)

Рисунок 2.8 – Внесення необхідних значень в середовищі DIALuxevo.

- Переходимо до етапу додавання світильників, на вкладці «Світильники» обираємо вибраний нами попередньо світильник, в

даному меню є можливість обрати розміщення світильників, їх кількість та вид монтажу (рис. 2.9)

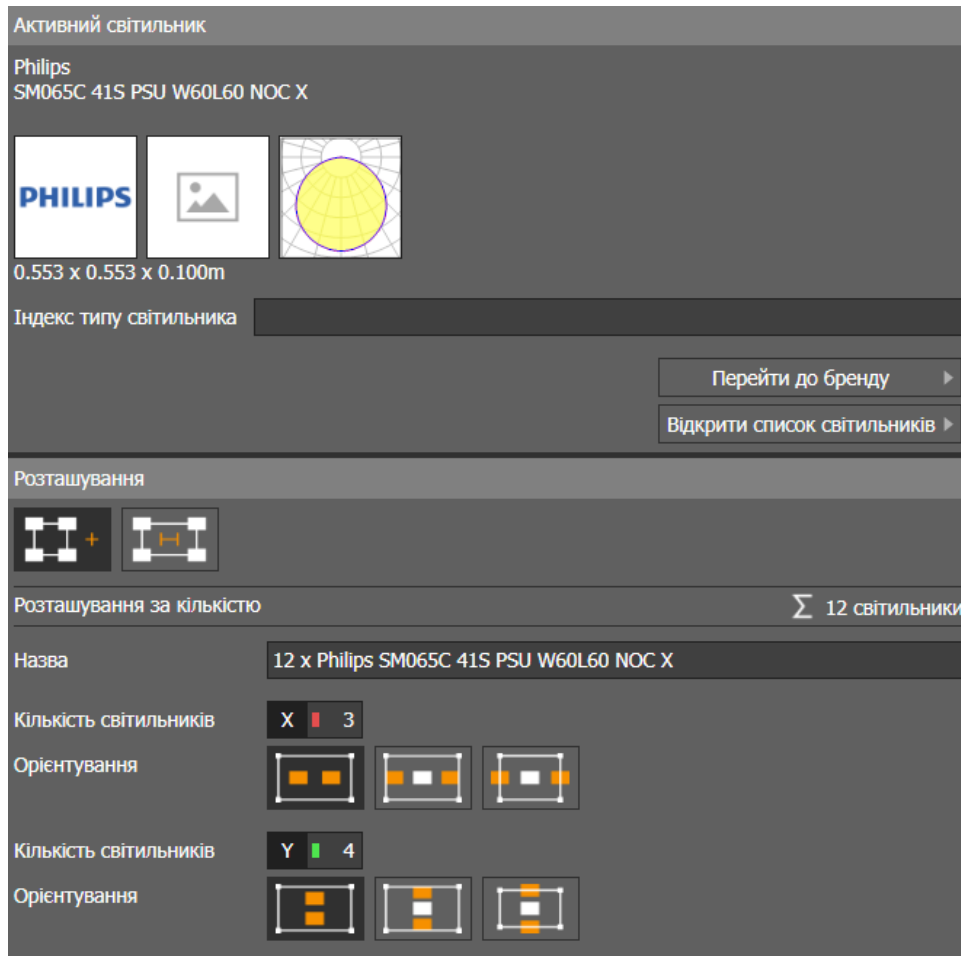


Рисунок 2.9 – Додавання світильників та внесення їх характеристик в середовищі DIALuxevo.

- Виконуємо розрахунок, після його виконання можна побачити криві рівних значень освітленості (ізолюкси) на робочій поверхні. Середнє значення освітленості становить 936 лк., що перебуває в допустимих межах норми -10...+20% (рис. 2.10)

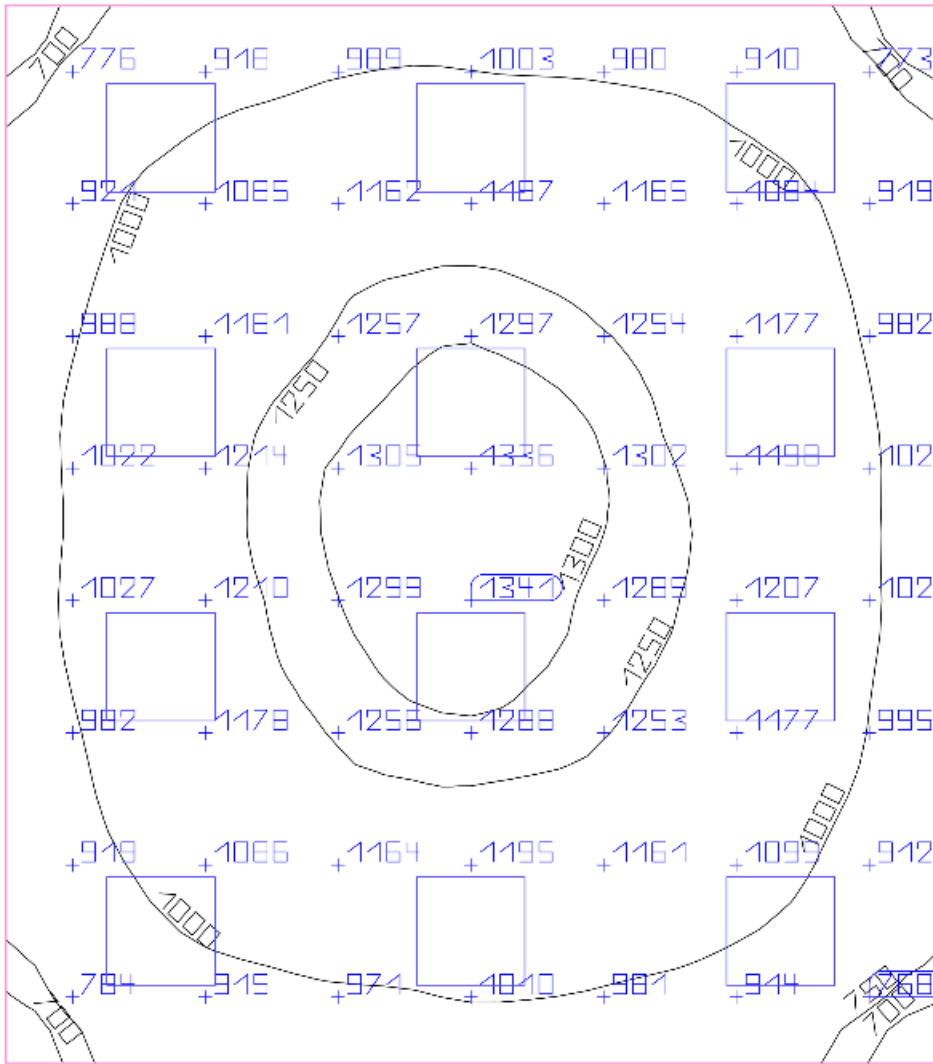


Рисунок 2.10 – Ізолюкси на робочій поверхні.

