

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

(підпис) (прізвище та ініціали)
 « » 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Дулик Іван Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка проекту системи освітлення приміщень
 Тернопільської ЗОШ №26 ім. Д. Заплітного

Керівник роботи Осадца Ярослав Михайлович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «10» листопада 2023 року № 4/7-1040

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Плани приміщень, характеристики світлових приладів

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

1 Аналітичний розділ

2 Проектно-конструкторський розділ

3 Розрахунково-дослідницький розділ

4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

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

Електрична мережа системи освітлення приміщень першого поверху

Електрична мережа системи освітлення приміщень другого поверху

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТм – 61. - Т.: ТНТУ, 2024.

Стор. 81; ілюстрацій 27; таблиць 8; креслень (сторінок презентації) – 17; використаних джерел – 15, сторінок додатків – 17.

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на основі завдання за темою: «Розробка проекту системи освітлення приміщень Тернопільської ЗОШ №26 ім. Д. Заплітного».

Мета роботи – розробка системи внутрішнього освітлення приміщень Тернопільської ЗОШ №26 ім. Д. Заплітного. На основі світлотехнічних та електротехнічних розрахунків розроблено проект системи освітлення навчальних, робочих та допоміжних приміщень Тернопільської ЗОШ №26 ім. Д. Заплітного.

Ключові слова: ОСВІТЛЕНІСТЬ, СВІТЛОВИЙ ПРИЛАД, ПЛОЩА ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ, ЦИЛІНДРИЧНА ОСВІТЛЕНІСТЬ, ПОКАЗНИК ДИСКОМФОРТУ, ПУСКОВИЙ СТРУМ, ВТРАТА НАПРУГИ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Вимоги до систем освітлення приміщень навчальних закладів	8
1.2 Методи та засоби освітлення приміщень навчальних закладів	11
1.3 Системи освітлення шкільних приміщень	15
1.4 Висновки до розділу	18
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	20
2.1 Характеристики об'єкта проектування	20
2.2 Вибір системи освітлення, виду та джерел світла	21
2.3 Вибір нормованих світлотехнічних характеристик систем освітлення шкільних приміщень	23
2.4 Вибір світлових приладів для освітлення приміщень школи	25
2.5 Обчислення розрахункової висоти та коефіцієнту запасу	29
2.6 Електрична мережа систем освітлення приміщень школи	32
2.7 Висновки до розділу	35
3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	37
3.1 Розрахунок систем освітлення приміщень школи за допомогою методу коефіцієнта використання	37
3.2 Розрахунок світлотехнічних характеристик системи освітлення в програмі DIALux	42
3.3 Електротехнічний розрахунок системи освітлення школи по струму навантаження та вибір апаратів захисту	50
3.4 Розрахунок втрати напруги електричної освітлювальної мережі приміщень школи	54
3.5 Висновки до розділу	55
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	57
4.1 Заходи технічного характеру щодо попередження електротравм	57
4.2 Види освітлення шкільних приміщень	59

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	62
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	64
ДОДАТОК А	66
ДОДАТОК Б	80

ВСТУП

Актуальність теми. Основне завдання шкільних установ полягає не тільки в наданні якісної освіти учням, але й у впровадженні комплексу заходів для підтримки їхнього здоров'я на належному рівні та профілактики захворювань. Тому забезпечення таких закладів усім необхідним регламентується суворими нормативними документами, що включають технічні, санітарно-епідеміологічні, гігієнічні та інші стандарти. Оскільки освітлення відіграє важливу роль в отриманні інформації з навколишнього середовища, нормативні документи такого типу стосуються як систем освітлення загалом, так і їх окремих складових: джерел світла, світлових приладів, освітлювальних установок тощо.

Важливою вимогою до систем освітлення будівель шкільних установ є забезпечення світлового комфорту як для учнів, так і для вчителів. Це досягається правильним вибором світлового обладнання та оптимальною системою освітлення.

Для систем освітлення висуваються вимоги на рахунок їх енергоефективності, яку забезпечують шляхом використання оптимальних систем освітлення, а також енергоефективних джерел світла та світлових приладів.

Актуальним є завдання, пов'язане з проектуванням, розробкою та впровадженням систем освітлення шкільних закладів, які б при мінімальних експлуатаційних витратах забезпечували комфортні умови для учнів та робітників.

В даній роботі метою було розробити проект системи освітлення приміщень Тернопільської ЗОШ №26 ім. Д. Заплітного.

Завдання роботи:

- вибір виду, системи та нормованих характеристик освітлення приміщень шкільних закладів.
- світлотехнічний розрахунок та моделювання систем освітлення приміщень школи.

- проектування та розрахунків електричних освітлювальних мереж систем робочого та евакуаційного освітлення.

Об'єкт дослідження: процеси створення комфортних умов перебування у приміщеннях шкільних закладів.

Предмет дослідження: системи освітлення приміщень шкіл на основі енергоефективних світлових приладів та джерел світла.

Практична цінність: за допомогою світлотехнічного розрахунку та моделювання визначено потужність та кількість світлових приладів для забезпечення нормованих значень світлотехнічних характеристик у приміщеннях різного типу шкільної установи.

Апробація результатів роботи: під час написання магістерської кваліфікаційної роботи, отримані результати представлено на XII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (6 – 7 грудня 2023 р., Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя).

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вимоги до систем освітлення приміщень навчальних закладів

Вимоги до систем освітлення приміщень навчальних закладів регламентуються у відповідності до:

ДБН В.2.5–28:2018 «Природне і штучне освітлення» [1]

СНіП II–4–79 «Природне і штучне освітлення» [2]

ДсанПН 5.5.2.008–01 «Державні санітарні правила і норми влаштування, утримання загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу.» [3]

В ДБН В.2.5–28:2018 «Природне і штучне освітлення» [1] приведені основні вимоги до якісних та кількісних характеристик систем освітлення приміщень закладів професійної, загальної середньої та вищої освіти.

Середня горизонтальна освітленість це кількісна характеристика освітлювальних систем приміщень закладів освіти, яка регламентується нормативною документацією. До якісних характеристик відносять:

– циліндрична освітленість $E_{ц}$, характеристика насичення внутрішнього простору приміщень світлом та визначається, як середня густина світлового потоку поверхні для вертикально розташованого прямого циліндра, радіус і висота основи якого приближається до нуля:

$$E_{ц} = \lim_{\substack{D \rightarrow 0 \\ h_{ц} \rightarrow 0}} \frac{\Delta\Phi}{S_{ц}} \quad (1.1)$$

де $\Delta\Phi$ – світловий потік, який поступає на бічну поверхню циліндра;

$S_{ц}$ – площа бічної поверхні нескінченно малого циліндра;

$h_{ц}$, D – відповідно висота та діаметр основи нескінченно малого циліндра

(рис. 1.1) [4]

На основі інженерних методів розраховують циліндричну освітленість, а методика визначається за розмірами між ними по відношенню до розмірів світла та розрахунковою точкою

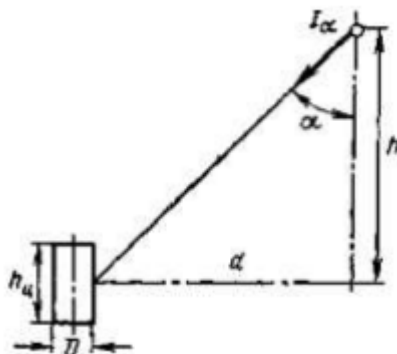


Рисунок 1.1 – Схема для розрахунку циліндричної освітленості

– показник дискомфорту виступає критерієм оцінки дискомфортної блискавості яка може викликати неприємні відчуття у випадку нерівномірності розподілу яскравості в полі зору знаходження спостерігача [1]. Виникнення таких відчуттів свідчить про наявності в полі зору світлових плям, яскравість котрих є значно вищою, чим яскравість адаптації спостерігача. Даний показник розраховується на основі формул [1 – 5]

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

$$UGR = 8 \cdot \log \left[\frac{0.25}{L_{\phi}} \cdot \sum_{i=1}^{i=N} \frac{L_i^2 \cdot \omega}{p_i^2} \right] \quad (1.3)$$

де UGR – чисельне значення об'єднаного показника дискомфорту;

L_i – габаритна яскравість i -го блискавого джерела в напрямку органу зору спостерігача;

L_{ϕ} – яскравість фону;

ω – розмір тілесного кута джерела;

p_i – індекс що визначає позицію i -го світного елемента по відношенню до лінії зору спостерігача.

Обмеження дії відбитого блиску можна добитись завдяки оптимальному і взаємному розміщенню світильників відносно робочих місць, тобто в такому випадку напрям світлового потоку, відбитого від поверхні робочого місця, має не співпадати з лінією зору спостерігача.

– коефіцієнт пульсацій K_{Π} визначається як відношення різниці між максимальним E_{max} та мінімальним E_{min} значеннями освітленості до середньоквадратичного значення $E_{сер}$ за період коливання T [4]:

$$K_{\Pi} = \frac{E_{max} - E_{min}}{2 \cdot E_{сер}} \cdot 100 \quad (1.4)$$

$$E_{сер} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T E(T) dt \quad (1.5)$$

Відповідно до призначень основних шкільних приміщень визначається їх значення нормованої освітленості. Регламентованими параметрами для основних типів приміщень є: освітленість горизонтальних умовно-робочих поверхонь, тобто поверхонь, розташованих на висоті 0,8 м над підлогою. При цьому є винятки. Вони складають наступні типи приміщень, а саме актові зали та кімнати рекреацій, де значення нормованої горизонтальної освітленості потрібно забезпечувати на рівні підлоги. Нормовані значення середньої горизонтальної освітленості складають від 150 лк (кімнати рекреації) і до 500 лк (кімнати технічного креслення та малювання).

Для приміщень таких як класні кімнати потрібно забезпечувати вертикальну освітленість на середині дошки; в кабінетах інформатики – на екрані дисплея; в спортивних, фізкультурно-спортивних залах – на висоті 2,0 м від підлоги в точках, розміщених з обох сторін на поздовжній осі приміщення; естради актових залів відповідно на висоті 1,5 м. Чисельні значення нормованої освітленості вертикальних поверхонь повинні становити не менше 75 лк (зали для заняття фізичною культурою та спортом) та 500 лк (для приміщень навчальних кабінетів, кабінетів для занять з малювання та технічного

креслення). Регламентованою характеристикою для актових залів є циліндрична освітленість на рівні підлоги.

Показник дискомфорту повинен мати нормовані значення в межах від 15 для кабінетів інформатики та обчислювальної техніки і до 90 в актових залах, кімнатах рекреації. Коефіцієнт пульсацій для всіх основних приміщень не повинен перевищувати 10 %.

Також, є додаткові рекомендації щодо світлового середовища для основних приміщень навчальних закладів:

- приближення значень коефіцієнту відбивання стелі, стін та підлоги до значень, які становлять 0,8 0,5 та 0,3, дає можливість отримати оптимальні співвідношення між яскравістю поверхонь книги та навколишніх предметів;

- світлові прилади вважають ефективними якщо, частка світлового потоку, котрий випромінюється в нижню півсферу є меншою ніж 35 % в зоні кутів випромінювання від 0 до 30°.

- робочі місця учнів потрібно розміщувати в такому порядку, щоб світлопройоми відносно них були з лівої сторони;

- оптимальне значення контрастності освітлення – це відношення горизонтальної освітленості, яке повинно становить 2,5, при якій можливість розрізнення рельєфних об'єктів є високою;

- поверхні робочий столів та парт повинні бути з незначним блиском або з матовими покриттями, кольори яких можуть бути блакитно-зелений, світло-зелений, зелено-блакитний, зелено-жовтий або зі збереженням дерев'яної текстури тонів з коефіцієнтом відбивання яких становить 0,11 – 0,45;

- поверхня класної дошки повинна бути темно-блакитного, зеленого або темно-коричневого кольору і в якій коефіцієнт відбивання світлового потоку в межах 0,1 до 0,2.

1.2 Методи та засоби освітлення приміщень навчальних закладів

У навчальних аудиторіях світильники потрібно розміщувати у 2 ряди паралельно до вікон на відстані 1,5 м від зовнішньої та внутрішньої стін. Відстань світлових приладів від класної дошки повинна становити 1,2 м, а від задньої стіни 1,6 м. Відстані між сусідніми рядами світлових приладів повинна становити в межах 2,5–2,65 м.

Для люмінесцентного освітлення питома потужність становитиме 24–28 Вт/кв. м, а для ламп розжарювання – 48 Вт/кв. м. У випадку збільшення навчальних аудиторій потрібно використовувати комбіноване освітлення (штучне та природне). Рівень комбінованого освітлення на робочих поверхнях повинне складати 600 лк з перевагою природного освітлення.

Ефективне співвідношення між світловими потоками від штучного освітлення та вікна має бути 1:2. У кабінетах трудового навчання, крім загального освітлення, потрібно передбачити місцеве верстатів та станків. У майстернях де відбувається обробка дерева та металу з метою дотримання правил техніки безпеки та профілактики травм слід встановити подвійне включення. Оптимальний рівень штучного освітлення в спортивному залі становить 400 лк на рівні підлоги. Миття світильників повинно відбуватися кожні три місяці, а світлових приладів не менше пів року.

Розрахунок освітленості роблять задля того, щоб зрозуміти, скільки потрібно встановлювати світильників, купити лампочок та наскільки яскраво освітлити дане приміщення.

Державні органи контролюють дотримання норм підприємствами і карають за їхні порушення. Тому задля того що уникнути штрафів і забезпечити співробітників умовами праці треба знати, як розрахувати рівень освітленості.

Державні норми це визначають і враховують, яким повинно бути освітлення приміщень, в залежності від їх призначення, і також робочих місць. Відштовхуючись від цих норм, планується яким буде освітлення об'єктів, а значить, від нього залежить і те, скільки лампочок та світильників необхідно купити.

З 2019 року були введені нові державні правила штучного та природного освітлення – ДБН В.2.5 – 28 – 2018 [1], в них встановлені вимоги для використання світлових приладів з усіма наявними джерелами світла.

Ці норми беруть до уваги всі найбільш важливі особливості зору та фізіологічних процесів людини, а також фактори, які прямо впливають на концентрацію і зорову напругу під час роботи, відпочинку (наприклад, колір поверхні робочого столу, контрастність).

Є два основних способи розрахунку освітлення це складний, точний (для робочих поверхонь) і простий, з більшим ступенем похибки (знаходження рівня загального освітлення). Розглянемо приклади щоб зрозуміти як працює алгоритм.

Сучасна формула складніша але надійніша, яка передбачає застосування даних щодо кількісного значення світлового потоку джерела світла.

Також на стадії світлотехнічних розрахунків при проведенні проектування систем освітлення можливе використання спеціалізованого програмного забезпечення яке має ряд переваг, такі як:

- підвищення розрахункової точності та швидкості розрахунку проектування освітлювальних систем.

- велика кількість графічної та цифрової інформації завдяки якій можливо проводити детальний аналіз ОУ, що в кінцевому результаті допомагає реалізувати її з найменшою похибкою.

Тому на ринку існує велика кількість програм світлотехнічного розрахунку. Через це з'являється ціла низка проблем, щодо підбору того чи іншого програмного забезпечення, основними з яких є:

- визначення області використання певної програми та їх класифікація;
- визначення ступеня точності розрахунку світлотехнічних параметрів;
- визначення методики розрахунку світлотехнічних параметрів для певної програми.

Через це при виборі спеціалізованих програм слід звертати увагу на основні її функції, які вона повинна виконувати, щоб найбільш ефективно допомогти користувачу виконати світлотехнічний проект. Вони полягають у:

- доступності цієї програми, а також баз даних, використовуваних самою програмою;
- звичному і підсвідомо зрозумілому інтерфейсі для проектувальника, що робить можливим освоєння даної програми в дуже короткий час;
- можливості завантаження креслень об'єктів, і також тривимірних моделей світлових приладів
- використанні в світлотехнічних розрахунках регламентованих нормативними документами параметрів;
- здатності до представлення та розрахунку як якісних, так і кількісних, світлотехнічних параметрів;
- можливі способи розміщення світлотехнічних параметрів світлових приладів, а також їх регулювання;
- можливості тривимірної візуалізації проекту системи освітлення.

На основі оцінки та аналізу можливостей, які пропонують виробники різноманітних програм, можна сказати, що найдоступнішим програмним забезпеченням, з здатністю виконувати вищесказані можливості є програма під назвою DIALux (DIALux evo), що надає можливість застосування його для подальшого виконання світлотехнічних розрахунків.

