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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка проекту системи освітлення Милівецької гімназії Нагірянської сільської ради

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи ЕТ-41
спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

_____ Білик М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Осадца Я.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

Рецензент _____ Габрусєв Г.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2023

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Тарасенко М.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20___ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Білику Максиму Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка проекту системи освітлення Милівецької гімназії Нагірянської сільської ради

Керівник роботи Осадца Ярослав Михайлович, канд. техн. наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

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

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

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

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 20 січня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент _____ Білик Максим Володимирович
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Осадца Ярослав Михайлович
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

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

Стор. 69; рис. 18; табл. 9; креслень 0; джерел 17; додатків 5 стор.

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на підставі завдання на тему:

«Розробка проекту системи освітлення Милівецької гімназії Нагірянської сільської ради ».

Метою роботи є розробка проекту системи робочого та аварійногоосвітлення приміщень будівлі навчального призначення.

На підставі світлотехнічного та електротехнічного розрахунків запропоновано проект систем робочого та аварійного освітлення навчальних закладів.

Ключові слова:

СВІТИЛЬНИК, СВІТЛОВИЙ ПОТІК, ОСВІТЛЕНІСТЬ, КОЕФІЦІЄНТ ЗАПАСУ, КОЕФІЦІЄНТ ВИКОРИСТАННЯ, ДЖЕРЕЛО СВІТЛА.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Освітлення навчальних закладів. Методи і вимоги.	8
1.2 Аналіз освітлювальних установок для навчальних закладів	12
1.3 Аналіз об’єкта проектування	16
1.4 Висновки до розділу	19
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	20
2.1 Вибір виду, системи освітлення та джерел світла	20
2.2 Вибір світлотехнічних нормованих параметрів системи освітлення об’єкту	21
2.3 Вибір світлових приладів	23
2.4 Вихідні дані до світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки адміністративної будівлі	28
2.5 Схема живлення освітлювальної установки адміністративної будівлі	32
2.6 Висновки до розділу	34
3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	35
3.1 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення приміщень адміністративної будівлі	35
3.1.1 Розрахунок на основі методу коефіцієнта використання	35
3.1.2 Розрахунок за допомогою пакету DIALux	38
3.1.3 Розрахунок вертикальної освітленості	40
3.1.4 Розрахунок освітленості сходових кліток та аварійного освітлення	41

3.2 Розрахунок електричної освітлювальної мережі адміністративної будівлі 43

3.2.1 Розрахунок електричної освітлювальної мережі по струму навантаження та вибір апаратів захисту 43

3.2.2 Розрахунок електричної освітлювальної мережі за втратою напруги 46

3.3 Висновки до розділу 49

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ 51

4.1 Вплив освітлення на організм людини 51

4.2 Надання долікарської допомоги при ураженні струмом. Дія електричного струму на організм людини 53

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 60

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 63

ДОДАТКИ 65

ВСТУП

Основною причиною поганої працездатності у навчальних закладах є звичайно освітлення, яке не відповідає нормам. Існує таке поняття як зорова втома. А від зорової втоми знижується і працездатність і збільшується втома організму що впливає на продуктивність і на виконану роботу.

Тому, проектування системи освітлення є головною метою для забезпечення установкою, а саме освітлювальною установкою кількісних та якісних показників освітлення, які регламентовані нормативними документами.

Існує так зване штучне та природне освітлення. Так от штучне і природне освітлення взаємопов’язані. Адже штучне освітлення підбирається та розраховується дивлячись яке природне освітлення. Як штучне так і природне освітлення дотримуються певних вимог. Так до чого ж призводить погане освітлення в навчальних закладах?

В першу чергу це погіршення зору. Коли світла забагато чи замало, або напрямок не відповідає нормам, це призводить до погіршення зору, а саме зменшення гостроти. Ще, що не мало важливо, погане освітлення вплив на психологічний стан, а саме роздратованість чи втоми. А також сухість очей. А побічні ефекти призводять до очних нездужань, в більшості випадків до головного болю, мігрені, або проблем пов’язані із неврологією.

Не правильно розташоване джерело світла змушує тягнутися в якусь сторону чи підсуватися близько до монітора чи зошита що призводить негативний результат на поставу людини. Викривлення хребта, що призводить до сколіозу і т.д.

Зниження працездатності. На даний момент учні та студенти завантаженні навчанням. Виконання домашнього завдання, додаткові заняття, репетиторство.

Тому, освітлення має важливу роль в любих аспектах, чи то навчання чи то робота. І дотримання їх є основою для забезпечення працездатності та

нормальної роботи. Ці вимоги повинні забезпечуватися на усіх етапах проектування систем освітлення навчальних чи промислових будівель, щоб енергоспоживання було мінімальним.

Проаналізувавши вище сказане, можемо стверджувати, що освітлення відіграє важливу роль в навчальному, виробничому та інших процесах життєдіяльності людини. Якість освітлення впливає на нашу здатність бачити і сприймати оточуючий простір, а також впливає на наше настроєве становище, концентрацію, продуктивність і загальне самопочуття. Модернізація застарілих та розробка сучасних систем освітлення є досить затребуваною в даний час, а тема даної кваліфікаційної роботи «Розробка проекту системи освітлення Милівецької гімназії Нагірянської сільської ради » - актуальної.

Об'єктом дослідження є ефективність модернізації системи освітлення в навчальному закладі.