В процесі розрахунку також здійснюється оцінка засліпленості, у нашому випадку її значення $R_{UGmax} = 21$, що не перевищує нормативну величину ($R_{UGmax} = 22$) і не спричиняє зорового дискомфорту.

2.8 Висновки до розділу

1. Встановлено, що освітлення в приміщеннях навчальних корпусів доцільно виконувати за системою рівнорозподіленого освітлення за робочим призначенням.

2. Встановлено норми світлотехнічних параметрів системи освітлення. В приміщеннях навчальних класів регламентується горизонтальне та

вертикальне освітлення, в приміщенні архіву – вертикальне, в інших приміщеннях - горизонтальне.

3. Здійснено підбір світлових приладів для кожного типу приміщень відповідно до вимог щодо світлового розподілу світильників та колірної температури джерел світла.

4. Розраховано кількість світильників у кожному приміщенні та потужність, що споживається при їх роботі.

5. На основі параметрів і характеристик приміщень та світлових приладів обчислено розрахункову висоту монтажу світильників та коефіцієнт запасу.

6. Проведено моделювання окремих приміщень школи у програмі DIALuxevo та встановлено достовірність проведених розрахунків шляхом порівняння отриманих значень освітленості, отриманих методами класичного та комп'ютерного розрахунків.

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

Першочерговим завданням розрахунку електричних освітлювальних мереж є розрахунок перерізу провідників (проводів та кабелів), для того, щоб при умові довготривалого протікання струму цими провідниками, не виникало їх перегрівання, а також щоб значення по спаду напруги не виходили за межі допустимих. Розрахунок для освітлювальної електромережі навчальних корпусів проведемо по двох типах розрахунках: по струму навантаження й втраті напруги.

3.1 Електрична освітлювальна мережа

В приміщеннях навчальних корпусів система освітлення змонтована з використанням джерел світла на основі світлодіодних випромінювачів, які не потребують великих потужностей живлення. Додаткових освітлювальних приладів на робочих місцях чи для освітлення дошки не потребується, тому монтаж розеток в системі освітлення не передбачається. В такому випадку достатнім буде використання проводів з невеликою площею поперечного перерізу.

Підключення електричної мережі до світлових приладів для навчальних корпусів проведемо магістрально з використанням вимикачів з одною клавішею в кожному приміщенні.

У навчальному корпусі №1 розміщено ЩО1 – щиток освітлення поряд із головним розподільним щитом, в собі ЩО1 має 6 груп підключень (табл. 3.1).

У навчальному корпусі №2 розміщено ЩО2 – щиток освітлення поряд із головним розподільним щитом, в собі ЩО2 має 3 групи підключень (табл. 3.1).

Відстань від головного розподільного щита до щитів освітлення в розрахунках враховуватись не буде.

Таблиця 3.1 – Групи підключень освітлювальної електромережі.

Щит освітлення	Група підключень	Приміщення, які підключенні до цієї групи	Позначення на плані
Навчальний корпус №1			
ЩО1	1.1	Коридор, кладовка.	1, 2, 13, 16, 17.
	1.2	Навчальний клас.	3, 4, 5.
	1.3	Кабінет директора, швейна.	6, 7.
	1.4	Навчальний клас.	8, 9, 10.
	1.5	Навчальний клас, учительська.	11, 12.
	1.6	Туалет, умивальник.	14, 15, 18 – 25.
Навчальний корпус №2			
ЩО2	2.1	Коридор, веранда.	1, 9.
	2.2	Навчальний клас, архів.	2, 3, 4, 5.
	2.3	Навчальний клас, бібліотека, ігрова кімната.	6, 7, 8.

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

Формули, які будуть використані в розрахунку освітлювальної електромережі по струму навантаження, наступні:

- для трифазної мережі:

$$I_P = \frac{P_P * 10^3}{\sqrt{3} * U_L * \cos \varphi} \quad (3.1)$$

- для однофазної мережі:

$$I_P = \frac{P_P * 10^3}{U_{\Phi} * \cos \varphi} \quad (3.2)$$

де $U_L = 380$ В – лінійна напруга;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт активної потужності;

$U_{\Phi} = 220$ В – фазна напруга;

P_p – потужність світильників, що живиться в даній ділянці, кВт.

В навчальних корпусах застосовується підключення світлових приладів однофазною електричною мережею, тому доцільно використовувати формулу (3.2).

Розрахунок застосуємо для груп 1.3 та 2.3, також розрахуємо для ЩО1 та ЩО2. Розрахована потужність для груп 1.3 та 2.3 становить 0,544 кВт та 0,448 кВт, відповідно, коефіцієнт потужності в обох випадках становить 0,9.

Проводимо розрахунок по формулі (3.2):

для груп 1.3:

$$I_p = \frac{0,544 * 10^3}{220 * 0,9} = 2,74 \text{ A}$$

для груп 2.3:

$$I_p = \frac{0,448 * 10^3}{220 * 0,9} = 2,26 \text{ A}$$

для ЩО1:

$$I_p = I_{p \cos \varphi = 0,9} + I_{p \cos \varphi = 0,86}$$

$$I_p = 11,5 + 1,6 = 13,1 \text{ A}$$

приміщення з $\cos \varphi = 0,9$:

$$I_{p \cos \varphi = 0,9} = \frac{2,278 * 10^3}{220 * 0,9} = 11,5 \text{ A}$$

приміщення з $\cos \varphi = 0,86$:

$$I_{p \cos \varphi = 0,86} = \frac{0,3 * 10^3}{220 * 0,86} = 1,6 \text{ A}$$

для ЩО2:

$$I_p = \frac{1,08 * 10^3}{220 * 0,9} = 5,45 \text{ A}$$

З даних довідника підбираємо переріз провідників (кабель ВВГ):

- група 1.3 потребує перерізу 1,5 мм²;
- група 2.3 потребує перерізу 1,5 мм²;

Стосовно інших груп проводимо аналогічні розрахунки та вписуємо дані в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку груп навчальних корпусів по струму навантаження.