Використання даного програмного пакету дозволяє виконувати світлотехнічний розрахунок та моделювання систем як зовнішнього так і внутрішнього освітлення також застосовувати бази даних світлових приладів різних виробників, експортувати та імпортувати плани різних об'єктів у форматах пакету AutoCad, формувати результати виконаного розрахунку та моделювання у вигляді окремого файлу у форматі *.pdf, виконувати розрахунок як світлотехнічних, так само і усереднених параметрів в певних точках об'єктів, створювати тривимірну візуалізацію об'єкта, для яких розробляється цей проект освітлення.

1.3 Системи освітлення шкільних приміщень

У випадках, коли середня освітленість є нормованим показником в основних приміщеннях, застосовують системи загального рівномірного освітлення. При цьому, винятком є приміщення, в котрих вертикальна освітленість від систем загального освітлення не може бути забезпечена. У такому випадку застосовують систему комбінованого освітлення, суть якої полягає в розміщенні світлових приладів над робочими місцями для забезпечення горизонтальної освітленості а також розміщення світлових приладів поблизу вертикальних поверхонь (рис. 1.2).

Для загального освітлення навчальних приміщень рекомендується використовувати світлові прилади переважно прямого та розсіяного світла. Такі світлові прилади загального освітлення рекомендують розміщувати рядами, які є паралельними, а також паралельно до сторони приміщення де присутні світлові проміжки. Ряди повинні бути, на скільки це можливо, суцільними або з розривами, причому між світловими приладами рекомендована відстань не повинна перевищувати 50% розрахункової висоти.

Також, повинна бути передбачена можливість окремого вимкнення та увімкнення рядів.



Рисунок 1.2 – Зображення навчального кабінету з системами комбінованого освітлення

Для освітлення класної дошки найбільш доречними є застосування світильники із несиметричним світловим розподілом. Розміщення таких світильників наступне: розміщення паралельно до площини дошки, безпосередньо над дошкою та на стелі. Для забезпечення на поверхні дошки рівномірності розподілу освітленості, відстань від площини дошки до світлових приладів розраховують в залежності від їхньої висоти встановлення (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Відстань від світлових приладів до поверхні дошки, висотою 1,0 м, розміщеної на відстані 0,9 м над підлогою

Висота встановлення світлових приладів, м	Відстань між поверхнею дошки та світловими приладами, м
2,2 ... 2,4	0,55 ... 0,70
2,6 ... 2,8	0,85 ... 0,95
3,0 ... 3,2	1,00 ... 1,25
3,4 ... 3,6	1,40 ... 1,55

В приміщеннях в котрих можуть застосовуватись робочі місця групами (різні типи майстерень, зони психологічного відпочинку школярів), можуть застосовуватись системи загального локалізованого освітлення.

В кабінетах інформатики та обчислювальної техніки для загального освітлення рекомендується світлові джерела світла з кутами захисту які становлять 35 – 45 градусів, їх розміщують на стелі у ряди, паралельно розташовані до світлопроекторів, причому положення рядів світлових приладів відносно робочих місць з дисплеями має бути таким, щоб світлові лінії та лінія зору користувачів були паралельними. Значення захисного кута яскравості світлових приладів, які потрапляють в поле зору користувачів або відображаються на екранах дисплеїв, повинно не перевищувати більше, чим 200 кд/м².

Система освітлення залів для заняття спортом виконується, як правило, з лінійних світлових приладів з напівпровідниковими, світлодіодними трубчастими або люмінесцентними світильниками, котрі розміщують нахилено по бокових стінах або монтуються на стелі приміщення (рис. 1.3).

На рахунок виконання освітлення спортивних залів є рекомендації, які полягають в наступному:

- задовільних рівнях розсіяного світла та яскравості водночас;
- спроможності до стимулювання світлової атмосфери на фізичні навантаження;
- реалізація системи освітлення з мінімальними або повністю відсутніми тінями на будь-яких ділянках спортзалу;
- видимості всіх тренувальних агрегатів, котрі знаходяться в приміщенні спортзалу повинна бути стовідсотковою;
- якщо спортивний зал призначений для різних видів спорту тоді використати світлове зонування.



а)



б)

Рисунок 1.3 – Освітлення спортзалів: а) світильники які змонтовані на стінах; б) світильники монтаж яких виконаний на стелі

Освітлення актових залів полягає у монтуванні світлових приладів рядами (рис. 1.4), проте залежно від архітектурних рішень дозволяється застосовувати світлові прилади, котрі встановлюються в підвісні стелі та світильники відбитого світла.



Рисунок 1.4 – Система освітлення актового залу

1.4 Висновки до розділу

1. Проаналізувавши основні вимоги для систем освітлення основних приміщень будівель навчальних закладів, було встановлено основні особливості проектування систем освітлення таких об'єктів.

2. Описано бувають методи та засоби для виконання робочого освітлення усіх типів приміщень навчальних закладів. Встановлено, що для навчальних приміщень, спортзалів, актових залів та інших основних приміщень найбільш загальноприйнятою є система загального рівномірного освітлення, в котрій світлові прилади слід розміщувати рядами паралельно до світлових проїмів, а також відстань між рядами повинна не перевищувати половини розрахункової висоти.

3. Метою цієї роботи є розроблення системи внутрішнього освітлення приміщень Тернопільської загальноосвітньої школи I-III ступенів №26 імені Дмитра Заплітного. Для виконання даної мети в роботі були поставлені завдання:

- вибір для систем освітлення шкільних приміщень нормованих значень світлотехнічних характеристик;
- вибір світлових приладів та джерел світла;
- світлотехнічний розрахунок систем освітлення;
- розрахунок електричної освітлювальної мережі та її проектування;
- вибір апаратів захисту.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Характеристики об'єкта проектування

Тернопільська загальноосвітня школа I-III ступенів №26 імені Дмитра Заплітного розміщена за адресою вулиця Пантелеймона Куліша, 9, Тернопіль, Тернопільська область. Спроможність школи становить 1728 учнів. Будівля школи являє собою чотириповерхову споруду (рис. 1). із сумарною площею приміщень в ній понад 8309 м²



Рисунок 2.1 – Зображення будівлі тернопільської загальноосвітньої школи I-III ступенів №26 імені Дмитра Заплітного

Сумарна площа приміщень першого поверху становить 2457,5 м². На першому поверсі розміщені навчальні кабінети (площа 356,4 м²), актовий зал, площею 287,5 м², малий спортивний зал (площа 73,3 м²), робочі кабінети (площа 103,6 м²), кухня, їдальня, посудомийна та продуктовий склад (площа 544,2 м²), бібліотека та книгосховище (площа 136,8 м²) та кімнати з іншим типом призначення (коридори, туалети, сходові, інструментальні) із сумарною площею 955,7 м².

Сумарна площа приміщень другого поверху становить 2470 м², на ньому розміщені навчальні аудиторії із загальною площею 917,4 м², спортзал (площа 759 м²) тренажерний зал та кабінет вчителя фізкультури (площа 66 м²), та інші приміщення, сумарна площа яких становить 760,5 м².

Площа приміщень третього поверху становить 1708 м^2 , на якому розміщені навчальні кабінети (площа $893,4 \text{ м}^2$), інші приміщення (площа $814,5 \text{ м}^2$).

Площа приміщень четвертого поверху становить 1708 м^2 , на якому розміщені навчальні кабінети (площа 795 м^2), кабінет заступника, психолога та каса (86 м^2), інші приміщення (площа $826,4 \text{ м}^2$).

Усі приміщення, за винятком спортзалу, мають висоту $3,5 \text{ м}$, тобто відстань від підлоги до стелі. У спортзалі висота складає $6,0 \text{ м}$.

2.2 Вибір системи освітлення, виду та джерел світла

Для освітлення усіх приміщень будівлі школи, опираючись на рекомендації, які були приведені в аналітичному розділі, виберемо систему загального рівномірного освітлення. Освітлення за призначенням існує декілька типів (рис. 2.2): робоче використовується для забезпечення рівнів нормованих характеристик при звичних режимах роботи; у випадку припинення роботи робочого освітлення застосовується аварійне освітлення для того, щоб була можливість продовження діяльності; охоронне – для освітлення кордонів периметру території, яка охороняється та чергове освітлення[1,5].

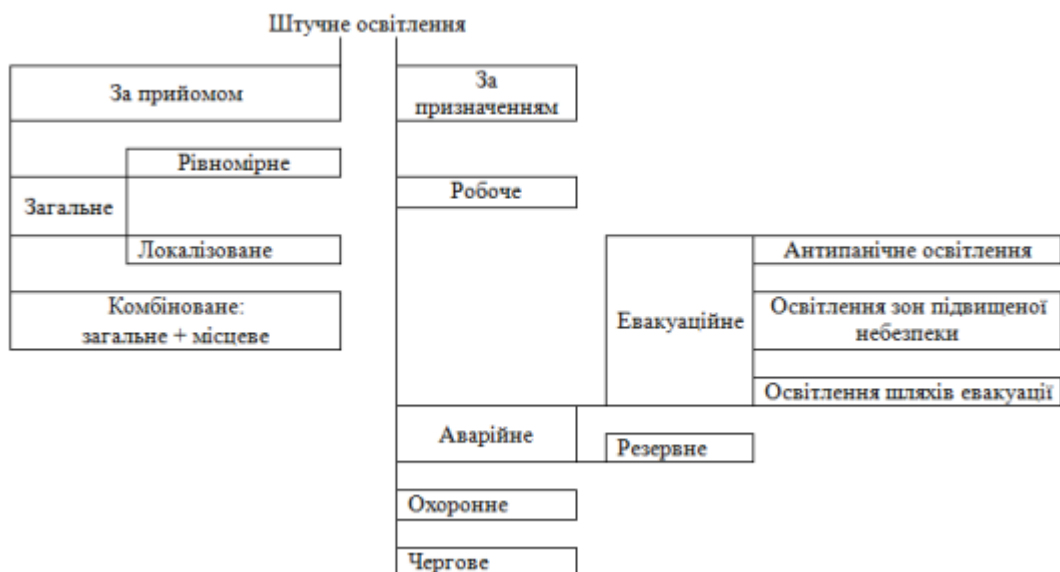


Рисунок 2.2 – Класифікація систем освітлення

Для всіх приміщень школи використаємо систему робочого освітлення.

Систему аварійного евакуаційного освітлення для освітлення шляхів евакуації застосуємо для приміщень основних коридорів.

Для виконання системи освітлення актового залу, спортзалу а також навчальних аудиторій, площа яких становить більше 60 м², в таких приміщеннях використаємо системи антипанічного освітлення і зон підвищеної небезпеки.

Свій вибір по джерелах світла для освітлення приміщень школи зупинимо на світлодіодах, яким притаманні наступні характеристики:

- віддача світла: 140... 250 лм/Вт;
- працездатність: 50 ... 100 тис. год;
- колірна передача: 85 ... 97;

Крім цього, світлодіодам властивий досить малий проміжок часу на запалювання та перезапалювання, а через те що в їх складі відсутня ртуть, на відміну від розрядних джерел світла, додає ще перевагу, яка полягає у відсутності необхідності використання додаткових спеціальних методів, що набагато зменшує вартість утилізації відпрацьованих джерел світла.

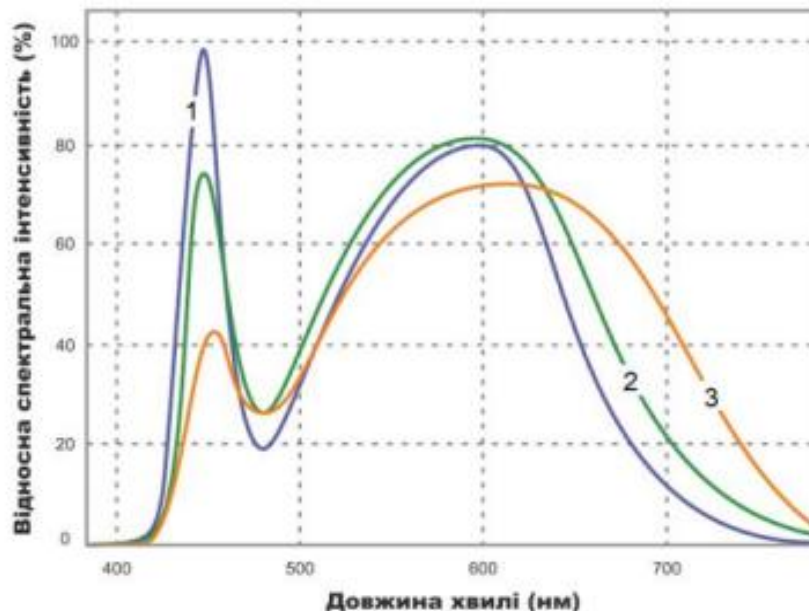


Рисунок 2.3 – Спектральні випромінювальні характеристики напівпровідникових джерел світла: 1 – холодно-біле свічення, 2 – нейтрально-біле свічення, 3 – тепло-біле свічення.

Беручи до уваги рекомендацій, які наведені в [1], в подальшому зупинимо свій вибір на світлових приладах із джерелами світла, котрим притаманне нейтрально-біле свічення із колірною температурою яка становить від 3800 К і до 4500 К, яким відповідає спектральна характеристика випромінювання 2, графік якої приведено на рис. 2.3

2.3 Вибір нормованих світлотехнічних характеристик систем освітлення шкільних приміщень.

Згідно з вимогами, наведених в [1], виконаємо вибір нормованих світлотехнічних систем освітлення шкільних приміщень. Середня вертикальна або горизонтальна освітленість є основним кількісним світлотехнічним параметром для світлових джерел світла. Для робочого освітлення всіх приміщень серед якісних параметрів передбачають показник M , а для приміщення актового залу ще й такий як циліндрична освітленість. Значення світлотехнічних нормованих параметрів шкільних приміщень наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Значення світлотехнічних нормованих параметрів робочого освітлення шкільних приміщень

Тип приміщень	Позначення на плані	E , лк	Висота та тип робочої поверхні	M , не більше
Навчальні кабінети	200, 201, 207, 209, 213 – 215, 217 – 219, 223, 226, 231 – 235, 301 – 303, 307, 311, 315 – 317, 319 – 321, 325, 329, 333 – 335, 402, 408, 409, 413 – 416, 418 – 420, 424, 426, 430, 431	400	Г – 0,8	40
		500	В – на середині дошки	
Майстерні, інструментальні, робочі кабінети, препараторні	102 – 105, 110 – 111а, 113, 116 – 118, 130, 136, 137, 207а, 208, 209а, 216, 301а, 307а, 308, 310, 311а, 318, 326, 328, 401, 408а, 409а, 423, 427, 432, 434	300	Г – 0,8	40

Продовження табл. 2.1

Тип приміщень	Позначення на плані	Е, лк	Висота та тип робочої поверхні	М, не більше
Спортивний зал	236	200	Г – 0,0	60
		75	В – 2,0 від пілоги на поздовжній осі приміщення	
Вестибюль	101	150	Г – 0,0	90
Веранда	100	100	Г – 0,8	40
Коридорні приміщення та сходові клітки, санвузли, кладові, роздягальні	107 – 109, 112, 112а, 114, – 115, 122, 124 – 125а, 127, 127а, 128 – 130а, 132, 202 – 204а, 210 – 212, 220 – 222а, 224, 227 – 228а, 230, 304, 306, 306а, 312, 312а, 314, 324, 324а, 330, 330а, 332, 404, 406, 406а, 410, 410а, 412, 421, 429	75	Г – 0,0	-
Інвентарна	116	50	Г – 0,8	-
Тамбур	100а	50	Г – 0,0	-
Їдальня	119	400	Г – 0,8	-
Кухня	120	200	Г – 0,8	-

Систему аварійного евакуаційного освітлення розробимо для головних шляхів евакуації, і для приміщень, площа яких складає понад 60 м², а також в яких одночасно може перебувати 30 та більше людей. Нормовані значення світлотехнічних параметрів системи аварійного освітлення для цих приміщень зображено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Нормовані значення світлотехнічних параметрів системи аварійного освітлення

Тип приміщень	Позначення на плані	Вид евакуаційного освітлення	E_{min} , лк	E_{max}/E_{min} , Не менше
Навчальні кабінети	207, 209, 217, 233, 307, 311, 319, 335, 408, 409	Антипанічне	1,0	40
Спортивний зал	236	Антипанічне		
Коридорні приміщення	107, 132, 203, 223, 313, 411, 428	Освітлення шляхів евакуації		

2.4 Вибір світлових приладів для освітлення приміщень школи

Вибір світлові прилади для освітлення приміщень школи зробимо, в першу чергу із вимог щодо їх монтажу. Для усіх приміщень системи загального освітлення виберемо світлові прилади із монтажем на стелю.

Для виконання освітлення приміщень навчальних кабінетів, робочих кабінетів, санвузлів, кладових, коридорів, інвентарних, майстерень та актового залу зупиним свій вибір на світлодіодних світильниках типу ДПО26В (рис. 2.4), вони розроблені для застосування в системі загального освітлення офісних, побутових та навчальних приміщеннях [7]. Також виберемо модифікацію світильників із корельовано колірною температурою 4000 К. Криву сили світла даних світильників представлено на рис. 2.4, а їхні заводські параметри – в таблиці 2.3.



Рисунок 2.4 – Зображення зовнішнього вигляду світильника типу ДПО26В

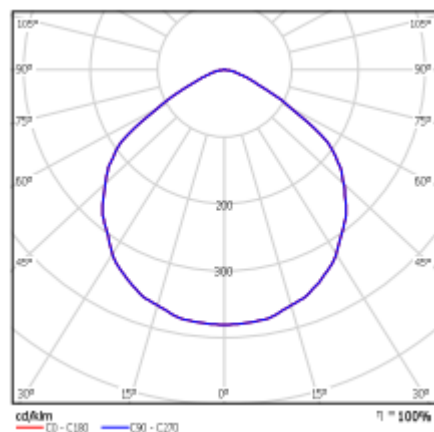


Рисунок 2.5– Крива сили світла світильника ДПО26В

Для освітлювання дошки в навчальних кабінетах та малих приміщень використаємо світильники серії ДСП55У АСТРА-LED (рис. 2.6) [8]. Модифікації світильників виберемо із корельовано колірною температурою 4000 К.



Рисунок 2.6 – Зображення зовнішнього вигляду світильника типу ДСП55У АСТРА-LED

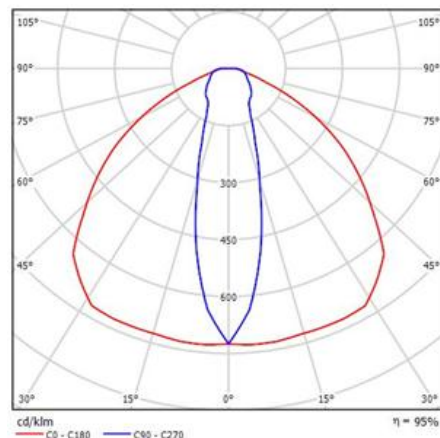


Рисунок 2.7 – Крива сили світла світильника ДСП55У АСТРА-LED

Для освітлення приміщення спортивного залу використаємо світильники типу ДО72У-100-04 У1 (рис. 2.8) [9], монтаж яких можна здійснювати на горизонтальну поверхню опорної стіни, а також можлива наявність в деяких модифікаціях захисної решітки, котра дозволяє монтувати їх в приміщеннях, де є ймовірність попадання в світильники різних предметів, тобто в спортивні зали.



Рисунок 2.8 – Зображення зовнішнього вигляду світильника типу ДО72У-100-04

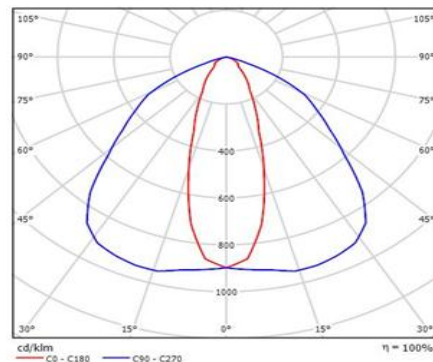


Рисунок 2.8 – Крива сили світла світильника ДСП55У АСТРА-LED

Технічні характеристики світильника наведено в табл. 2.3. Для наступних світлотехнічних розрахунків візьмемо світильники потужністю 100 Вт та з рекомендованою глибокою кривою сили світла (рис. 2.7), яку найбільш доцільно використовувати в приміщеннях з такою висотою.

Для освітлення евакуаційних шляхів, а також виконання евакуаційного та антипанічного освітлення в навчальних приміщеннях застосуємо світлові прилади типу ДПП06У (рис. 2.9), а також аварійні світлові покажчики типу ДБО02ВСП (рис. 2.10), технічні характеристики яких представлено в табл. 2.3 [11, 12].



Рисунок 2.8 – Зображення зовнішнього вигляду світильника типу ДПП06У



Рисунок 2.10 – Зображення зовнішнього вигляду світильника типу ДБО02ВСП

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики світлових приладів для освітлення приміщень школи

Технічна характеристика	Тип світлових приладів				
	ДПО26В	ДСП55У АСТРА-LED	ДО72У- 100-04	ДПП06У	ДБО02ВСП
Потужність, Вт	20 ... 50	15 ... 40	60 ... 120	8	6
Світловий потік, лк	2400 ... 6000	2025 ... 4050	8400 ... 28000	835	620
Світлова віддача, лк/Вт	120	110	202	104	103
Тип КСС	Д	Д	Д	Д	Д
<u>Корельована</u> колірна температура, К	3000 ... 5700	4000 ... 5000	3000 ... 6000	4000	4000
Коефіцієнт активної потужності	0,95	0,95	0,97	0,95	
Ступінь <u>пиловологозахисту</u>	IP20	IP65	IP65	IP65	IP65
Клас електрозахисту	I	I	I	I	I
Температура експлуатації, °С	-20 ... +40	-40 ... +40	-40 ... +40	-20 ... +40	-20 ... +40
Час роботи в аварійному режимі, год	-	-	-	3	10

Якщо в світильниках вбудовані блоки аварійного живлення, то такі пристрої можуть працювати як в постійному режимі (світиться на постійній основі, а живляться світлодіоди через драйвер в робочому режимі від електромережі) та і непостійному (починає світитись при відсутності напруги у мережі, при цьому світлодіоди живляться від акумуляторної батареї). Заряджання акумуляторних батарей відбувається коли появляється напруга в мережі.

2.5 Обчислення розрахункової висоти та коефіцієнту запасу

Вихідними даними для розрахунку систем освітлення є коефіцієнт запасу та висота встановлення світлових приладів яка береться для розрахунку над розрахунковою поверхнею, завдяки використанні якого, в світлотехнічних розрахунках береться до уваги зниження світлового потоку та освітленості на робочих поверхнях внаслідок старіння та запилення світлових приладів. Розрахункову висоту h_p розміщення світлових приладів над горизонтальними розрахунковими поверхнями визначимо, застосувавши формулу [4, 5]:

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

де h – висота приміщення в якому проводиться розрахунок;

h_n – висота підвісу, тобто відстань між внутрішньою поверхнею стелі приміщення і нижнім краєм світильника;

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

З характеристик приміщень школи встановлюємо, що для приміщення спортивного залу $h = 6,0$ м, а для всіх інших приміщень – $h = 3,5$ м

Відстань h_n визначимо, беручи до уваги габаритні розміри світлових приладів, які наведені у [7, 8], а саме їх товщини, яка становить:

для світильників ДПО26В модифікації 011 $h_n = 0,042$ м;

для світильників ДПО26В модифікації 001 $h_n = 0,052$ м;

для світильників ДО72У-100-04 У1 $h_n = 0,095$ м

для світильників ДСП55У АСТРА-LED $h_n = 0,170$ м;

Висоту робочої поверхні получимо із таблиці 2.3. Взявши числові значення параметру h , h_n та $h_{p.n.}$ і підставивши у формулу (2.1), то отримаємо:

– для робочих, навчальних кабінетів, інструментальних, майстерень та препаративних, в яких встановлені світильники типу ДПО26В, а висота робочої площини складає 0,8 м

$$h_p = 3,5 - 0,042 - 0,8 \approx 2,66 \text{ м}$$

– для приміщення спортзалу зі світильниками ДО72У-100-04 У1, та висотою робочої поверхні 0,0 м

$$h_p = 6,0 - 0,095 - 0,0 \approx 5,9 \text{ м}$$

– для тамбура, книгосховища, деяких санвузлів та коридорів і малих приміщень, в яких встановлені світильники типу ДСП55У АСТРА-LED, а висота робочої поверхні становить 0,0 м

$$h_p = 3,5 - 0,170 - 0,0 \approx 2,8 \text{ м}$$

Коефіцієнт запасу K_z визначимо за допомогою формули [1]:

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

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

де MF – коефіцієнт експлуатації;

$LLMF$ – докоефіцієнт, враховуючий падіння світлового потоку джерел світла в залежності від терміну їх експлуатації;

LSF – коефіцієнт, який визначається відношенням кількості ввімкнених в заданих умовах до сумарної кількості світильників освітлення в кімнаті;

LMF – коефіцієнт працездатності світлових приладів;

$RSMF$ – коефіцієнт працездатності площини, які оточують навколишнє середовище приміщення.

Для шкільних приміщень виберемо такі значення коефіцієнтів.

На прикладі даних, наведених в табл. 3.4 [1] обираємо $LSF = 1$, $LLMF = 0,85$, як для в системах освітлення приміщень в котрих використовуються світлові джерела світла спроможна бути в працездатному стані роботи 50000 годин, та також світловий потік яких за час всього терміну експлуатування понизиться до рівня не менше, ніж 80 % від початкового, і відсоток таких світильників складатиме не менше 90.

На підставі табл. В1 [1] визначаємо, що всі приміщення відносяться до класу чистоти С (Clean). Тому на основі табл. В6, вираховуємо значення коефіцієнта $RSMF = 0,95$.

Із табл. В5, яка розміщена на стор. 62, вираховуємо коефіцієнти експлуатації світлових приладів:

– для світлових приладів ДПО26В, ДСП55У LSF та ДО72У = 0,88;

– для світлових приладів ДПП06У ДБО02ВСП $LMF = 0,94$.

Підставимо у формулу(2.3) чисельні значення для даних величин $LLMF$, LSF , LMF та $RSMF$, і тоді получимо:

– для приміщенні зі світильниками ДПО26В, ДСП55У та ДО72У

$$MF = 1 \cdot 0,85 \cdot 0,88 \cdot 0,95 = 0,71,$$

звідки коефіцієнт запасу

$$K_3 = \frac{1}{0,71} = 1,41;$$

- для приміщень зі світильниками ДПП06У та ДБО02ВСП

$$MF = 1 \cdot 0,85 \cdot 0,94 \cdot 0,95 = 0,76,$$

звідки коефіцієнт запасу

$$K_3 = \frac{1}{0,76} = 1,32.$$

2.6 Електрична мережа систем освітлення приміщень школи

На підставі приведеного світлотехнічного розрахунку, в розрахунковому розділі визначено, щоб забезпечити усі шкільні приміщення необхідними рівнями нормованих параметрів систем освітлення сумарна потужність всіх світлових приладів системи складає 32,358 кВт.

Підключення світлових приладів системи освітлення приміщень школи розподілимо по групових лініях, котрі відходять від чотирнадцятьох щитів освітлення ЩО1 – ЩО14, розміщених в коридорних приміщеннях, позначених на планах 107 (ЩО1), 132 (ЩО2), 203 (ЩО3), 211 (ЩО4), 221 (ЩО5), 229 (ЩО6), 305 (ЩО7), 313 (ЩО8), 323 (ЩО9), 331 (ЩО10), 405 (ЩО11), 411 (ЩО12), 422 (ЩО13) та 428 (ЩО14). Дані щити підключені окремими лініями від відповідного розподільчого пристрою, котрий розміщений в електрощитовій, під номером 112 на плані.

В таблиці 2.4 наведено дані про групові лінії щитів систем освітлення приміщень школи.

Табл. 2.4 – Групові лінії щитів систем освітлення приміщень школи

Щит	Група споживачів	Світлові груп споживачів	Потужність, кВт
Щ01	Гр.1.1	Світильники в приміщенні 101	0,420
	Гр.1.2	Світильники в приміщеннях 100, 100а	0,110
	Гр.1.3	Світильники в приміщеннях 102, 103	0,205
	Гр.1.4	Світильники в приміщеннях 104, 105	0,235
	Гр.1.5	Світильники в приміщеннях 106, 107	0,125
	Гр.1.6	Світильники в приміщеннях 110, 110а, 111, 111а	0,740
	Гр.1.7	Світильники в приміщеннях 108, 108а, 109	0,105
	Гр.1.8	Світильники в приміщеннях 112, 112а	0,135
	Гр.1.9	Світильники в приміщеннях 114, 114а, 115	0,095
	Гр.1.10	Світильники в приміщеннях 117, 118	0,480
	Гр.1.11	Світильники в приміщеннях 116, 113	0,050
	Гр.1.12	Світильники в приміщенні 119	1,750
	Гр.1.13	Світильники в приміщенні 131	0,700
	Сумарна потужність		5,15
Щ02	Гр.2.1	Світильники в приміщеннях 120, 121, 123	0,345
	Гр.2.2	Світильники в приміщеннях 122, 124, 124а	0,070
	Гр.2.3	Світильники в приміщеннях 127, 127а, 129, 129а	0,160
	Гр.2.4	Світильники в приміщеннях 125, 125а, 128	0,110
	Гр.2.5	Світильники в приміщеннях 126, 130, 130а	0,520
	Гр.2.6	Світильники в приміщеннях 132, 133	0,125
	Гр.2.7	Світильники в приміщеннях 134, 135	0,525
	Гр.2.8	Світильники в приміщеннях 136, 137	0,210
	Сумарна потужність		2,065
Щ03	Гр.3.1	Світильники в приміщеннях 234, 235	0,410
	Гр.3.2	Світильники в приміщеннях 200, 201	0,645
	Гр.3.3	Світильники в приміщеннях 202, 203	0,125
	Гр.3.4	Світильники в приміщеннях 204, 204а, 205	0,160
	Гр.3.5	Світильники в приміщенні 206	0,050
	Гр.3.6	Світильники в приміщеннях 207, 207а	0,520
	Сумарна потужність		1,91
Щ04	Гр.4.1	Світильники в приміщеннях 208, 210, 210а	0,160
	Гр.4.2	Світильники в приміщеннях 209, 209а	0,520
	Гр.4.3	Світильники в приміщеннях 211, 212	0,125
	Гр.4.4	Світильники в приміщеннях 213, 214	0,650
	Гр.4.5	Світильники в приміщеннях 215, 216	0,430
	Гр.4.6	Світильники в приміщенні 236	2,000
	Сумарна потужність		3,885
Щ05	Гр.5.1	Світильники в приміщенні 217	0,360
	Гр.5.2	Світильники в приміщеннях 218, 219	0,640
	Гр.5.3	Світильники в приміщеннях 220, 221	0,125
	Гр.5.4	Світильники в приміщенні 223	0,325
	Гр.5.5	Світильники в приміщеннях 222, 222а, 224	0,175
	Сумарна потужність		1,625

Продовження табл. 2.4

Щ06	Гр.6.1	Світильники в приміщеннях 227, 228, 228а	0,175
	Гр.6.2	Світильники в приміщенні 225	0,050
	Гр.6.3	Світильники в приміщенні 226	0,325
	Гр.6.4	Світильники в приміщеннях 229, 230	0,125
	Гр.6.5	Світильники в приміщеннях 231, 232	0,650
	Гр.6.6	Світильники в приміщенні 233	0,365
Щ07	Сумарна потужність		1,69
	Гр.7.1	Світильники в приміщеннях 301, 301а	0,415
	Гр.7.2	Світильники в приміщеннях 302, 303	0,650
	Гр.7.3	Світильники в приміщеннях 304, 305	0,125
	Гр.7.4	Світильники в приміщеннях 306, 306а, 308	0,175
	Гр.7.5	Світильники в приміщенні 309	0,050
Щ08	Гр.7.6	Світильники в приміщеннях 307, 307а	0,520
	Сумарна потужність		1,935
	Гр.8.1	Світильники в приміщеннях 310, 312, 312а	0,175
	Гр.8.2	Світильники в приміщеннях 311, 311а	0,520
	Гр.8.3	Світильники в приміщеннях 313, 314	0,125
	Гр.8.4	Світильники в приміщеннях 315, 316	0,650
Щ09	Гр.8.5	Світильники в приміщеннях 317, 318	0,335
	Сумарна потужність		1,805
	Гр.9.1	Світильники в приміщенні 319	0,365
	Гр.9.2	Світильники в приміщеннях 320, 321	0,650
	Гр.9.3	Світильники в приміщеннях 322, 323	0,125
	Гр.9.4	Світильники в приміщенні 325	0,325
Щ10	Гр.9.5	Світильники в приміщеннях 324, 324а, 326	0,175
	Сумарна потужність		1,64
	Гр.10.1	Світильники в приміщеннях 328, 330, 330а	0,175
	Гр.10.2	Світильники в приміщенні 327	0,050
	Гр.10.3	Світильники в приміщенні 329	0,325
	Гр.10.4	Світильники в приміщеннях 331, 332	0,125
Щ11	Гр.10.5	Світильники в приміщеннях 333, 334	0,650
	Гр.10.6	Світильники в приміщенні 335	0,365
	Сумарна потужність		1,69
	Гр.11.1	Світильники в приміщенні 433	0,060
	Гр.11.2	Світильники в приміщеннях 401, 434	0,390
	Гр.11.3	Світильники в приміщеннях 402, 403	0,650
Щ12	Гр.11.4	Світильники в приміщеннях 404, 405	0,125
	Гр.11.5	Світильники в приміщеннях 408, 408а	0,520
	Гр.11.6	Світильники в приміщенні 407	0,050
	Гр.11.7	Світильники в приміщеннях 406, 406а	0,140
	Сумарна потужність		1,935
	Гр.12.1	Світильники в приміщеннях 410, 410а	0,140
Щ12	Гр.12.2	Світильники в приміщеннях 409, 409а	0,520
	Гр.12.3	Світильники в приміщеннях 411, 412	0,125
	Гр.12.4	Світильники в приміщеннях 413, 414	0,650
	Гр.12.5	Світильники в приміщеннях 415, 416	0,410
	Гр.12.6	Світильники в приміщенні 417	0,060