Ділянка мережі	Розрахункова потужність, кВт	Робочий струм, А	Тип кабелю	Апарат захисту
гр 1.1	0,306	1,54	ВВГ – 3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
гр 1.2	0,408	2,06	ВВГ – 3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр 1.3	0,544	2,74	ВВГ – 3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр 1.4	0,68	3,34	ВВГ – 3х1,5	ВА-2017/С 1р 4А
гр 1.5	0,374	1,8	ВВГ – 3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
гр 1.6	0,3	1,6	ВВГ – 3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
Ділянка, яка живить ЩО1	2,612	13,1	ВВГ – 3х2,5	ВА-2017/С 1р 16А
гр 2.1	0,128	0,64	ВВГ – 3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
гр 2.2	0,504	2,54	ВВГ – 3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
гр 2.3	0,448	2,26	ВВГ – 3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
Ділянка, яка живить ЩО2	1,08	5,45	ВВГ – 3х2,5	ВА-2017/С 1р 10А

Згідно проведених розрахунків вибираємо як апарати захисту автоматичні вимикачі серії ВА-2017. Основним критерієм підбору є виконання нерівності:

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

де I_n - номінальний струм спрацювання вимикача.

Проведемо підбір автоматичних вимикачів по критерію номінального струму:

для групи 2.1 – 1 А;

для групи 1.1, 1.5, 1.6 – 2 А;

для групи 1.2, 1.3, 2.2, 2.3 – 3 А;

для групи 1.4 – 4 А;

ділянка, що живить ЩО1 – 16 А;

ділянка, що живить ЩО1 – 10 А.

Отримані дані вписуємо в табл. 3.2.

Проведемо обчислення допустимої кількості світильників N_{max} , при якій автоматичний вимикач не здійснюватиме хибних спрацювань. Згідно з нерівністю:

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

де K - коефіцієнт кривої складової спрацювання вимикача;

K_k – коефіцієнт нерозчепленості;

I_n - значення струму вставки автоматичного вимикача;

$I_{рек}$ – пусковий струм світильника.

Вписуємо необхідні дані та використовуємо їх при розрахунку.

В якості прикладу проведення розрахунку здійснимо його для Ledinaire SM065C [6] заявленою потужністю 34 Вт, струм апарату захисту - 3А. Такий захисний вимикач належить характеристиці C, коефіцієнт кривої складової спрацювання $K = 5$. Діаграма, продемонстрована на рис. P2[1], показує, що $K_k=40$, а імпульс 75 мкс. Вписуємо дані в формулу 3.4 з врахуванням $I_{рек} = 17,8$ А, $I_n = 3$ А:

$$N_{max} \leq \frac{5 * 40 * 3}{17,8} = 33$$

Проведемо такий самий розрахунок для інших струмів спрацювання

апарату захисту. Дані розрахунків заносимо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 Кількість світильників в залежності від струму.

Світильник	$I_{\text{реак}}, \text{ A}$	Тривалість імпульсу, мкс	K_k	Струм спрацювання				
				1 A	2 A	3 A	4 A	5 A
Ledinaire SM065C	17,8	75	40	11	22	33	45	56

3.3 Розрахунок електричної освітлювальної мережі за втратою напруги на останньому елементі

Розрахуємо освітлювальну електромережу за втратою напруги $\Delta U\%$. Розрахунок проводимо для груп, беручи відстань від освітлювального щита до світильника, що знаходиться найвіддаленіше. Даний розрахунок проводиться за формулою:

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

де $\sum_{k=1}^{k=n} M_k$ – сума усіх моментів навантажень;

c – коефіцієнт, визначений типом мережі, матеріалів з яких виготовляють провідники та прикладеної до них напруги, в нашому випадку 12 (однофазна мережа);

S – площа поперечного перерізу жил провідника.

Виберемо групову лінію, на прикладі якої виконаємо розрахунок. Група 1.2. отримує живлення від ЩО1 та являє собою однофазну мережу. Графічно з розподілом усіх елементів ділянки вона представлено на рис. 3.1. Відстані для кожної ділянки цієї групи занесено в табл. 3.4.

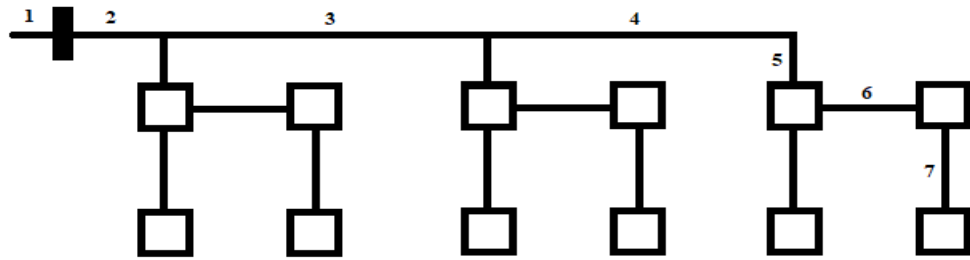


Рисунок 3.1 – графічна схема групи 1.3.

Розрахунок розпочнемо з 2 ділянки, оскільки ділянкою 1 при розрахунку можна знехтувати. Суму моментів $\sum M_1$, розрахуємо формулою:

$$\sum M_1 = P_{PI} * l_I \quad (3.6)$$

де P_{PI} – сума потужностей, що здійснює живлення по даній ділянці;

l_I – довжина ділянки.

Виконаємо підставлення наших даних у формулу (3.6), враховуючи коефіцієнт $c=12$:

$$\Delta U\% = \frac{2,87 * 0,408}{12 * 1,5} = 0,06\%$$

Заповнюємо таблицю 3.4 виконуючи розрахунок для усіх ділянок групи

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку групи 1.2.

№ ділянки	$l, м$	$P_P, кВт$	$\sum M_1, кВт*м$	$\Delta U\%, \%$
1	-	-	-	-
2	2,87	0,408	1,17	0,06
3	4,13	0,272	1,12	0,06
4	5,45	0, 136	0,74	0,04
5	0,77	0,136	0,1	0,005
6	0,9	0, 068	0,06	0,003
7	0,9	0,034	0,03	0,002
Сумарний спад напруги на кінцевому елементі				0,17

Також розрахунок проведемо для групи 1,5. Графічне зображення схеми

подано на рис. 3.2, дані розрахунку – у табл. 3,5

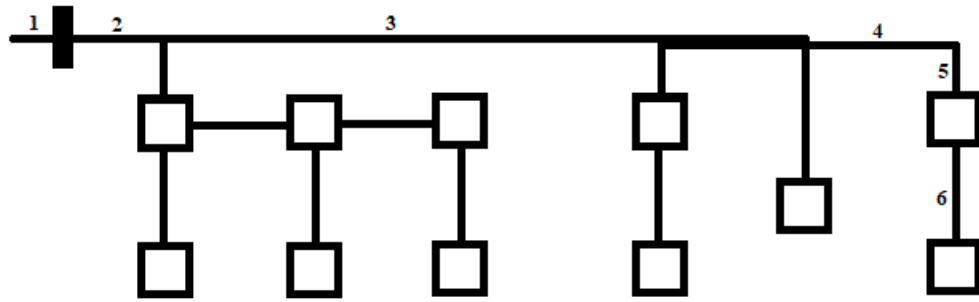


Рисунок 3.2 – графічна схема групи 1.5.