Продовження табл. 2.4

ЩО12	Сумарна потужність		1,905
ЩО13	Гр.13.1	Світильники в приміщенні 418	0,190
	Гр.13.2	Світильники в приміщеннях 419, 420	0,650
	Гр.13.3	Світильники в приміщеннях 421, 422	0,125
	Гр.13.4	Світильники в приміщенні 424	0,325
	Гр.13.5	Світильники в приміщенні 423	0,180
	Сумарна потужність		1,47
ЩО14	Гр.14.1	Світильники в приміщенні 427	0,180
	Гр.14.2	Світильники в приміщенні 425	0,050
	Гр.14.3	Світильники в приміщенні 426	0,325
	Гр.14.4	Світильники в приміщеннях 428, 429	0,125
	Гр.14.5	Світильники в приміщеннях 430, 431	0,650
	Гр.14.6	Світильники в приміщенні 432	0,180
		Сумарна потужність	

Для живлення щитів освітлення виберемо п'ятижильні кабелі, а для групових ліній трижильні кабелі марки ВВГнг

2.7 Висновки до розділу

1. Для освітлення приміщень школи було обрано систему загального рівномірного освітлення. Передбачено що в приміщення де одночасно може знаходитись понад 30 людей і їх площа більша за 60 м² повинно бути встановлено системи аварійного, евакуаційного та антипанічного освітлення і також освітлення шляхів евакуації.

2. Вибрано нормовані світлотехнічні параметри для системи освітлення приміщень школи. Встановлено, що освітленість горизонтальної робочої поверхні є основним нормативним кількісним параметром систем освітлення шкільних приміщень, а для деяких приміщень – і освітленість у вертикальній площині. Показник дискомфорту та циліндрична освітленість є якісними параметрами.

3. Вибрано світлові прилади для системи освітлення приміщень школи. Для освітлення навчальних кабінетів, робочих кабінетів, деяких коридорів та санвузлів, веранди, роздягальнь, вестибюлю, препараторських, майстерень

зупинили свій вибір на напівпровідникові світильники типу ДПО26В , для освітлення приміщення спортивного залу – світильники типу ДО72У, в системах робочого освітлення коридорних приміщень, продуктового складу, книгосховища, приміщень санвузлів, приміщень складових та тамбуру – світильники типу ДСП55У, а для аварійного освітлення застосуємо світлові прилади ДПП06У і також світлові покажчики типу ДБО02ВСП.

4. Залежно які вибрані світлові прилади та типу приміщень визначено коефіцієнти запасу та експлуатації та розрахункову висоту приміщень, які були застосовані в подальших розрахунках. На основі проведених розрахунків і отриманих результатів встановлено, що розрахункова висота приміщень становить від 2,66 до 5,9 м, і коефіцієнт запасу – 1,41.

5. На основі світлотехнічного розрахунку розраховано кількість та потужність світлових приладів, потрібних для забезпечення нормованих кількісних та якісних світлотехнічних параметрів в приміщеннях об'єкта.

6. Підключення світлових приладів робочого та аварійного освітлення виконано по кабелях марки ВВГнг від чотирнадцятьох щитів, розміщених по два на першому та по чотири на другому, третьому та четвертому поверхах.

3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок систем освітлення приміщень школи за допомогою методу коефіцієнта використання

Світлотехнічний розрахунок проведемо за допомогою формулу [4, 5, 12]:

$$E = \frac{N\Phi_{\text{СП}}U}{SzK}, \quad (3.1)$$

де N – кількість світлових приладів, використовуваних в освітленні приміщень школи;

$\Phi_{\text{СП}}$ – світловий потік світлового джерела;

U – використовуваний світловий потік;

S – площа кімнати в якій виконується розрахунок;

z – коефіцієнт мінімальної освітленості, який при розрахунку на середню освітленість в розрахунок не береться.

K_3 – коефіцієнт запасу.

Коефіцієнт використання визначимо, за допомогою формули [12]:

$$U = \eta_{\text{СП}} \cdot \eta_{\text{П}} \quad (3.2)$$

де $\eta_{\text{СП}}$ – коефіцієнт корисної дії світлового приладу;

$\eta_{\text{П}}$ – коефіцієнт позитивної дії кімнати.

Прийmemo, що для світлового приладу з заданим світловим потоком $\eta_{\text{СП}} = 1$, тому

$$U = \eta_{\text{П}} \quad (3.3)$$

Залежності $U = \eta_{II}$, для світлових приладів з різними коефіцієнтами відбивання підлоги та кривими сили світла, стіни та стелі відповідно 0,2, 0,5 та 0,7, від індексу приміщень, який розраховується на основі площі S , і також довжини A і ширини B та розрахункової висоти приміщення h_p за формулою:

$$i = \frac{S}{K_3 \cdot (A + B)} \quad (3.4)$$

показані на рис. 3.1 [13].

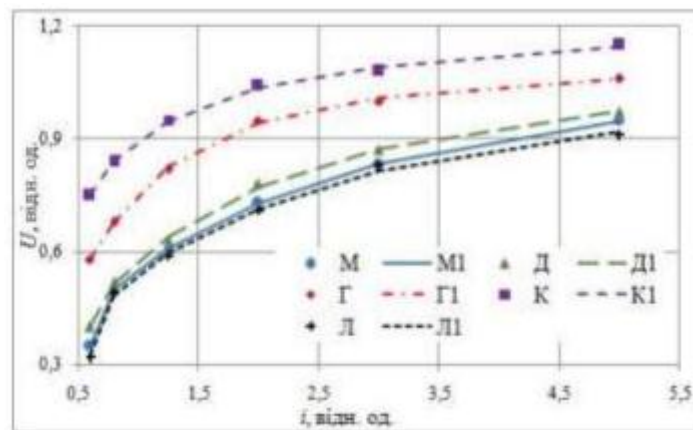


Рисунок 3.1 – Залежності коефіцієнта використання світлового потоку від індексу приміщення

Покажемо розрахунок для приміщення спортзалу. В минулому розділі було вказано, що для системи робочого освітлення даної кімнати було обрано світловий прилад із кривою сили світла яка відноситься до типу Г.

Для найефективнішої відстані між світловими пристроями розраховуємо, виходячи із оптимальної відносної відстані між світильниками та їхніми рядами $\lambda = \frac{L}{h_p}$, яка для світильників із глибокою кривою сили світла складає від 0,9 до 1,0 [14].

В такому випадку для розрахункової висоти приміщення спортивного залу $h_p = 5,9\text{м}$ відстань

$$L = \lambda \cdot h_p \quad (3.5)$$

$$L = 0,9 \cdot 5,9 = 5,31 \text{ м}$$

Кількість світильників в одному ряді N_A та кількість рядів світильників N_B :

$$N_A = \frac{A}{L}, N_B = \frac{B}{L}, \quad (3.6)$$

$$N_A = \frac{23}{5,31} = 4,33 \approx 4, N_B = \frac{33}{5,31} = 6,2 \approx 6$$

Кількість світлових приладів в приміщенні:

$$N = N_A \cdot N_B \quad (3.7)$$

$$N = 4 \cdot 6 = 24$$

Індекс приміщення спортивного залу

$$i = \frac{759}{5,9 \cdot (33 + 23)} = 2,3$$

Коефіцієнт використання вирахуємо з залежності [13]:

$$U = \frac{0,040}{i^3} + \frac{-0,036}{i^2} + \frac{-0,384}{i} + 1,137 \quad (3.8)$$

$$U = \frac{0,040}{2,3^3} + \frac{-0,036}{2,3^2} + \frac{-0,384}{2,3} + 1,137 = 0,96$$

З формули (3.1) розрахуємо світловий потік світлового приладу:

$$\Phi_{\text{СП}} = \frac{E_{\text{Н}}SK_3}{NU}, \quad (3.9)$$

$$\Phi_{\text{СП}} = \frac{200 \cdot 759 \cdot 1,41}{24 \cdot 0,96} = 9290 \text{ лк}$$

Виходячи з [9], обираємо найближчий світловий потік 12000 лм, який має світильник ДО72У-100-04 У1 потужністю 100 Вт.

Розрахункова середня освітленість $E_{\text{Р}}$, яка буде потрапляти на поверхню підлоги спортивного залу світловим потоком двадцяти світильників типу ДО72У-100-04 У1:

$$E_{\text{Р}} = \frac{\Phi_{\text{СП}}NU}{SK_3}, \quad (3.10)$$

$$E_{\text{Р}} = \frac{12000 \cdot 20 \cdot 0,96}{759 \cdot 1,41} = 215 \text{ лк.}$$

Різниця між розрахованим та нормованим значеннями освітленості:

$$\Delta E = \frac{E_{\text{Р}} - E_{\text{Н}}}{E_{\text{Н}}} \cdot 100\% \quad (3.11)$$

$$\Delta E = \frac{215 - 200}{200} \cdot 100\% = 7,5\%$$

що є допустимо, тому що, відносна різниця освітленостей повинна бути в межах від -10 до $+20\%$.

Індекс приміщення для навчального кабінету 201:

$$i = \frac{54}{1,41 \cdot (6 + 9)} = 2,55$$

коефіцієнт використання, за умови, що використовуються світильники яким притаманна крива сили світла яка відноситься до типу Д:

$$U = \frac{-0,177}{i^3} + \frac{0,663}{i^2} + \frac{-1,067}{i} + 1,160, \quad (3.12)$$

$$U = \frac{-0,177}{2,55^3} + \frac{0,663}{2,55^2} + \frac{-1,067}{2,55} + 1,160 = 0,8.$$

Між світловими приладами із косинусною кривою сили світла оптимальна відносна відстань становить 1,5 [14]. Звідси кількість світлових приладів в приміщенні:

$$L = 1,5 \cdot 2,6 = 3,99 \text{ м}$$

$$N_A = \frac{6}{3,9} = 1,5 \approx 2, N_B = \frac{9}{3,9} = 2,3 \approx 2$$

$$N = 2 \cdot 2 = 4$$

Світловий потік одного світильника

$$\Phi_{\text{СП}} = \frac{400 \cdot 54 \cdot 1,41}{4 \cdot 0,8} = 9450 \text{ лм.}$$

З [7] ми бачимо, що з існуючих світильників які відносяться до типу ДПО26В не є можливо підібрати світловий прилад потрібної потужності, щоб світловий потік якого був би близьким до розрахункового. Тому визначимо сумарний світловий потік $\Phi_{\text{СП}\Sigma}$ світильників, якого буде досить для забезпечення нормованої освітленості:

$$\Phi_{\text{СП}\Sigma} = \frac{E_{\text{н}} S K_3}{U}$$

$$\Phi_{\text{СП}\Sigma} = \frac{400 \cdot 54 \cdot 1,41}{0,8} = 38070 \text{ лм.}$$

Загальна кількість світильників ДПО26В різної потужності, які спроможні створити необхідний світловий потік:

$$P_{\text{СП}} = 25\text{Вт}, N = \frac{38070}{3000} \approx 13, P_{\text{СП}\Sigma} = 15 \cdot 25 = 325;$$

$$P_{\text{СП}} = 30\text{Вт}, N = \frac{38070}{3600} \approx 11, P_{\text{СП}\Sigma} = 11 \cdot 30 = 330;$$

$$P_{\text{СП}} = 35\text{Вт}, N = \frac{38070}{4200} \approx 9, P_{\text{СП}\Sigma} = 9 \cdot 35 = 315;$$

З результатів розрахунку видно що, найбільш раціональною щодо енергоємності та кількості світлових приладів є система освітлення, яка складається із 9 світлових приладів серії ДПО26В–35–011. Середня освітленість, котру буде забезпечувати ця система:

$$E_p = \frac{4200 \cdot 9 \cdot 0,8}{54 \cdot 1,41} = 397 \text{ лк},$$

а різниця від нормованого значення:

$$\Delta E = \frac{397 - 400}{400} \cdot 100\% = -0,75\%$$

що є цілком допустимо.

Аналогічно проводимо розрахунок і визначаємо кількість та потужність світлових приладів і для всіх інших приміщень. Результати розрахунку представлено в Додатку А.

3.2 Розрахунок світлотехнічних характеристик системи освітлення в програмі DIALux

Для певних приміщень розрахунок методом коефіцієнта використання є неточним і можуть бути значні неточності. Даними приміщенням являються, приміщення з непрямокутною формою або кімнати з меншим чим 0,5 індексом. Крім цього, потрібно провести розрахунок мінімальної горизонтальної освітленості, вертикальної освітленості, а також циліндричної освітленості та якісних характеристик показника дискомфорту, що не можливо розрахувати на основі методу коефіцієнта використання. Тому наступні розрахунки проведемо в пакеті DIALux і покажемо на прикладі приміщення спортзалу за наступною послідовністю.

1. В пакеті DIALux за допомогою редактора створюємо приміщення, задаючи йому розміри та форму (рис. 3.2 а).

	x	y	z
1	0.000	-0.000	23.000
2	23.000	0.000	33.000
3	23.000	33.000	23.000
4	0.000	33.000	33.000

а)

б)

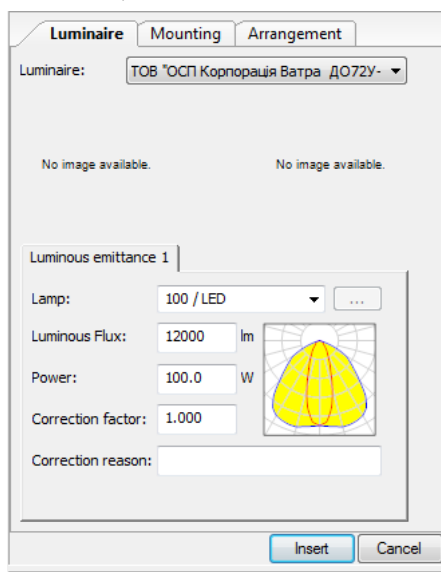
в)

г)

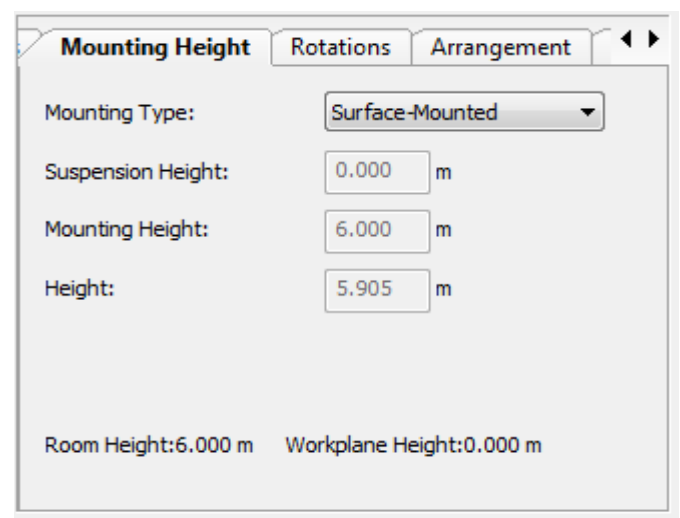
Рисунок 3.2 – Редагування характеристик приміщення спортзалу в програмі DIALux.