Таблиця 3.5 – Результати розрахунку групи 1.2.

№ ділянки	$l, м$	$P_p, кВт$	$\sum M_1, кВт*м$	$\Delta U\%, \%$
1	-	-	-	-
2	4,61	0,374	1,72	0,1
3	6,88	0,170	1,17	0,06
4	3,34	0,068	0,22	0,01
5	0,49	0,068	0,03	0,002
6	1,5	0,034	0,05	0,003
Сумарний спад напруги на кінцевому елементі				0,175

На основі результатів розрахунків при використанні в освітлювальних електромережах провідника з площею поперечного перерізу $1,5 \text{ мм}^2$ отриманий сумарний спад напруги не перевищує допустиму межу, тобто відповідає нормі.

3.4 Висновки до розділу

1. Розраховано загальну споживану потужність системи освітлення для навчального корпусу №1 - 13,1 кВт та навчального корпусу №2 – 5,45 кВт.
2. На основі розрахунку електромережі освітлення по струму навантаження вибрано значення перерізів жил провідників та автоматів захисту.
3. Розрахунок електромережі за розрахунком втрати напруги підтвердив правильність вибору кабелю для групових ліній.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Вплив освітлення на організм людини

Практично жодна діяльність людини не може виконуватись без освітлення, основною функцією якого є створення та підтримка візуальної ефективності та комфорту, шляхом створення безпечних та відповідних умов для проведення робочої діяльності. Засвоєння інформації, в учнів шкіл, в основному виконується через зоровий апарат, швидкість та ефективність приймання інформації припадає на освітлення. Саме тому проведення модернізації системи освітлення Голенищівської спеціальної школи Хмельницької обласної ради позитивно вплине на психофізіологічний стан учнів, забезпечить комфортність сприйняття інформації та мінімізує травматичні випадки в робочому процесі, як в учнів, так і працівників школи.

Природного освітлення не завжди достатньо, тому використовується штучне освітлення, яке може бути загальним (світильники рівномірно розташовані по всьому приміщенню) або комбінованим (до загального освітлення додається місцеве для освітлення окремих ділянок), причому використання лише місцевого освітлення недоцільне через різкий контраст між зонами освітленості, що негативно впливає на зорове бачення. Для штучного освітлення нормується абсолютне значення освітленості, яке встановлюється відповідно до гігієнічних вимог та енергетичних можливостей і залежить від розряду зорової роботи, фону (світлий, середній, темний), контрасту об'єкта з фоном (малий, середній, великий), системи освітлення (комбіноване або загальне) та типу світильників і ламп.

З головних недоліків штучного освітлення які впливають на здоров'я зорового бачення виділяється: мерехтіння та відблиски.

Світлові прилади, які працюють від мережі змінного струму, особливо піддаються швидким та повторним змінам в часі в своєму світловому виході або спектральному розподілі потужності. Коливання які відбуваються

безпосередньо в мережі передаються джерелу світла, що створюють візуальні явища які включають: мерехтіння, ефект стробоскопа та ефект фантомної матриці. Мерехтіння відноситься до найпоширенішого негативного ефекту в штучному освітленні. Зорова система людини особливо чутлива до візуального мерехтіння, але окрім візуального виділяють ще мерехтіння яке знаходиться поза межею порогового сприйняття, що сприймає зоровий апарат людини. Мерехтіння яке знаходиться поза межами візуального сприйняття несе в собі негайні біологічні ефекти які накладаються на людину: втому, напруженість очей, часті головні болі, можуть викликати судом, зниження зору та повну його втрату. Більшість світлодіодних ламп використовують височастотні драйвери, які перетворюють компонент змінного струму джерела живлення у вихідний постійний струм, зменшуючи модуляцію вихідного світла і, відповідно, допомагаючи зменшити мерехтіння. Проте мерехтіння все ще може виникати під час затемнення світлодіодних джерел світла, особливо при використанні елементів керування освітленням у ситуаціях модернізації або при застосуванні керування фазою чи широтно-імпульсною модуляцією. Використання драйверів постійного струму дозволяє зменшити світловий потік світлодіодів до рівня менше як 1% без застосування широтно-імпульсної модуляції, таким чином уникаючи ризику мерехтіння через коливання світлового потоку[16]

Зоровий апарат здатний швидко адаптуватись до широкого діапазону освітленості, комфортне сприйняття відбувається лише в обмеженому діапазоні. Надмірна яскравість та контрастність яскравості в полі зору спричиняють відблиски. Відблиски можуть як створювати лише дискомфорт, так і спричинити втрату зору. В момент коли дуже яскраве джерело світло своїм променем попадає в око людини, світло розсіюється в основному по рогівці та кришталіку ока, що викликає на сітківці розсіяне світло яке в свою чергою зменшує контраст та видимість. Дискомфортний відблиск виникає за наявності некомфортних контрастів яскравості, що викликає зміну розмірів зіниці ока, а також скорочення м'язів навколо ока. Проявляється дискомфорт

через блиск дратівливістю, роздратуванням, зоровою втомою та відволіканням. Симптомами вважаються: біль в очах, сухість або слезотеча, затуманення та двоїння в очах, труднощі з фокусуванням на об'єкті, напруженість м'язів та головний біль. Використання відповідного екранування, такого як кришки, що розсіюють світло для точкових світильників або непрозорі плафони з низьким коефіцієнтом пропускання, може знизити ризик відблисків. Правильне освітлення, яке передбачає розташування джерел світла вище рівня очей і відносно рівномірний розподіл світла на стелі, може зменшити ризик як відблисків, що призводять до інвалідності, захищаючи джерела світла від прямого огляду, так і незручних відблисків, створюючи кращий баланс яскравості в полі зору[16].

При модернізації системи освітлення Голенищівської спеціальної школи Хмельницької обласної ради, враховано вплив освітлення на організм людини, та спроектована безпечна для зорового апарата, а також здоров'я людини, система освітлення. Розроблені заходи з безпеки життєдіяльності, які зменшують ризики травматичних випадків в учнів під навчання та персоналу школи під час виконання ними роботи.

4.2 Долікарська допомога при опіках

Опіки, пов'язані з електричною мережею та освітленням, – це пошкодження тканин шкіри, що виникає внаслідок впливу електричного струму або перегріву електричних освітлювальних приладів. Вони можуть бути результатом прямого контакту з електричним струмом чи приладом освітлення або через коротке замикання, яке спричиняє займання і тепловий опік.

Опіки бувають 4-х ступенів, залежно від обсягу та глибини отриманих ушкоджень:

- I ступінь — пошкоджується тільки верхній шар шкірних покривів. Опік супроводжується почервонінням, набряком, відчуттям печії. Може бути локальне підвищення температури тіла, помірний біль;
- II ступінь — руйнуються глибші шари епідермісу. Опік супроводжується появою пухирів, наповнених рідиною;
- III ступінь — шкірні покриви пошкоджуються глибоко. Іноді страждає підшкірна клітковина. Опік супроводжується некрозом тканин, тому рана може мати темний і навіть чорний колір. При опіках може бути сухий струп;
- IV ступінь — шкіра обуглюється, страждають м'язи й навіть кістки. Характерний нестерпний біль. Рана покривається темно-сірим струпом через некроз тканин [17].

При опіках окремих частин тіла шкіру навколо опіку необхідно протерти спиртом, одеколоном, водою, а на місце опіку накласти суху стерильну пов'язку. Змащувати поверхню опіку жиром або будь-яким кремом не потрібно. При невеликих опіках I ступеня на почервонілу шкіру необхідно накласти марлеву салфетку, змочену спиртом. Спочатку печіння і болісність трохи підвищуються, але невдовзі біль стихне, а почервоніння зменшиться. При опіках II ступеня, а тим паче III-IV ступеня, потерпілого, після надання йому першої допомоги, необхідно терміново переправити у лікувальний заклад.

Надання першої медичної допомоги полягає передусім у гасінні одягу на потерпілому (облити водою, а якщо її немає, накинути на потерпілого, ковдру, піджак або пальто, щоб припинити доступ кисню. Потім частину тіла, яка має опіки, звільнити від одягу. Якщо потрібно, одяг розрізають, частини одягу, які пристали до тіла, не зривають, а обрізають навколо і залишають на місці. Зрізати та розривати пухирі не можна. При значних опіках після зняття одягу потерпілого краще за все загорнути в чисте простирадло, вжити заходи проти шоку і направити в лікувальний заклад.

Перша допомога при опіках:

- постраждалого посадити або положити;

- обливати місця опіків великою кількістю води, разом з тим бути обережним, щоб уникнути переохолодження, особливо взимку;
- якщо є можливість, зняти з уражених місць каблучки, годинники, ремінці, взуття до того, поки ці місця не почали набрякати;
- знімати предмети одягу, які згоріли або ще тліють, можна лише в тому випадку, якщо вони не прилипли до уражених місць постраждалого;
- всі опіки необхідно захистити, прикриваючи їх чистою тканиною без ворсу (простирадло, наволочка);
- не чіпати нічого, що прилипло до місця опіку;
- не змащувати опіки ніякими кремами, лосьйонами, оліями або маслами! Не проколювати пухирі!

При значних опіках часто розвивається шок. У цьому випадку обов'язково проводяться протишовкові заходи. Потім для боротьби з інфекціями застосовують антибіотики. Усім потерпілим необхідно у великій кількості давати пити – по 4-5 літрів у перші дві доби. Для цього застосовують підсолену воду (0,5-1 чайної ложки солі і стільки ж харчової соди на 1 л води), дають її теплою або гарячою невеликими порціями [17].

Розроблені рекомендації долікарської допомоги при опіках, мінімізує можливі травми отримані учнями та прискорить їх подальше відновлення. Навичками першої допомоги повинний володіти персонал навчальних закладів та в разі необхідності надавати допомогу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз навчальних, допоміжних, адміністративних приміщень Голенищівської спеціальної школи, встановлено види зорових робіт для кожного типу приміщення.
2. На основі аналізу Державних будівельних норм та Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти встановлено вимоги щодо параметрів світлового поля для проведення модернізації системи освітлення Голенищівської спеціальної школи з метою оптимізації умов освітлення та створення комфортного середовища.
3. Здійснено підбір світлових приладів для кожного типу приміщень відповідно до вимог щодо світлового розподілу світильників та колірної температури джерел світла.
4. Розраховано кількість світильників у кожному приміщенні та потужність, що споживається при їх роботі.
5. На основі параметрів і характеристик приміщень та світлових приладів обчислено розрахункову висоту монтажу світильників та коефіцієнт запасу.
6. Проведено моделювання окремих приміщень школи у програмі DIALuxevo та встановлено достовірність проведених розрахунків шляхом порівняння отриманих значень освітленості, отриманих методами класичного та комп'ютерного розрахунків.
7. Розраховано загальну споживану потужність системи освітлення для навчального корпусу №1 -13,1 кВт та навчального корпусу №2 – 5,45 кВт.
8. На основі розрахунку електромережі освітлення по струму навантаження вибрано значення перерізів жил провідників та автоматів захисту.
9. Розрахунок електромережі за розрахунком втрати напруги підтвердив правильність вибору кабелю для групових ліній.
10. Встановлені заходи з охорони праці та забезпечення безпеки життєдіяльності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне освітлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.
2. 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.
3. Апроксимація залежностей коефіцієнта використання світлового потоку. Режим доступу: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/40675/2/MNPK_2022_Kozar_R_OThe_approximation_of_the_light_96.pdf
4. 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
5. Освітлення чистих приміщень. Амбулаторії та архіви. Режим доступу: <https://5watt.ua/uk/blog/statti/osvitlennya-chistikh-primisshen-ambulatoriyi-ta-arkhivi>
6. Ledinaire SM065C. Режим доступу: https://www.lighting.philips.ua/prof/indoor-luminaires/surface-mounted/ledinaire-surface-mounted-sm065c/911401892385_EU/product
7. Ledinaire surface-mounted. Режим доступу: https://www.lighting.philips.com/prof/indoor-luminaires/surface-mounted/ledinaire-surface-mounted/LP_CF_SM060C_EU/family
8. CoreLine Waterproof WT120C G2 LED40S/840 PSU TW3 L1200. Режим доступу: https://www.lighting.philips.ua/prof/indoor-luminaires/waterproof-and-cleanroom/waterproof-luminaires/coreline-waterproof/910505100047_EU/product
9. RC065B G5 34_36S/830_40 PSU 60x60 NOC SC. Режим доступу: https://www.lighting.philips.ua/prof/indoor-luminaires/recessed/ledinaire-panel/911401877385_EU/product
10. RC065B G5 60S/840 PSU 60x120 NOC TPb CFW. Режим доступу:

https://www.lighting.philips.ua/prof/indoor-luminaires/recessed/ledinaire-panel/911401876985_EU/product

11. 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.