2. Коефіцієнт експлуатації, аналогом котрого в програмі DIALux є коефіцієнт зменшення, вноситься в вкладці методу плану техобслуговування (рис. 3.2 б). У нашому випадку коефіцієнт зменшення складає 0,71.

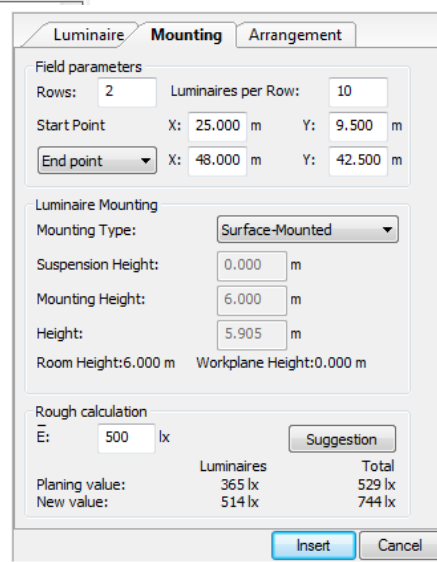
3. Значення висоти розміщення робочої поверхні та коефіцієнтів відбивання стелі, стін та підлоги вносимо в меню площини кімнати (рис. 3.2 в), та в вкладці робочої поверхні (рис. 3.2 г) вносимо її висоту розташування над підлогою 0,0 м.



а)



в)



г)

Рисунок 3.3 – Внесення світлових приладів в проект та редагування їх характеристик встановлення в середовищі програми DIALux

4. Завантаження світлових приладів проект освітлення зробимо за допомогою команди вставлення (рис. 3.3 а), кількість рядів та кількість світильників в одному ряді та висоту їх встановлення записуємо в меню позицій (рис. 3.3 б) і висоти монтажу(рис. 3.3 в).

5. Після розрахунку матимемо наступні результати:

мінімальна освітленість – 60 лк;

середня освітленість – 222 лк;

максимальна освітленість – 528 лк;

відношення мінімальної освітленості до середньої – 0,268.

На рис. 3.4 зображено лінії однакової освітленості на робочій поверхні залу для заняття спортом.

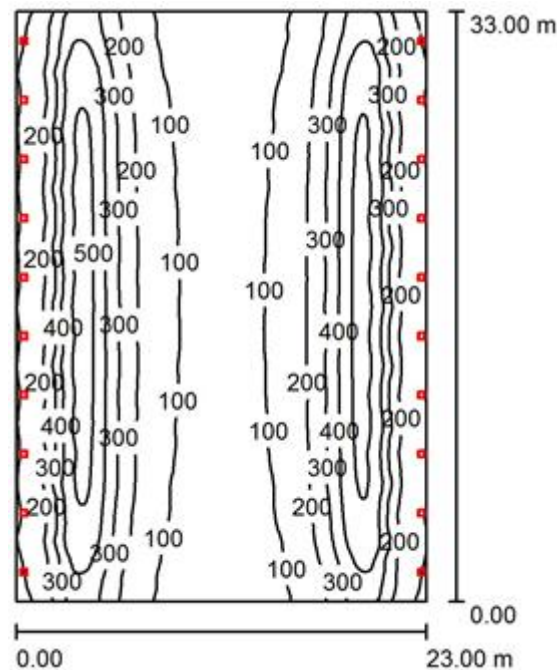


Рисунок 3.4 – Лінії однакової освітленості на робочій поверхні спортивного

Відмінність між параметрами розрахованої та нормованої освітленості складає:

$$\Delta E = \frac{222 - 200}{200} \cdot 100\% = 0,11\%$$

Для того щоб розрахувати вертикальну освітленість введемо вертикальні поверхні на висоту 2,0 м над підлогою розмірами $23 \times 0,010 \text{ м}^2$, котрі розміщені на поздовжній осі даного приміщення (рис. 3.5). Аналогічно введемо і розрахункову поверхню для циліндричної освітленості на підлозі актового залу і для розрахунку точки вертикальної освітленості на центрі дошки кабінету навчального класу.

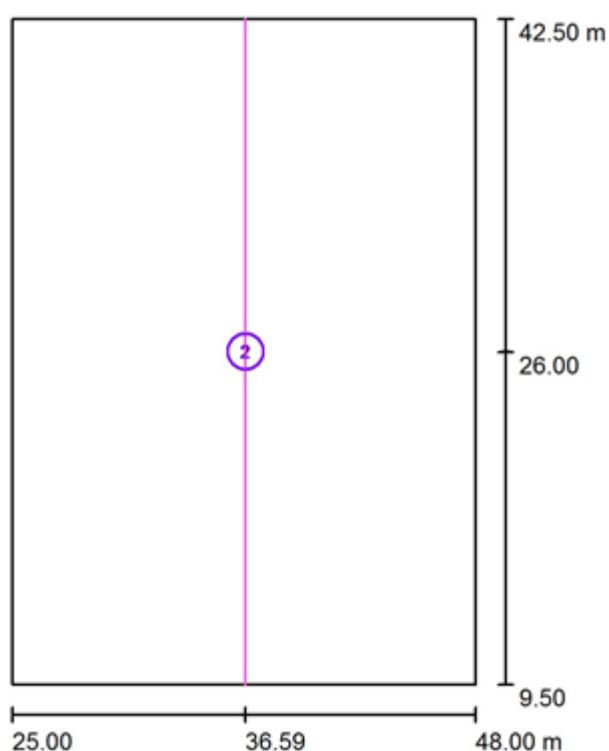


Рисунок 3.5 – Розміщення вертикальних розрахункових поверхонь в системі освітлення спортивного залу

В результаті зробленого розрахунку для визначення значень вертикальної та циліндричної освітленості визначено:

в залі для заняття спортом визначена вертикальна освітленість в аудиторії складає 79 лк при допустимі величині 75 лк;

значення вертикальна освітленість в центрі дошки навчального приміщенні 201 складає 277 лк при нормованому значенні 500 лк, тому

використаємо додаткові світлові прилади типу ДСП55У-10-301АСТРА-LED [8] та потужністю 10 Вт, внаслідок чого освітленість на поверхні дошки збільшиться від даного світильника і становитиме 490 лк.

Для того, щоб розрахувати показник дискомфорту в приміщенні спортзалу встановимо трьох віртуальних спостерігачів, місце з розташуванням яких та напрям їхніх ліній зору зображено на рис. 3.6.

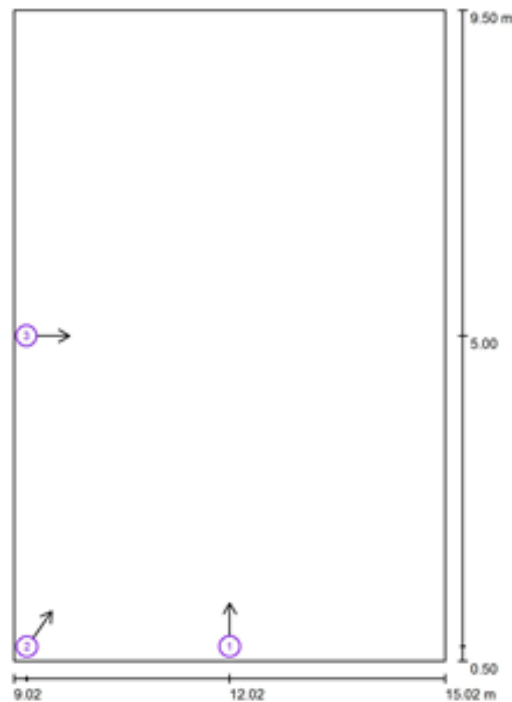


Рисунок 3.6 – Розміщення віртуальних спостерігачів в приміщенні спортивного залу для оцінки об'єднаного показника дискомфорту

В результаті проведеного розрахунку визначено, що для спостерігача 1 є притаманна максимальна величина об'єднаного показника дискомфорту UGR і вона складає 23. Підставивши це значення UGR у формулу (1.2), отримаємо:

$$M = 10^{\frac{23+4,8}{16}} = 54, ,$$

що являється допустимим, тому що, для приміщення спортзалу нормоване значення даного показника становить 60

Для навчального кабінету 201 максимальне значення $UGR=19$ притаманне для спостерігача 1 (рис. 4.8), звідси

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

що являється допустимими, тому що, для навчальних кабінетів це значення не повинно перевищувати 40.

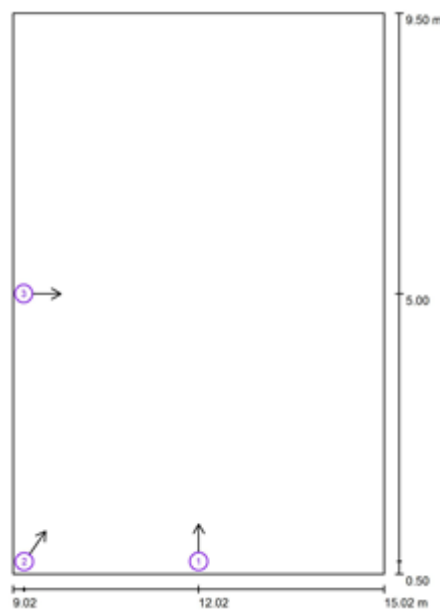


Рисунок 3.7 – Розміщення спостерігачів в навчальному кабінеті 201 для оцінки об'єднаного показника дискомфорту

Аварійне освітлення спортзалу буде здійснюватися світильниками робочого освітлення, оскільки в школі є наявний генератор і при вимкненні електропостачання від електромережі, живлення світлових приладів відбувається від генератора.

На рис. 3.8 та 3.9 зображено розподіл значень освітленості від систем аварійного освітлення коридору 203 та навчального кабінету 207.

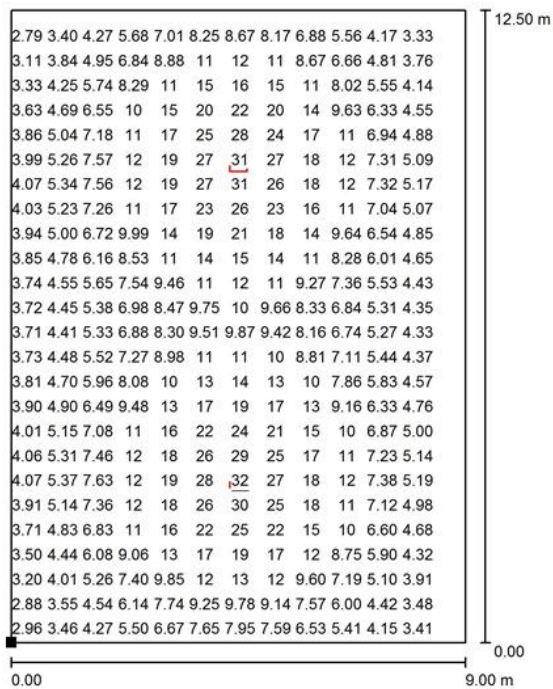


Рисунок 3.8 – Графік розподілу значень освітленості від системи аварійного освітлення коридору 203, побудованої на основі двох світильників ДПП06У: мінімальна освітленість – 2,77 лк, відношення максимальної освітленості до мінімальної – 11,55

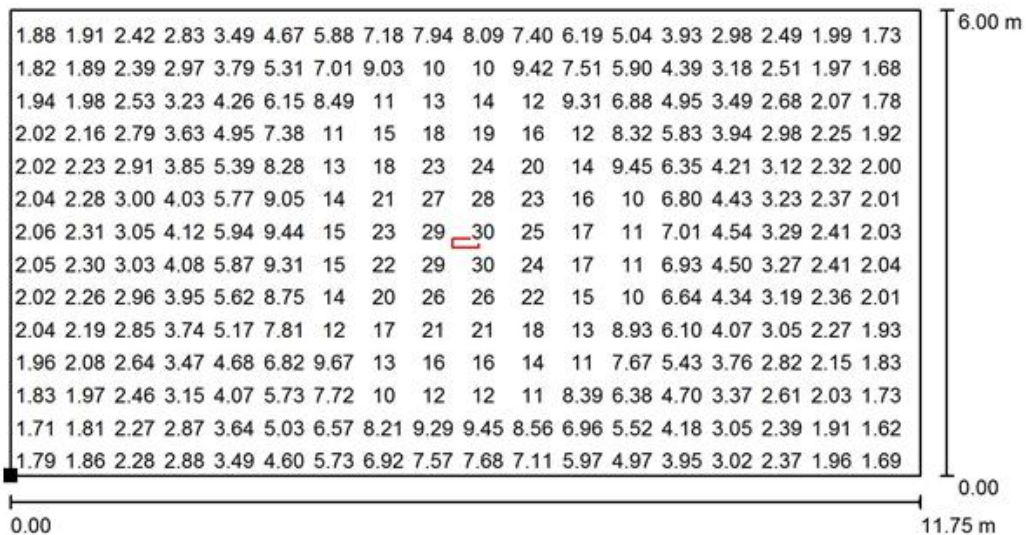


Рисунок 3.9 – Графік розподілу значень освітленості від системи аварійного освітлення навчального кабінету 207, побудованої на основі одного світильника ДПП06У: мінімальна освітленість – 1,52 лк, відношення максимальної освітленості до мінімальної – 20,4

3.3 Електротехнічний розрахунок системи освітлення школи по струму навантаження та вибір апаратів захисту

Для групових ліній розподільчої мережі та ліній живлення світильників, через які живляться щити освітлення виконаємо розрахунок по струму навантаження. Основні формули для розрахунку однофазних та трифазних ділянок електричної освітлювальної мережі мають відповідно вигляд [5]:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{U_\phi \cdot \cos\varphi}, \quad (3.13)$$

$$I_p = \frac{P \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_\pi \cdot \cos\varphi}, \quad (3.14)$$

де P_p – встановлена потужність обладнання, яке живиться через дану ділянку мережі, кВт.

$U_\phi = 220$ В, $U_\pi = 380$ В – відповідно значення фазної та лінійної напруги;
 $\cos \varphi = 0,94$ – коефіцієнт активної потужності;

Розрахунок проведемо на прикладі групової лінії Гр. 4.6, через яку живляться система світлових приладів освітлення спортивного залу та лінії розподільчої мережі, яка живить щит ЩО4.

Для групової лінії Гр. 4.6, для якої $P_p = 2$ кВт, $\cos \varphi = 0,95$.