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

13. Модульне обладнання. Автоматичні вимикачі серії УКРЕМ ВА-2017. Режим доступу: <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>

14. Кабель ВВГ: параметри, як розшифровується назва, як вибрати. Режим доступу: <https://res.ua/blog/yak-vibrati/vse-pro-kabel-vvg.html>

15. Методичні вказівки для написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього рівня „бакалавр”. Для студентів всіх форм навчання рівень вищої освіти перший (бакалаврський) / укл.: О. Я. Гурик , І. Б. Окіпний. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. - 20 с.

16. Назаренко Л.А., Іоффе К.І. Штучне зовнішнє освітлення: Навчальний посібник – Харків: ХНАМГ, 2008. – 122 с.

17. Бедрій І.Я., Нечай В.Я. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. – Львів: Манголія 2006, 2007. 499 с.

Додаток А - Результати світлотехнічного розрахунку системи робочого освітлення навчальних корпусів.

№ На плані	Призначенн я	Площа, м2	Нормована освітленість, лк	Світлові прилади	Кіль- кість	K_3	h_p	Розрахункова освітленість, лк	Потужн- ість ОУ, кВт
Навчальний корпус №1									
1	Коридор	12,61	Г-0-75	Ledinaire surface-mounted	1	1.58	3.047	71,02471	0,034
2	Коридор	68,07	Г-0-75	Ledinaire surface-mounted	5	1.58	3.047	77,21486	0,17
3	Навчальний клас	13,34	В-1,5-500 Г-0,8-400	Ledinaire SM065C	4	1.58	2.26	411,0074	0,136
4	Навчальний клас	14,24	В-1,5-500 Г-0,8-400	Ledinaire SM065C	4	1.58	2.26	393,7453	0,136
5	Навчальний клас	15,23	В-1,5-500 Г-0,8-400	Ledinaire SM065C	4	1.58	2.26	376,0376	0,136
6	Кабінет директора	25,65	Г-0,8-300	Ledinaire SM065C	4	1.58	2.26	261,7261	0,136
7	Швейна майстерня	25,7	Г-0,8-750	Ledinaire SM065C	12	1.79	2.26	692,0876	0,408
8	Навчальний клас	29,45	В-1,5-500 Г-0,8-400	Ledinaire SM065C	8	1.58	2.26	471,7565	0,272
9	Навчальний клас	23,89	В-1,5-500 Г-0,8-400	Ledinaire SM065C	6	1.58	2.26	413,4633	0,204
10	Навчальний клас	24,6	В-1,5-500 Г-0,8-400	Ledinaire SM065C	6	1.58	2.26	404,7722	0,204
11	Навчальний клас	17,8	В-1,5-500 Г-0,8-400	Ledinaire SM065C	5	1.58	2.26	420,7785	0,17

Продовження додатку А

12	Учительська	26,05	Г-0,8-300	Ledinaire SM065C	6	1.58	2.26	377,0294	0,204
13	Коридор	7,52	Г-0-75	Ledinaire surface-mounted	1	1.58	3.047	76,4129	0,034
14	Умивальник	1,17	Г-0-75	Waterproof WT120C G2 LED40S/840 PSU	1	1.56	2.615	93,92956	0,03
15	Туалет	1,11	Г-0-75	Waterproof WT120C G2 LED40S/840 PSU	1	1.56	2.615	96,79041	0,03
16	Кладовка	1,53	Г-0,8-50	Ledinaire surface-mounted	1	1.56	3.047	210,6592	0,034
17	Коридор	3,54	Г-0-75	Ledinaire surface-mounted	1	1.56	2.26	139,5057	0,034
18	Туалет	1,04	Г-0-75	Waterproof WT120C G2 LED40S/840 PSU	1	1.56	2.615	100,3568	0,03
19	Туалет	1,04	Г-0-75	Waterproof WT120C G2 LED40S/840 PSU	1	1.56	2.615	100,3568	0,03
20	Туалет	1,04	Г-0-75	Waterproof WT120C G2 LED40S/840 PSU	1	1.56	2.615	100,3568	0,03
21	Умивальник	4,85	Г-0-75	Waterproof WT120C G2 LED40S/840 PSU	1	1.56	2.615	84,76187	0,03

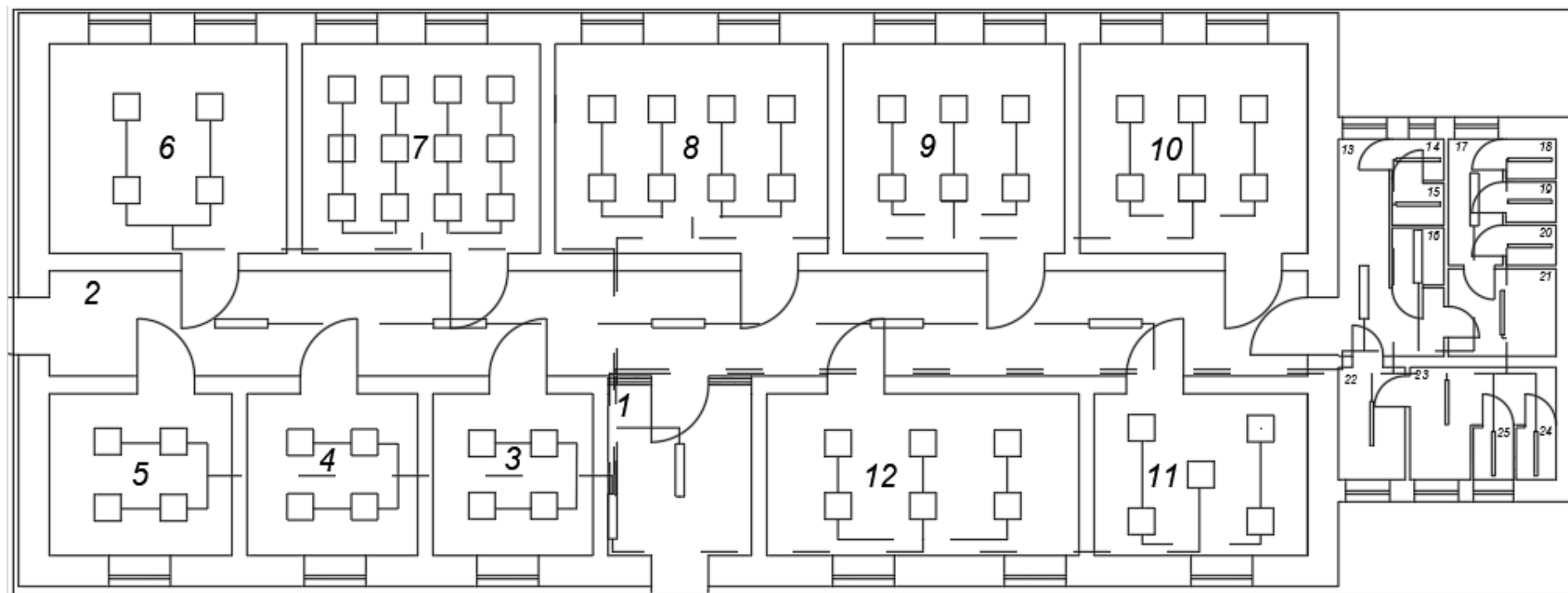
Продовження додатку А

22	Умивальник	3,87	Г-0-75	Waterproof WT120C G2 LED40S/840 PSU	1	1.56	2.615	94,36858	0,03
23	Туалет	6,06	Г-0-75	Waterproof WT120C G2 LED40S/840 PSU	1	1.56	2.615	64,59787	0,03
24	Туалет	1,07	Г-0-75	Waterproof WT120C G2 LED40S/840 PSU	1	1.56	2.615	98,58024	0,03
25	Туалет	1,07	Г-0-75	Waterproof WT120C G2 LED40S/840 PSU	1	1.56	2.615	98,58024	0,03
Навчальний корпус №2									
1	Коридор	60,03	Г-0-75	RC065B G5 60S/840 PSU 60x120 NOC	2	1,58	2,91	76,3548	0,1
2	Навчальний клас	18,72	В-1,5-500 Г-0,8-400	RC065B G5 34_36S/830_40 PSU	5	1,58	2,11	415,4696	0,14
3	Архів	19,92	В-1,0-75	RC065B G5 34_36S/830_40 PSU	1	1,58	2,91	64,80124	0,028
4	Навчальний клас	27,36	В-1,5-500 Г-0,8-400	RC065B G5 34_36S/830_40 PSU	6	1,58	2,11	379,2697	0,168

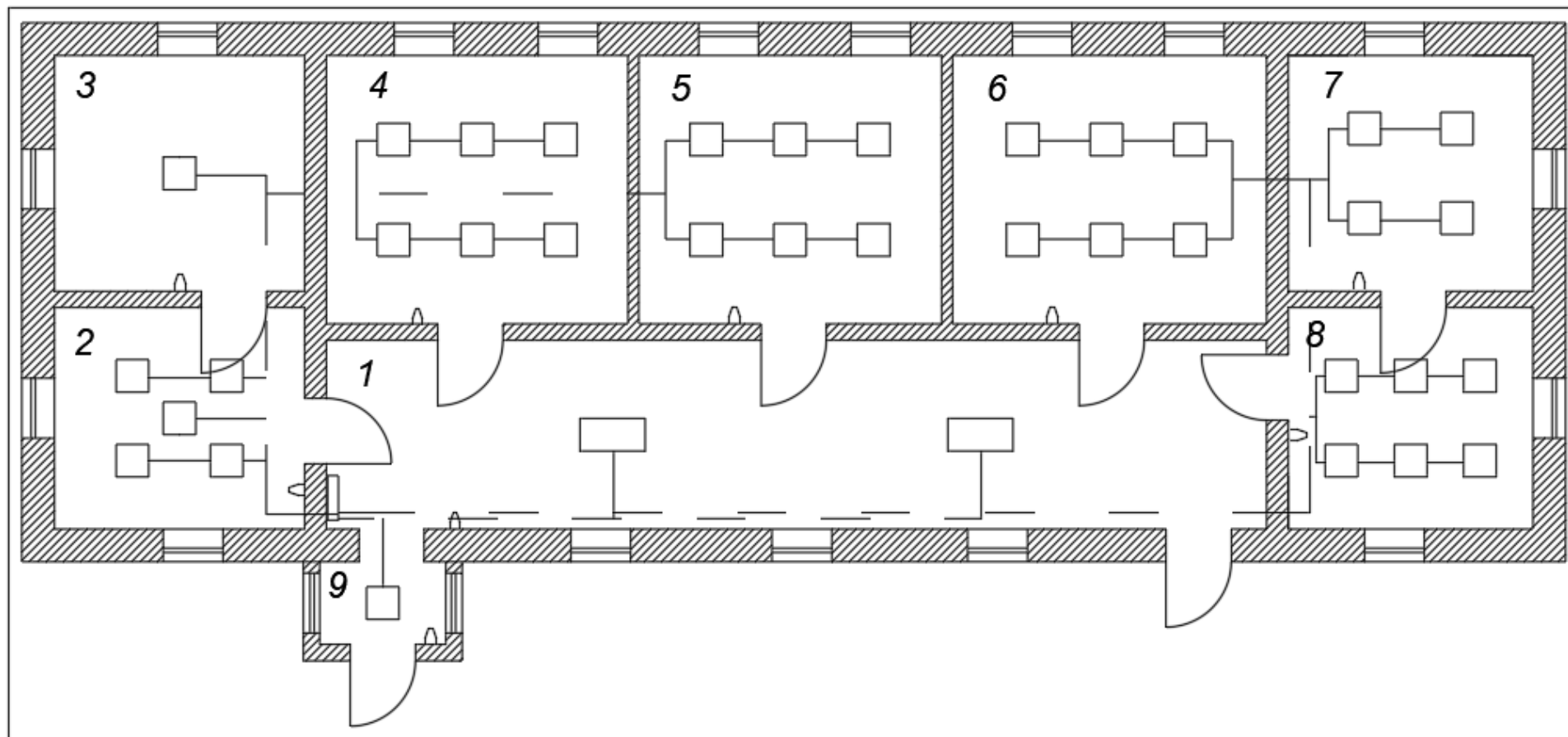
Продовження додатку А

5	Навчальний клас	27,46	В-1,5-500 Г-0,8-400	RC065B G5 34_36S/830_40 PSU	6	1,58	2,11	378,2304	0,168
6	Навчальний клас	28,49	В-1,5-500 Г-0,8-400	RC065B G5 34_36S/830_40 PSU	6	1,58	2,11	367,767	0,168
7	Бібліотека	19,48	Г-0,8-300	RC065B G5 34_36S/830_40 PSU	4	1,58	2,11	323,497	0,112
8	Ігрова кімната	18,31	Г-0-400	RC065B G5 34_36S/830_40 PSU	6	1,58	2,91	410,4451	0,168
9	Веранда	3,52	Г-0,8-100	RC065B G5 34_36S/830_40 PSU	1	1,58	2,11	118,7691	0,028