Підставляючи ці значення у формулу (3,13) отримаємо:

$$I_p = \frac{2 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,95} = 9,5 \text{ А.}$$

Для лінії розподільчої мережі, яка живить щит ЩО4 $\cos \varphi = 0,94$ та $P_p = 3,885$ кВт у формулу (3.14), і отримаємо:

$$I_p = \frac{3,885 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,94} = 6,3 \text{ А.}$$

Відповідно для цих ділянок вибираємо кабелі марок ВВГнг-3×1,5 та ВВГнг-3×1,5. Для інших ділянок розрахунок виконуємо аналогічно. Результати розрахунку представлено в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку по струму навантаження та вибору апаратів захисту

Щит освітлення	Група	Потужність, кВт	Робочий струм, А	Тип кабелю	Апарат захисту
ЩО1	Гр.1.1	0,420	2,1	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А АСКО
	Гр.1.2	0,110	0,53	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.1.3	0,205	0,98	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	Гр.1.4	0,235	1,12	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	Гр.1.5	0,125	0,59	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	Гр.1.6	0,740	3,54	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 4А АСКО
	Гр.1.7	0,105	0,50	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.1.8	0,135	0,61	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	Гр.1.9	0,095	0,45	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.1.10	0,480	2,29	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А АСКО
	Гр.1.11	0,050	0,23	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.1.12	1,750	8,34	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 10А АСКО
	Гр.1.13	0,700	3,34	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 4А АСКО
ЩО1	5,15	8,3	ВВГнг-5х1,5	ВА-2017/С 3р 10А АСКО	
ЩО2	Гр.2.1	0,345	1,65	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	Гр.2.2	0,070	0,33	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.2.3	0,160	0,76	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	Гр.2.4	0,110	0,52	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.2.5	0,520	2,48	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А АСКО
	Гр.2.6	0,125	0,59	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.2.7	0,525	2,51	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А АСКО
	Гр.2.8	0,210	1	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
ЩО2	2,065	3,4	ВВГнг-5х1,5	ВА-2017/С 3р 4А АСКО	
ЩО3	Гр.3.1	0,410	1,96	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А АСКО
	Гр.3.2	0,645	3,08	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 4А АСКО
	Гр.3.3	0,125	0,59	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.3.4	0,160	0,76	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	Гр.3.5	0,050	0,23	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.3.6	0,520	2,48	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А АСКО
	ЩО3	1,91	3,08	ВВГнг-5х1,5	ВА-2017/С 3р 4А АСКО

Продовження табл. 3.1

Щит освітлення	Група	Потужність, кВт	Робочий струм, А	Апарат захисту	
				Тип кабелю	
ЩО4	Гр.4.1	0,160	0,76	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р2А АСКО
	Гр.4.2	0,520	2,48	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р3А АСКО
	Гр.4.3	0,125	0,59	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р2А АСКО
	Гр.4.4	0,650	3,11	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р4А АСКО
	Гр.4.5	0,430	2,05	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р3А АСКО
	Гр.4.6	2,000	9,5	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р10А АСКО
	ЩО4	3,885	6,27	ВВГнг-5х1,5	ВА-2017/С 3р10А АСКО
ЩО5	Гр.5.1	0,360	1,72	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р3А АСКО
	Гр.5.2	0,640	3,06	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р4А АСКО
	Гр.5.3	0,125	0,59	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р1А АСКО
	Гр.5.4	0,325	1,55	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р2А АСКО
	Гр.5.5	0,175	0,83	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р2А АСКО
	ЩО5	1,625	2,62	ВВГнг-5х1,5	ВА-2017/С 3р4А АСКО
ЩО6	Гр.6.1	0,175	0,83	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р2А АСКО
	Гр.6.2	0,050	0,23	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р1А АСКО
	Гр.6.3	0,325	1,55	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р2А АСКО
	Гр.6.4	0,125	0,59	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р1А АСКО
	Гр.6.5	0,650	3,11	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р4А АСКО
	Гр.6.6	0,365	1,74	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р3А АСКО
	ЩО6	1,69	2,73	ВВГнг-5х1,5	ВА-2017/С 3р4А АСКО
ЩО7	Гр.7.1	0,415	1,98	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р3А АСКО
	Гр.7.2	0,650	3,11	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р4А АСКО
	Гр.7.3	0,125	0,59	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р1А АСКО
	Гр.7.4	0,175	0,83	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р2А АСКО
	Гр.7.5	0,050	0,23	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р1А АСКО
	Гр.7.6	0,520	2,48	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р3А АСКО
	ЩО7	1,935	3,12	ВВГнг-5х1,5	ВА-2017/С 3р4А АСКО
ЩО8	Гр.8.1	0,175	0,83	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р2А АСКО
	Гр.8.2	0,520	2,48	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р3А АСКО
	Гр.8.3	0,125	0,59	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р1А АСКО
	Гр.8.4	0,650	3,11	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р4А АСКО
	Гр.8.5	0,335	1,60	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р2А АСКО
	ЩО8	1,805	2,91	ВВГнг-5х1,5	ВА-2017/С 3р4А АСКО
ЩО9	Гр.9.1	0,365	1,74	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р3А АСКО
	Гр.9.2	0,650	3,11	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р4А АСКО
	Гр.9.3	0,125	0,59	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р2А АСКО
	Гр.9.4	0,325	1,55	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р2А АСКО
	Гр.9.5	0,175	0,83	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р2А АСКО
	ЩО9	1,64	2,65	ВВГнг-5х1,5	ВА-2017/С 3р4А АСКО

Продовження табл. 3.1

ЩО10	Гр.10.1	0,175	0,83	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	Гр.10.2	0,050	0,23	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.10.3	0,325	1,55	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	Гр.10.4	0,125	0,59	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.10.5	0,650	3,11	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 4А АСКО
	Гр.10.6	0,365	1,74	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А АСКО
	ЩО10	1,69	2,73	ВВГнг-5х1,5	ВА-2017/С 3р 4А АСКО
ЩО11	Гр.11.1	0,060	0,28	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.11.2	0,390	1,86	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А АСКО
	Гр.11.3	0,650	3,11	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 4А АСКО
	Гр.11.4	0,125	0,59	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.11.5	0,520	2,48	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А АСКО
	Гр.11.6	0,050	0,23	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.11.7	0,140	0,66	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	ЩО11	1,935	3,12	ВВГнг-5х1,5	ВА-2017/С 3р 4А АСКО
ЩО12	Гр.12.1	0,140	0,66	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.12.2	0,520	2,48	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А АСКО
	Гр.12.3	0,125	0,59	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.12.4	0,650	3,11	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 4А АСКО
	Гр.12.5	0,410	1,96	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	Гр.12.6	0,060	0,28	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	ЩО12	1,905	3,07	ВВГнг-5х1,5	ВА-2017/С 3р 4А АСКО
ЩО13	Гр.13.1	0,190	0,90	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	Гр.13.2	0,650	3,11	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 4А АСКО
	Гр.13.3	0,125	0,59	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.13.4	0,325	1,55	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	Гр.13.5	0,180	0,86	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	ЩО13	1,47	2,37	ВВГнг-5х1,5	ВА-2017/С 3р 4А АСКО
ЩО14	Гр.14.1	0,180	0,86	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	Гр.14.2	0,050	0,23	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.14.3	0,325	1,55	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	Гр.14.4	0,125	0,59	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А АСКО
	Гр.14.5	0,650	3,11	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 4А АСКО
	Гр.14.6	0,180	0,86	ВВГнг-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А АСКО
	ЩО14	1,51	2,44	ВВГнг-5х1,5	ВА-2017/С 3р 4А АСКО

В ролі апаратів захисту застосуємо автоматичні вимикачі. Значення струмів вставок I_n даних вимикачів вирахуємо з умови [1]:

$$I_p \leq I_n \leq I_\delta \quad (3.15)$$

де I_0 – допустимий струм, який може проходити по кабелю з мідною жилою і площею поперечного перерізу $1,5 \text{ мм}^2$, та виходячи із умов нагріву, дорівнює 16 А для кабелів із п'ятьма та 19 А для кабелів із трьома жилами.

3.4 Розрахунок втрати напруги для електричної освітлювальної мережі приміщень школи

Для кожного щита найбільш завантажених групових ліній найбільш віддалених споживачів виконаємо розрахунок мережі по втраті напруги і покажемо на прикладі ділянок, які живлять світлові прилади групової лінії Гр. 2.7. Схему для розрахунку наведено на рис. 3.10.

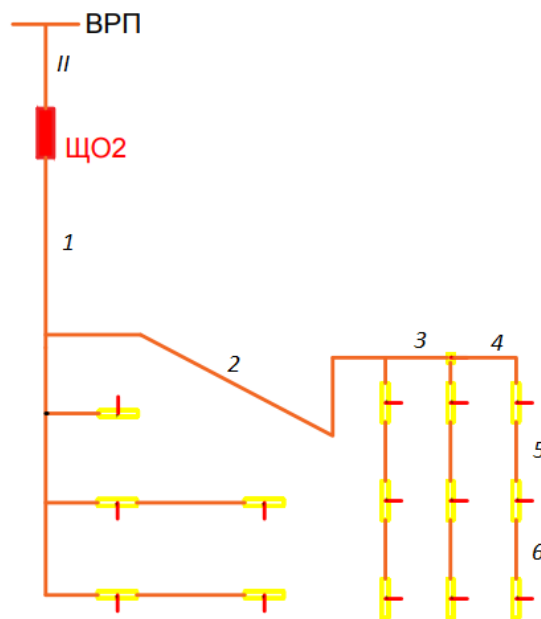


Рисунок 3.10 – Схема для розрахунку по втраті напруги ділянок, котрі живлять світлові прилади групової лінії Гр. 2.7

Виходячи із формули [3], втрату напруги на кожній ділянці визначимо:

$$\Delta U\% = \frac{M_k}{c \cdot F'} \quad (3.16)$$

де M_k – момент навантажень, які живляться цією ділянкою, який визначається добутком потужності всіх світлових приладів, які підключенні до цієї ділянку на довжину даної ділянки;

c – коефіцієнт, залежний від даних факторів, від типу та напруги мережі, матеріалу провідників і значення якого для мереж із мідними проводами становить 12 і відноситься до мереж напругою 220 В та 72 для мереж підєднаних до трохфазного живлення із напругою 380/220 В;

F – поперечний переріз жил провідників.

Дані розрахунку для ділянок, які живлять світлові прилади групової лінії Гр. 2.7 щита ЩО2 приведено в табл. 3.2, а для інших ділянок в додатку Б.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку ділянок, які живлять світлові прилади групової лінії Гр. 2.7

Ділянка	P , кВт	l , м	M_k , кВт·м	F , мм ²	c	$\Delta U\%$
II	2,065	30	61,95	1,5	72	0,573
1	0,500	6	3	1,5	12	0,16
2	0,325	13	4,22	1,5	12	0,23
3	0,220	2	0,44	1,5	12	0,024
4	0,105	3	0,31	1,5	12	0,017
5	0,070	2	0,14	1,5	12	0,007
6	0,035	2	0,07	1,5	12	0,003
Сумарна втрата напруги, %						1,014

Із результатів розрахунку видно що, сумарні втрати напруги не перевищують 1,01 %, що є допустимо, тому що, згідно з вимогами, наведеними в [15] сумарні втрати напруги в системах освітлення не повинні бути більші за 3 %.

3.5 Висновки до розділу

1. За результатами проведеного світлотехнічного розрахунку визначено кількість та потужність світлових приладів, потрібних для того щоб забезпечити в кімнатах школи нормовані кількісні та якісні світлотехнічні параметри

2. Виконано електротехнічний розрахунок по струму навантаження для електричної освітлювальної мережі, за результатами якого підібрано перерізи кабелів групових ліній та ліній, які живлять щити освітлення. Площа поперечного перерізу жил кабелю для всіх ліній становить $1,5 \text{ мм}^2$.

3. При виконанні освітлювальних мереж кабелями з даним поперечним перерізом жил кабелю спад напруги не перевищує $1,01 \%$.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Заходи технічного характеру щодо попередження електротравм

Через пошкодження ізоляції і замиканні на корпус в неструмопровідних частинах електроустановки появляється напруга. Для попередження електротравм при замиканнях на корпус використовують захисне заземлення, захисне відключення і занулення.

Захисне заземлення . Згідно ДСТУ Б В.2.5-82:2016 "Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом", захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання металевих неструмопровідних частин електроустановок, які можуть опинитись під напругою, з землею чи її еквівалентом.

Захисному заземленню підпадають:

- всі електроустановки, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах (з метою попередження вибухів);
- електроустановки напругою 440 В і більше постійного струму і 380 В більше змінного струму і незалежно від категорії приміщень (умов) щодо небезпеки електротравм;
- електроустановки напругою більше 42 В змінного струму і більше 110 В постійного струму в приміщеннях з особливою і підвищеною небезпекою електротравм, а також електроустановки поза приміщеннями.

На рис.4.1. представлена принципова схема функціонування захисного заземлення.

Відповідно до норм ПУЕ заземлюються:

- металеві кабельні коробки й інші кабельні конструкції, металеві конструкції розподільчих пристроїв, металеві гнучкі рукави і труби електропроводки, металеві кабельні муфти, електричні світильники;
- неструмопровідні частини трансформаторів, електричних машин, апаратів;

– каркаси щитів управління, розподільчих щитів, шаф, а також їх частини, що відкриваються, якщо на них встановлено електрообладнання напругою більше 42 В змінного і більш 110 В постійного струму і змінні частини.

– металоконструкції виробничого обладнання, на якому є споживачі електроенергії;

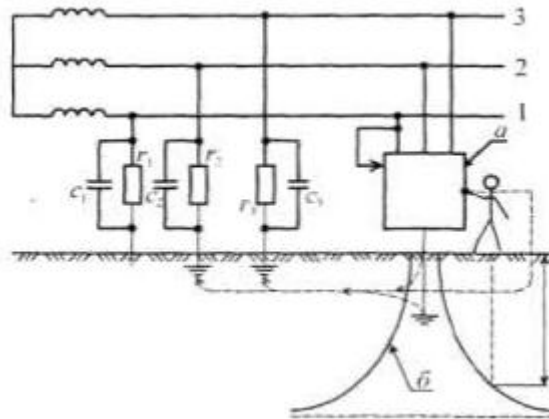


Рисунок 4.1 – Принципова схема функціонування захисного заземлення: а – електроустановка; б – розподіл потенціалів на поверхні землі в зоні розтікання струму.

Захисне відключення. Призначення захисного відключення – відключення електроустановки при пошкодженні ізоляції і переході напруги на неструмопровідні її елементи. Застосовується в доповнення до захисного заземлення (занулення) для забезпечення надійного захисту, перш за все, в умовах особливої небезпеки електротравм.

Захисне занулення. Під зануленням розуміється навмисне електричне з'єднання металевих неструмопровідних частин, які можуть опинитись під напругою в результаті пошкодження ізоляції, з нульовим захисним провідником.

Занулення в електроустановках – це навмисне з'єднання елементів електроустановки, які не знаходяться під напругою, з глухо-заземленою середньою точкою джерела в мережах постійного струму, з глухо-заземленою

нейтраллю трансформатора чи генератора в мережах трифазного струму, з глухо-заземленим вводом джерела однофазного струму.

4.2 Види освітлення шкільних приміщень.

Згідно ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення" освітлення приміщень навчальних закладів можуть бути трьох видів:

1. Природне — це пряме або відбите світло сонця, що освітлює приміщення через світлові прорізи в зовнішніх огорожувальних конструкціях (через вікна).

2. Штучне — здійснюється штучними джерелами світла (лампами розжарювання, люмінесцентними або світлодіодними лампами) і призначене для освітлення приміщень у темні години доби, або таких приміщень, які не мають природного освітлення.

3. Сполучене (суміщене) — одночасне поєднання природного і штучного освітлення.

Природне освітлення створюється природними джерелами світла і має високу біологічну і гігієнічну цінність. Освітлення приміщень природнім світлом залежить від світлового клімату даної місцевості, орієнтації вікон, якості і вмісту віконного скла, кольору стін, глибини приміщення, розмірів світлової поверхні вікон, а також предметів, які закривають світло.

Природне освітлення приміщення здійснюється через вікна і може бути виконане в вигляді бокового, верхнього чи комбінованого. Бокове освітлення проходить через вікна в зовнішніх стінах, верхнє — через світлові отвори які, розмішені в перекриттях, комбіноване — через вікна і світлові отвори.

Природне освітлення має важливе фізіолого-гігієнічне значення для здоров'я працівників та учнів: сприятливо впливає на органи зору; стимулює фізіологічні процеси, покращує обмін речовин; зігріває та знезаражує повітря, очищуючи його від збудників багатьох хвороб (зокрема вірусу грипу); чинить сприятливий психологічний вплив.

Недоліки: залежить від періоду року, доби, погоди; нерівномірно розподіляється по площі навчальних приміщення; при незадовільній його організації може призвести до засліплення.

Чинники, від яких залежить рівень освітленості приміщення: світловий клімат; площа та орієнтація світлових отворів; чистота світлових отворів; глибина приміщення; колір фарбування стін та стелі.

Природне освітлення всередині приміщень оцінюють коефіцієнтом природного освітлення (КПО), який регламентує процентне відношення освітленості в певній точці приміщення (E_B) до освітленості під відкритим небом (E_3) в умовах розсіяного світла.

$$\text{КПО} = E_B / E_3 * 100\% \quad (4.1)$$

де E_B — освітлення всередині приміщення, лк;

E_3 — одночасне освітлення розсіяним світлом зовні, Лк.

Нормоване значення коефіцієнта природного освітлення залежить від характеру зорової роботи, виду освітлення (природне чи поєднане) і поясу світловою клімату, де розміщений заклад. Мінімальний коефіцієнт природного освітлення в залежності від виконаної роботи при верхньому і комбінованому освітленні повинен складати від 10 до 2%, а при боковому освітленні 3,5-0,5%; в найбільш віддаленій від вікон точки розміщення на робочій поверхні парти він повинен бути не менше 1,5%. Найкращим видом природного освітлення навчального приміщення є бокове лівостороннє із застосуванням сонцезахисних приладів.

При глибині навчальних приміщень більше 6 м обов'язковий прилад правостороннього підсвічування. Для створення доброї освітленості необхідно проводити очищення віконного скла не рідше 4 разів в рік зовні і не менше 1-2 разів в місяць зсередини. Вікна і інші світлові отвори забороняється захащувати різними предметами.

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим.

Загальним називаються освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення не нижче 2,5 м над підлогою рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з врахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення).

Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих поверхнях. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне, чергове.