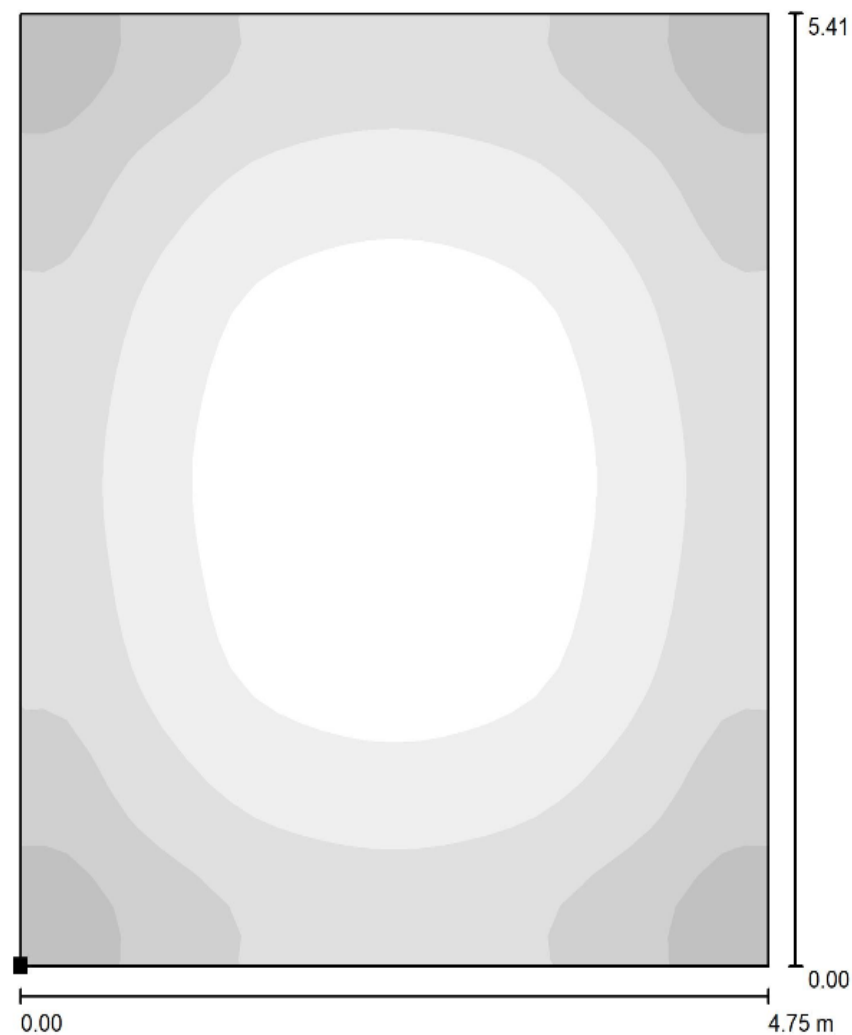
Додаток Б – План будівлі навчального корпусу №1 з розміщеними світловими приладами та електричною мережею, що їх живить.



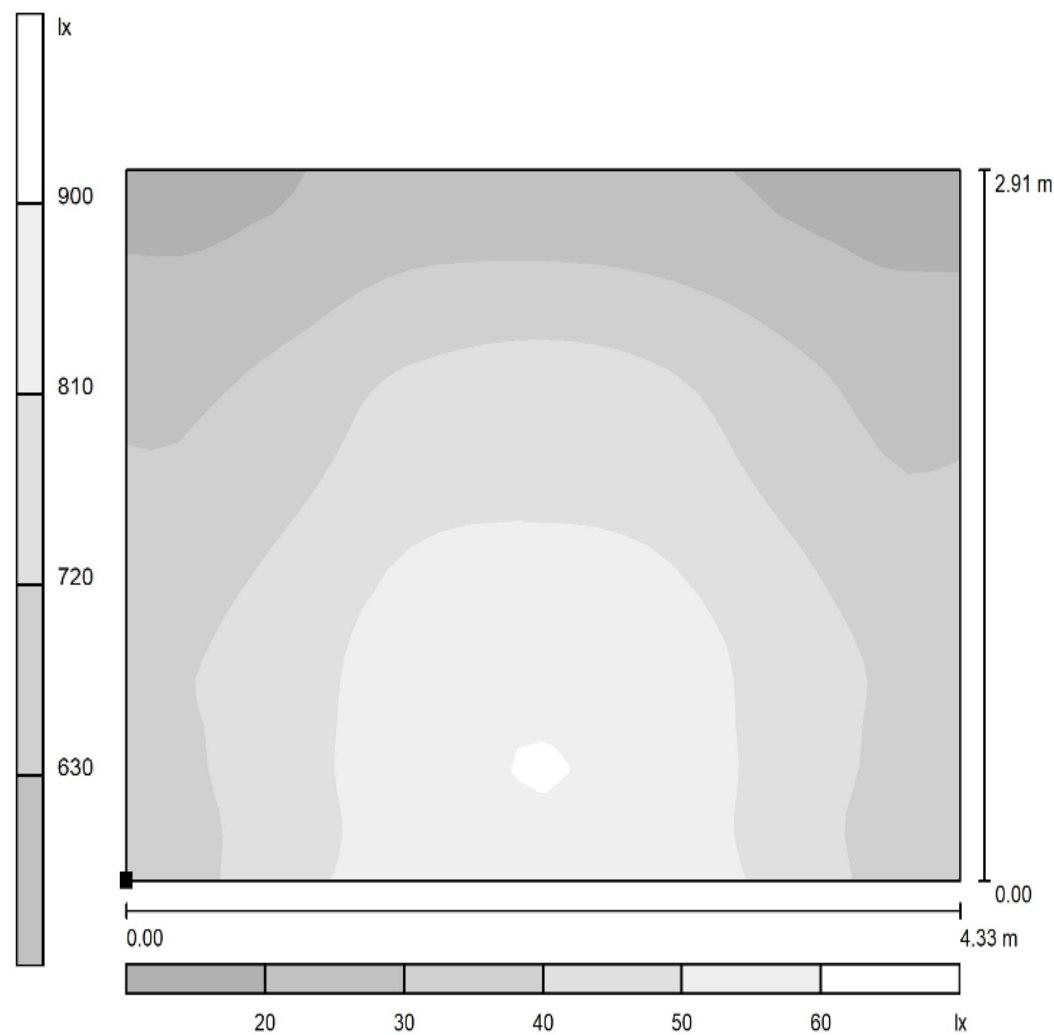
Додаток В – План будівлі навчального корпусу №2 з розміщеними світловими приладами та електричною мережею, що їх живить.



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



Ізолінії на робочій поверхні швейної майстерні (Г)



Ізолінії на робочій поверхні приміщення архіву (В)