Робоче освітлення призначене для забезпечення навчального процесу, переміщення людей, і є обов'язковим для всіх навчальних приміщень.

Аварійне освітлення використовується для продовження роботи у випадках, коли раптове відключення робочого освітлення, та пов'язане з ним порушення нормального обслуговування обладнання може викликати вибух, пожежу, отруєння людей.

Евакуаційне освітлення призначене для забезпечення евакуації людей з приміщень при аварійному відключенні робочого освітлення. Його необхідно влаштовувати в місцях, небезпечних для проходу людей; в приміщеннях допоміжних будівель, де можуть одночасно знаходитись 100 осіб; в проходах, на сходових клітках, у приміщеннях, в яких одночасно може знаходитись більше 60 людей.

Охоронне освітлення влаштовується вздовж меж території, яка охороняється в нічний час спеціальним персоналом.

Чергове освітлення передбачається у неробочий час при цьому, як правило використовують частину світильників інших видів штучного освітлення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Проаналізувавши основні вимоги для систем освітлення основних приміщень будівель навчальних закладів, було встановлено основні особливості проектування систем освітлення таких об'єктів.

2. Описано бувають методи та засоби для виконання робочого освітлення усіх типів приміщень навчальних закладів. Встановлено, що для навчальних приміщень, спортзалів, актових залів та інших основних приміщень найбільш загальноприйнятною є система загального рівномірного освітлення, в котрій світлові прилади слід розміщувати рядами паралельно до світлових проїомів, а також відстань між рядами повинна не перевищувати половини розрахункової висоти.

3. Для освітлення приміщень школи було обрано систему загального рівномірного освітлення. Передбачено що в приміщенні де одночасно може знаходитись понад 30 людей і їх площа більша за 60 м² повинно бути встановлено системи аварійного, евакуаційного та антипанічного освітлення і також освітлення шляхів евакуації.

4. Вибрано нормовані світлотехнічні параметри для системи освітлення приміщень школи. Встановлено, що освітленість горизонтальної робочої поверхні є основним нормативним кількісним параметром систем освітлення шкільних приміщень, а для деяких приміщень – і освітленість у вертикальній площині. Показник дискомфорту та циліндрична освітленість є якісними параметрами.

5. Вибрано світлові прилади для системи освітлення приміщень школи. Для освітлення навчальних кабінетів, робочих кабінетів, деяких коридорів та санвузлів, веранди, роздягальнь, вестибюлю, препараторських, майстерень зупинили свій вибір на напівпровідникові світильники типу ДПО26В, для освітлення приміщення спортивного залу – світильники типу ДО72У, в системах робочого освітлення коридорних приміщень, продуктового складу, книгосховища, приміщень санвузлів, приміщень складових та тамбуру –

світильники типу ДСП55У, а для аварійного освітлення застосуємо світлові прилади ДПП06У і також світлові покажчики типу ДБО02ВСП.

6. Залежно які вибрані світлові прилади та типу приміщень визначено коефіцієнти запасу та експлуатації та розрахункову висоту приміщень, які були застосовані в подальших розрахунках. На основі проведених розрахунків і отриманих результатів встановлено, що розрахункова висота приміщень становить від 2,66 до 5,9 м, і коефіцієнт запасу – 1,41.

7. На основі світлотехнічного розрахунку розраховано кількість та потужність світлових приладів, потрібних для забезпечення нормованих кількісних та якісних світлотехнічних параметрів в приміщеннях об'єкта.

8. Підключення світлових приладів робочого та аварійного освітлення виконано по кабелях марки ВВГнг від чотирнадцятьох щитів, розміщених по два на першому та по чотири на другому, третьому та четвертому поверхах.

9. За результатами проведеного світлотехнічного розрахунку визначено кількість та потужність світлових приладів, потрібних для того щоб забезпечити в кімнатах школи нормовані кількісні та якісні світлотехнічні параметри

10. Виконано електротехнічний розрахунок по струму навантаження для електричної освітлювальної мережі, за результатами якого підібрано перерізи кабелів групових ліній та ліній, які живлять щити освітлення. Площа поперечного перерізу жил кабелю для всіх ліній становить 1,5 мм².

11. При виконанні освітлювальних мереж кабелями з даним поперечним перерізом жил кабелю спад напруги не перевищує 1,01 %.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне освітлення. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074958732556240833?doc_type=2
2. СНіП II-4-79. Природне і штучне освітлення. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=5000
3. ДсанПІН 5.5.2.008-01. Державні санітарні правила і норми влаштування, утримання загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MOZ2534>
4. Ляшенко О. М. Світлотехнічні установки та системи: конспект лекцій (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / О. М. Ляшенко, Ю. О. Васильєва ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 90 с.
5. Курс лекцій з дисципліни “Світлотехнічні установки та системи” для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Уклад.: Я.М. Осадца. – Тернопіль: ТНТУ 2020 – 146 с.
6. Постанова Кабінету Міністрів України № 992 від 15.10.2012 "Про затвердження вимог до світлодіодних світлотехнічних пристроїв та електричних ламп, що використовуються в мережах змінного струму з метою освітлення". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/992-2012-%D0%BF#Text>
7. ДПО26В. URL: <http://vatra.ua/ukr/office-lighting/dpo26v-VATRA>
8. ДСП55У АСТРА-LED. URL: <http://vatra.ua/ukr/products/industrial-lighting/dsp55u-astra-led-VATRA>
9. ДО72У-100-04 У1. URL: <http://vatra.ua/ukr/floodlights/do72u-a-VATRA>
10. ДПП06У URL: <http://vatra.ua/ukr/office-lighting/dpp06u-emergency-VATRA>
11. ДБО02ВСП. URL: <http://vatra.ua/ukr/office-lighting/dbo02vsp-emergency-VATRA>

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

13. Козар Р.О. Апроксимація залежностей коефіцієнта використання світлового потоку // Р.О. Козар; І.О. Присяжнюк; О.М. Рудницька; Т.М. Козак; Я.М.Осадца – Актуальні задачі сучасних технологій: : зб. тез доповідей XI міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 7-8 грудня 2022) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – С. 96.

14. Червінський Л.С. Електричне освітлення та опромінення. Методичні вказівки до виконання курсової роботи / Л.С.Червінський, Л.О. Сторожук, Б.М. Ковалишин. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2014. – 63 с.

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

ДОДАТОК А

Таблиця А1 – Результати розрахунку системи для загального робочого освітлення приміщень школи.

Номер приміщення	Призначення	Площа, м ²			Вид освітленості	E_n	K_z	h_p	i	U	$\Phi_{заг}$	$T_{un} CIP$	Потужність, Вт	FI	N	E_p	Відхилення	Ер DIALux	Відхилення DIALux	P, Bm	N
		5	6	7																	
1	2	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
100	Веранда	60,5	3,5	0	Г	100	1,4	3,46	2,6	0,8	10184	ДПО26В-30-011	30	3600	3	106	6,05	106	6	90	2,83
100a	Тамбур	22	3,5	0	Г	50	1,4	3,33	1,2	0,6	2466	ДСП55У-10-301	10	1300	2	52,7	5,42	47	-6	20	1,9
101	Вестибюль	214	3,5	0	Г	150	1,4	3,45	4,7	1	47068	ДПО26В-35-001	35	4200	12	161	7,08	163	8,667	420	11,2
102	Робочий кабінет	16,9	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,65	1,3	0,7	10921	ДПО26В-35-001	35	4200	3	346	15,4	287	-4,33	105	2,6
103	Робочий кабінет	16,9	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,65	1,3	0,7	10921	ДПО26В-35-001	35	4200	3	346	15,4	287	-4,33	105	2,6
104	Бібліотека	82,8	3,5	0,8	Г	150	1,4	2,65	3,2	0,9	19727	ДПО26В-35-001	35	4200	5	160	6,45	180	20	175	4,7
105	Книгосховище	54	3,5	0,8	Г	75	1,4	2,53	2,6	0,8	6854	ДСП55У-10-301	10	1300	6	85,4	13,8	78	4	60	5,27
106	Сходова клітка	18	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2819	ДПО26В-25-011	25	3000	1	79,8	6,43	77	2,667	25	0,94
107	Коридор	92,8	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	3,6	0,9	10762	ДПО26В-25-011	25	3000	4	83,6	11,5	76	1,333	100	3,59
108	Сходова клітка	16,8	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2683	ДПО26В-25-011	25	3000	1	83,9	11,8	61	-18,7	25	0,89

108a	Сходова клітка	16,8	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2683	ДПО26В-30-011	30	3600	1	101	34,2	73	-2,67	30	0,75
109	Коридор	40,5	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,7	0,7	5849	ДПО26В-25-011	25	3000	2	76,9	2,59	73	-2,67	50	1,95
110	Слюсарна майстерня	70,2	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,65	2,8	0,9	34669	ДПО26В-35-001	35	4200	8	291	-3,1	281	-6,33	280	8,25
110a	Інструментальна	15	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,65	1,3	0,6	9907	ДПО26В-30-011	30	3600	3	327	9,01	305	1,667	90	2,75
111	Майстерня з обробки дерева	70,2	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,65	2,8	0,9	34669	ДПО26В-35-001	35	4200	8	291	-3,1	281	-6,33	280	8,25
111a	Інструментальна	15	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,66	1,3	0,6	9907	ДПО26В-30-011	30	3600	3	327	9,01	305	1,667	90	2,75
112	Електрощитова	16,8	3,5	0	Г	200	1,4	3,33	1,4	0,7	7153	ДСП55У-10-301	10	1300	6	218	9,04	165	-17,5	60	5,5
112a	Санвузол	9,6	3,5	0	Г	200	1,4	3,46	0,9	0,5	4932	ДПО26В-25-011	25	3000	3	365	82,5	192	-4	75	1,64
113	Інструментальна	16,4	3,5	0,8	Г	75	1,4	2,66	1,4	0,7	2581	ДПО26В-25-011	25	3000	1	87,2	16,2	85	13,33	25	0,86
114	Коридор	50,4	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	2	0,8	6884	ДПО26В-30-011	30	3600	2	78,4	4,59	68	-9,33	60	1,91
114a	Коридор	6,24	3,5	0	Г	75	1,4	3,33	0,8	0,5	1273	ДСП55У-10-301	10	1300	1	76,6	2,09	68	-9,33	10	0,98
115	Сходова клітка	18	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2819	ДПО26В-25-011	25	3000	1	79,8	6,43	77	2,667	25	0,94
116	Інвентарна	33,6	3,5	0,8	Г	50	1,4	2,66	2,1	0,8	3002	ДПО26В-25-011	25	3000	1	50	-0,1	53	6	25	1
117	Кабінет труд. навч. для хлопців	54	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,66	2,6	0,8	27416	ДПО26В-30-011	30	3600	8	315	5,05	300	0	240	7,62
118	Кабінет труд. навч. для дівчат	54	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,66	2,6	0,8	27416	ДПО26В-30-011	30	3600	8	315	5,05	300	0	240	7,62

119	Їдальня	373	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	6,7	1	2E+05	ДПО26В-35-001	35	4200	50	406	1,5	401	0,25	1750	49,3
120	Кухня	81	3,5	0,8	Г	200	1,4	2,65	3,2	0,9	25801	ДПО26В-35-001	35	4200	6	195	-2,3	194	-3	210	6,14
121	Продуктовий склад	54	3,5	0	Г	75	1,4	3,33	2,6	0,8	6854	ДСП55У-10-301	10	1300	6	85,4	13,8	69	-8	60	5,27
122	Сходова клітка	18	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2819	ДПО26В-25-011	25	3000	1	79,8	6,43	77	2,667	25	0,94
123	Посудомийна	36,6	3,5	0,8	Г	150	1,4	2,66	2,1	0,8	9814	ДПО26В-25-011	25	3000	3	138	-8,3	138	-8	75	3,27
124	Коридор	15,3	3,5	0	Г	75	1,4	3,33	1,3	0,6	2513	ДСП55У-10-301	10	1300	2	77,6	3,47	62	-17,3	20	1,93
124a	Коридор	20,2	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,5	0,7	3094	ДПО26В-25-011	25	3000	1	72,7	-3	54	-28	25	1,03
125	Сходова клітка	16,8	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2683	ДПО26В-30-011	30	3600	1	101	34,2	73	-2,67	30	0,75
125a	Сходова клітка	16,8	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2683	ДПО26В-30-011	30	3600	1	101	34,2	73	-2,67	30	0,75
126	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	401	0,25	315	8,7
127	Санвузол	7,41	3,5	0	Г	200	1,4	3,33	0,8	0,5	4206	ДСП55У-10-301	10	1300	4	247	23,6	165	-17,5	40	3,24
127a	Санвузол	7,41	3,5	0	Г	200	1,4	3,33	0,8	0,5	4206	ДСП55У-10-301	10	1300	4	247	23,6	165	-17,5	40	3,24
128	Коридор	40,5	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,7	0,7	5849	ДПО26В-25-011	25	3000	2	76,9	2,59	73	-2,67	50	1,95
129	Санвузол	7,41	3,5	0	Г	200	1,4	3,33	0,8	0,5	4206	ДСП55У-10-301	10	1300	4	247	23,6	165	-17,5	40	3,24
129a	Санвузол	7,41	3,5	0	Г	200	1,4	3,33	0,8	0,5	4206	ДСП55У-10-301	10	1300	4	247	23,6	165	-17,5	40	3,24
130	Канцелярія	36	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,66	2,1	0,8	19360	ДПО26В-30-011	30	3600	6	335	11,6	311	3,667	180	5,38

130а	Кладова	16,2	3,5	0,8	Г	75	1,4	2,66	1,3	0,7	2614	ДПО26В-25-011	25	3000	1	86,1	14,8	80	6,667	25	0,87
131	Актовий зал	288	4	0	Г	200	1,4	3,96	5,7	1	81614	ДПО26В-25-011	25	3000	28	206	2,92		-100	700	27,2
132	Коридор	93	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	3,6	0,9	10780	ДПО26В-25-011	25	3000	4	83,5	11,3	76	1,333	100	3,59
133	Сходова клітка	18	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2819	ДПО26В-25-011	25	3000	1	79,8	6,43		-100	25	0,94
134	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
135	Малий спортивний зал	73,3	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	2,9	0,9	24032	ДПО26В-35-001	35	4200	6	210	4,86		-100	210	5,72
136	Робочий кабінет	16,9	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	1,3	0,7	14561	ДПО26В-35-001	35	4200	3	346	-13	287	-28,3	105	3,47
137	Кабінет медичної сестри	16,9	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,65	1,3	0,7	10921	ДПО26В-35-001	35	4200	3	346	15,4	287	-4,33	105	2,6
200	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	38070	ДПО26В-35-001	35	4200	9	397	-0,8	417	4,25	315	9,06
				1,5	В	500								10	1300	1			490	-2	10
201	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500								10	1300	1			490	-2	10
202	Сходова клітка	18	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2819	ДПО26В-25-011	25	3000	1	79,8	6,43	77	2,667	25	0,94
203	Коридор	113	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	3,7	0,9	12971	ДПО26В-25-011	25	3000	4	69,4	-7,5	68	-9,33	100	4,32
204	Санвузол	7,54	6	0	Г	200	1,4	5,95	1	0,6	3722	ДПО26В-35-001	35	4200	1	226	12,9	178	-11	35	0,89
204а	Санвузол	7,54	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1	0,6	3722	ДПО26В-35-001	35	4200	1	226	12,9	178	-11	35	0,89

215	Навчальний кабінет	33	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2	0,8	24022	ДПО26В-35-001	35	4200	6	420	4,9	403	0,75	210	5,72
				1,5	В	500									ДСП55У-10-301	10	1300	1			447
216	Кабінет вчителя фізкультури	33	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2	0,8	24022	ДПО26В-35-001	35	4200	6	420	4,9	387	-3,25	210	5,72
217	Навчальний кабінет	69	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,8	0,9	45509	ДПО26В-35-001	35	4200	10	369	-7,7	409	2,25	350	10,8
				1,5	В	500								ДСП55У-10-301	10	1300	1			486	-2,8
218	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	401	0,25	315	8,7
				1,5	В	500								ДСП55У-10-301	10	1300	1			461	-7,8
219	Кабінет Інформатики	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	391	-2,25	315	8,7
				1	В	200													210	5	0
220	Сходова клітка	18	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2819	ДПО26В-25-011	25	3000	1	79,8	6,43	77	2,667	25	0,94
221	Коридор	113	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	3,7	0,9	12971	ДПО26В-25-011	25	3000	4	69,4	-7,5	68	-9,33	100	4,32
222	Санвузол	7,54	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1	0,6	3722	ДПО26В-35-001	35	4200	1	226	12,9	172	-14	35	0,89
222a	Санвузол	7,54	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1	0,6	3722	ДПО26В-35-001	35	4200	1	226	12,9	172	-14	35	0,89
223	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	401	0,25	315	8,7
				1,5	В	500								ДСП55У-10-301	10	1300	1			478	-4,4
224	Роздягальня	16,8	3,5	0	Г	300	1,4	3,45	1,4	0,7	10730	ДПО26В-35-001	35	4200	3	352	17,4	309	3	105	2,55

236	Спортзал	759	6	0	Г	200	1,4	5,9	2,3	1	9289	ДО72У-100-04 У1	100	12000	20	222	7,5	219	9,5	2000	
				2	В	75									ДО72У-100-04 У1	100	12000	20	73		78
301	Навчальний кабінет	48	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,4	0,8	32974	ДПО26В-35-001	35	4200	8	408	1,9	384	-4	280	7,85
				1,5	В	500									ДСП55У-15-201	15	1950	1			501
301а	Препараторна	24	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,66	1,7	0,7	13982	ДПО26В-30-011	30	3600	4	309	2,99	277	-7,67	120	3,88
302	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500									ДСП55У-10-301	10	1300	1			490
303	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500									ДСП55У-10-301	10	1300	1			490
304	Сходова клітка	18	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2819	ДПО26В-25-011	25	3000	1	79,8	6,43	77	2,667	25	0,94
305	Коридор	113	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	3,7	0,9	12971	ДПО26В-25-011	25	3000	4	69,4	-7,5	68	-9,33	100	4,32
306	Санвузол	7,54	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1	0,6	3722	ДПО26В-35-001	35	4200	1	226	12,9	172	-14	35	0,89
306а	Санвузол	7,54	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1	0,6	3722	ДПО26В-35-001	35	4200	1	226	12,9	172	-14	35	0,89
307	Навчальний кабінет	70,2	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,8	0,9	46226	ДПО26В-35-001	35	4200	12	436	9,03	421	5,25	420	11
				1,5	В	500									ДСП55У-10-301	10	1300	1			492
307а	Препараторна	15	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,66	1,3	0,6	9907	ДПО26В-30-011	30	3600	3	327	9,01	305	1,667	90	2,75
308	Препараторна	16,8	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,65	1,4	0,7	10730	ДПО26В-35-001	35	4200	3	352	17,4	309	3	105	2,55

309	Коридор	40,5	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,7	0,7	5849	ДПО26В-25-011	25	3000	2	76,9	2,59	73	-2,67	50	1,95
310	Препараторна	16,8	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,65	1,4	0,7	10730	ДПО26В-35-001	35	4200	3	352	17,4	309	3	105	2,55
311	Навчальний кабінет	70,2	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,8	0,9	46226	ДПО26В-35-001	35	4200	12	436	9,03	421	5,25	420	11
				1,5	В	500								10	1300	1			492	-1,6	10
311a	Препараторна	15	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,66	1,3	0,6	9907	ДПО26В-30-011	30	3600	3	327	9,01	305	1,667	90	2,75
312	Санвузол	7,54	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1	0,6	3722	ДПО26В-35-001	35	4200	1	226	12,9	172	-14	35	0,89
312a	Санвузол	7,54	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1	0,6	3722	ДПО26В-35-001	35	4200	1	226	12,9	172	-14	35	0,89
313	Коридор	113	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	3,7	0,9	12971	ДПО26В-25-011	25	3000	4	69,4	-7,5	68	-9,33	100	4,32
314	Сходова клітка	18	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2819	ДПО26В-25-011	25	3000	1	79,8	6,43	77	2,667	25	0,94
315	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500							10	1300	1			490	-2	10	
316	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500							10	1300	1			490	-2	10	
317	Навчальний кабінет	45	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,4	0,8	31183	ДПО26В-35-001	35	4200	8	431	7,75	424	6	280	7,42
				1,5	В	500							15	1950	1			548	9,6	15	
318	Препараторна	30	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,65	1,9	0,8	16673	ДПО26В-35-001	35	4200	4	302	0,76	280	-6,67	140	3,97
319	Навчальний кабінет	60	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,7	0,8	40136	ДПО26В-35-001	35	4200	10	419	4,64	414	3,5	350	9,56

				1,5	В	500						ДСП55У-15-301	15	1950	1			519	3,8	15	
320	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500						ДСП55У-10-301	10	1300	1			490	-2	10	
321	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500						ДСП55У-10-301	10	1300	1			490	-2	10	
322	Сходова клітка	18	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2819	ДПО26В-25-011	25	3000	1	79,8	6,43	77	2,667	25	0,94
323	Коридор	113	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	3,7	0,9	12971	ДПО26В-25-011	25	3000	4	69,4	-7,5	68	-9,33	100	4,32
324	Санвузол	7,54	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1	0,6	3722	ДПО26В-35-001	35	4200	1	226	12,9	172	-14	35	0,89
324а	Санвузол	7,54	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1	0,6	3722	ДПО26В-35-001	35	4200	1	226	12,9	172	-14	35	0,89
325	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	401	0,25	315	8,7
				1,5	В	500						ДСП55У-10-301	10	1300	1			478	-4,4	10	
326	Препараторна	16,8	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,65	1,4	0,7	10730	ДПО26В-35-001	35	4200	3	352	17,4	309	3	105	2,55
327	Коридор	40,5	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,7	0,7	5849	ДПО26В-25-011	25	3000	2	76,9	2,59	73	-2,67	50	1,95
328	Препараторна	16,8	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,65	1,4	0,7	10730	ДПО26В-35-001	35	4200	3	352	17,4	309	3	105	2,55
329	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	401	0,25	315	8,7
				1,5	В	500						ДСП55У-10-301	10	1300	1			478	-4,4	10	
330	Санвузол	7,54	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1	0,6	3722	ДПО26В-35-001	35	4200	1	226	12,9	172	-14	35	0,89

330а	Санвузол	7,54	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1	0,6	3722	ДПО26В-35-001	35	4200	1	226	12,9	172	-14	35	0,89
331	Коридор	113	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	3,7	0,9	12971	ДПО26В-25-011	25	3000	4	69,4	-7,5	68	-9,33	100	4,32
332	Сходова клітка	18	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2819	ДПО26В-25-011	25	3000	1	79,8	6,43	77	2,667	25	0,94
333	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500								10	1300	1			490	-2	10
334	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500								10	1300	1			490	-2	10
335	Навчальний кабінет	60	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,7	0,8	40136	ДПО26В-35-001	35	4200	10	419	4,64	414	3,5	350	9,56
				1,5	В	500								15	1950	1			519	3,8	15
401	Кабінет заступника	25,9	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,66	1,7	0,7	20053	ДПО26В-30-011	30	3600	6	431	7,71	377	-5,75	180	5,57
402	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500								10	1300	1			490	-2	10
403	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500								10	1300	1			490	-2	10
404	Сходова клітка	18	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2819	ДПО26В-25-011	25	3000	1	79,8	6,43	77	2,667	25	0,94
405	Коридор	113	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	3,7	0,9	12971	ДПО26В-25-011	25	3000	4	69,4	-7,5	68	-9,33	100	4,32
406	Санвузол	16,8	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1,4	0,7	7153	ДПО26В-35-001	35	4200	2	235	17,4	163	-18,5	70	1,7

406а	Санвузол	16,8	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1,4	0,7	7153	ДПО26В-35-001	35	4200	2	235	17,4	163	-18,5	70	1,7
407	Коридор	40,5	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,7	0,7	5849	ДПО26В-25-011	25	3000	2	76,9	2,59	73	-2,67	50	1,95
408	Навчальний кабінет	70,2	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,8	0,9	46226	ДПО26В-35-001	35	4200	12	436	9,03	421	5,25	420	11
				1,5	В	500															
408а	Препараторна	15	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,66	1,3	0,6	9907	ДПО26В-30-011	30	3600	3	327	9,01	305	1,667	90	2,75
409	Навчальний кабінет	70,2	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,8	0,9	46226	ДПО26В-35-001	35	4200	12	436	9,03	421	5,25	420	11
				1,5	В	500															
409а	Препараторна	15	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,66	1,3	0,6	9907	ДПО26В-30-011	30	3600	3	327	9,01	305	1,667	90	2,75
410	Санвузол	16,8	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1,4	0,7	7153	ДПО26В-35-001	35	4200	2	235	17,4	163	-18,5	70	1,7
410а	Санвузол	16,8	3,5	0	Г	200	1,4	3,45	1,4	0,7	7153	ДПО26В-35-001	35	4200	2	235	17,4	163	-18,5	70	1,7
411	Коридор	113	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	3,7	0,9	12971	ДПО26В-25-011	25	3000	4	69,4	-7,5	68	-9,33	100	4,32
412	Сходова клітка	18	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2819	ДПО26В-25-011	25	3000	1	79,8	6,43	77	2,667	25	0,94
413	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500															
414	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500															
415	Навчальний кабінет	25,9	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,66	1,7	0,7	20053	ДПО26В-30-011	30	3600	6	431	7,71	404	1	180	5,57

				1,5	В	500						ДСП55У-15-304	10	1300	1			594	18,8	10	
416	Навчальний кабінет	31,5	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	1,8	0,7	23784	ДПО26В-35-001	35	4200	6	424	5,95	392	-2	210	5,66
				1,5	В	500						ДСП55У-10-301	10	1300	1			470	-6	10	
417	Коридор	46	3,5	0	Г	75	1,4	3,33	1,3	0,7	7461	ДСП55У-10-301	10	1300	6	78,4	4,55	69	-8	60	5,74
418	Навчальний кабінет	25,9	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,66	1,7	0,7	20053	ДПО26В-30-011	30	3600	6	431	7,71	395	-1,25	180	5,57
				1,5	В	500						ДСП55У-10-301	10	1300	1			486	-2,8	10	
419	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500						ДСП55У-10-301	10	1300	1			490	-2	10	
420	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500						ДСП55У-10-301	10	1300	1			490	-2	10	
421	Сходова клітка	18	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2819	ДПО26В-25-011	25	3000	1	79,8	6,43	77	2,667	25	0,94
422	Коридор	113	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	3,7	0,9	12971	ДПО26В-25-011	25	3000	4	69,4	-7,5	68	-9,33	100	4,32
423	Препараторна	34,2	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,66	2,1	0,8	18554	ДПО26В-30-011	30	3600	6	349	16,4	321	7	180	5,15
424	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	401	0,25	315	8,7
				1,5	В	500						ДСП55У-10-301	10	1300	1			478	-4,4	10	
425	Коридор	40,5	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,7	0,7	5849	ДПО26В-25-011	25	3000	2	76,9	2,59	73	-2,67	50	1,95
426	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	401	0,25	315	8,7

				1,5	В	500						ДСП55У-10-301	10	1300	1			478	-4,4	10	
427	Психолог	34,2	3,5	0,8	Г	300	1,4	2,66	2,1	0,8	18554	ДПО26В-30-011	30	3600	6	349	16,4	321	7	180	5,15
428	Коридор	113	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	3,7	0,9	12971	ДПО26В-25-011	25	3000	4	69,4	-7,5	68	-9,33	100	4,32
429	Сходова клітка	18	3,5	0	Г	75	1,4	3,46	1,4	0,7	2819	ДПО26В-25-011	25	3000	1	79,8	6,43	77	2,667	25	0,94
430	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500															
431	Навчальний кабінет	54	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	2,6	0,8	36555	ДПО26В-35-001	35	4200	9	414	3,41	417	4,25	315	8,7
				1,5	В	500															
432	Каса	25,9	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,66	1,7	0,7	20053	ДПО26В-30-011	30	3600	6	431	7,71	395	-1,25	180	5,57
433	Коридор	46	3,5	0	Г	75	1,4	3,33	1,3	0,7	7461	ДСП55У-10-301	10	1300	6	78,4	4,55	69	-8	60	5,74
434	Кімната школяра	31,5	3,5	0,8	Г	400	1,4	2,65	1,8	0,7	23784	ДПО26В-35-001	35	4200	6	424	5,95	392	-2	210	5,66

ДОДАТОК Б

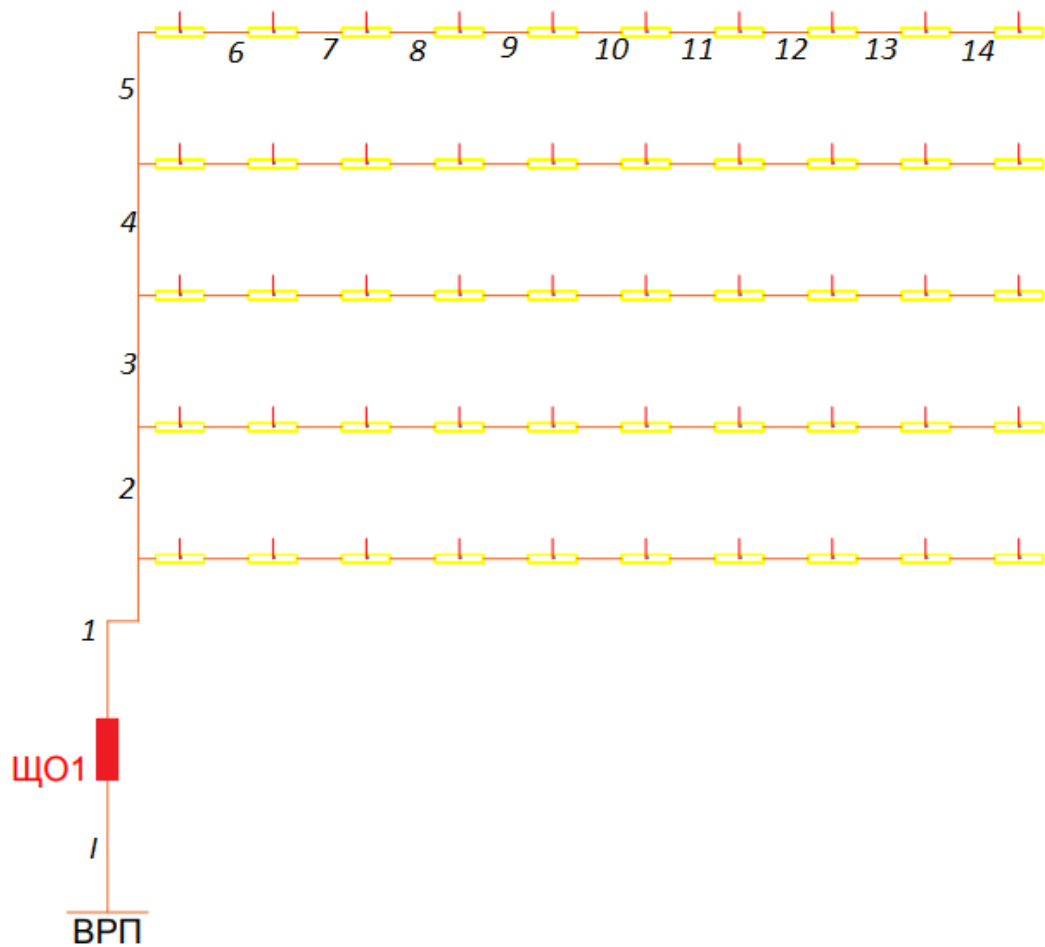


Рисунок Б1 – Схема для розрахунку по втраті напруги ділянок, які живлять світлові прилади Гр. 1.12

Таблиця Б1 – Результати розрахунку ділянок, які живлять світлові прилади групової лінії Гр. 1.12

Ділянка	P , кВт	l , м	M_k , кВт·м	F , мм ²	c	$\Delta U\%$
I	5,150	3	15,45	1,5	72	0,143
1	1,750	18	31,5	1,5	12	1,75
2	1,400	3	4,2	1,5	12	0,23
3	1,050	3	3,15	1,5	12	0,145
4	0,700	3	2,1	1,5	12	0,116
5	0,350	3	1,05	1,5	12	0,058

Продовження табл. Б1

6	0,315	2	0,63	1,5	12	0,035
7	0,280	2	0,56	1,5	12	0,031
8	0,245	2	0,49	1,5	12	0,027
9	0,210	2	0,42	1,5	12	0,023
10	0,175	2	0,35	1,5	12	0,019
11	0,140	2	0,28	1,5	12	0,015
12	0,105	2	0,21	1,5	12	0,011
13	0,070	2	0,14	1,5	12	0,007
14	0,035	2	0,07	1,5	12	0,003
Сумарна втрата напруги, %						2,613