Метою кваліфікаційної роботи є розрахунок системи освітлення з метою забезпечення вимог ДБН [В.2.5-28:2018] для навчального закладу.

Отже, в результаті роботи над темою даної кваліфікаційної роботи було вирішено такі завдання:

- проведено розрахунок системи освітлення із застосуванням методу коефіцієнту використання , та за допомогою програмного пакету «DIALux evo»;
- підібрано світлові прилади з відповідними світлотехнічними та економічними характеристиками;
- розроблено та розраховано електротехнічну частину для живлення системи освітлення навчального закладу - Милівецької гімназії;

Протягом виконання кваліфікаційної роботи було детально вивчено структуру систем освітлення для навчальних закладів, за видом та за призначенням. При розрахунку та проектуванні було застосовано пакети прикладних програм, вивчених за період навчального процесу. У процесі конструктивного виконання схем електропостачання використовувалося типове

устаткування. Всі запозиченні з різних джерел теоретичні та розрахункові дані супроводжується посиланнями на їх авторів.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Освітлення навчальних закладів. Методи і вимоги

Сучасні заклади освіти через збалансування свого бюджету, забезпечують комфорт та ефективність і в той же час безпечне середовище для своїх учнів. Основну роль в цьому відіграє освітлювальна система. Освітлення приміщень а саме навчальних зв'язане із якістю зорового сприйняття дітей. Відомо, що 70% і більше усієї інформації отримуванна людиною , сприймається в основному візуально. З кожним наступним роком виникають певні ризики, що спричиняють порушення зору, і бере свій початок з дитячого віку. Починаючи із років шкільних на зір прямує велике навантаження. Крім того, вилика кількість дітей приходячи до 1-го класу школи, вже мають порушення зору. Через те що дитина проводить 5-7 годин за шкільною партою кожного дня, 5 днів на тиждень, в пріоритеті є профілактичний метод зниження гостроти зору школярів а саме організація освітлення робочого місця.

Державні будівельні норми (ДБН) є нормативно-правовими документами, які регулюють будівельну діяльність в Україні. Щодо навчальних закладів, ДБН містять вимоги і рекомендації до проектування, будівництва, реконструкції та експлуатації таких закладів. Вони мають на меті забезпечити безпеку, комфорт та функціональність навчальних закладів, включають такі аспекти, як просторово-планувальні рішення, вентиляція, освітлення, звукоізоляція, пожежна безпека, санітарні норми, доступність для осіб з обмеженими можливостями та інші аспекти, що впливають на якість навчального середовища. ДБН "Природне та штучне освітлення" регулює вимоги до освітлення навчальних закладів в Україні. Цей нормативний документ визначає рекомендації та норми для проектування та експлуатації освітлювальних систем у навчальних приміщеннях.

Основні положення, які регулюють ДБН 360-92 щодо освітлення навчальних закладів:

- **Рекомендовані рівні освітленості**: ДБН надає вимоги до мінімальних рівнів освітленості в різних зонах навчальних приміщень, таких як класи, коридори, бібліотеки та інші приміщення.
- **Розподіл освітлення**: ДБН визначає рекомендації щодо рівномірного розподілу освітлення, враховуючи різні зони в приміщеннях (наприклад, робочі місця, дошка, робочий стіл учня).(рис 1.1)
- **Відбиття поверхонь**: ДБН вказує на необхідність врахування коефіцієнта відбиття поверхонь (стелі, стін, підлоги) для забезпечення ефективного використання світла і підвищення якості освітлення.
- **Захист від блисків і відблисків**: ДБН рекомендує використання заходів, щоб уникнути блисків на поверхнях, які можуть заважати баченню та спричиняти незручності.
- **Енергоефективність**: ДБН сприяє енергоефективному освітленню, рекомендуючи використання енергозберігаючих джерел світла, диммерів, датчиків руху та інших технологій для регулювання освітлення в залежності від потреб.

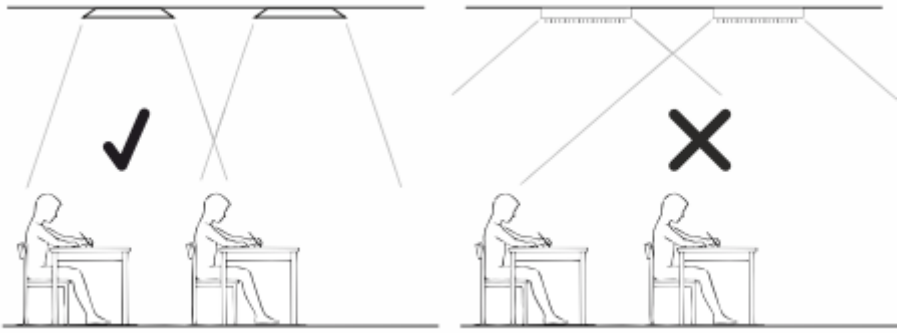


Рисунок 1.1 – *Схема рівномірного розподілу освітлення*

Варто зазначити, що ДБН надає загальні вказівки, а конкретні вимоги можуть варіюватися в залежності від типу навчального закладу та його призначення. Тому під час проектування освітлення навчального закладу рекомендується консультуватися з професіоналами, які мають досвід у цій галузі та ознайомлюватися з конкретними місцевими будівельними нормами та регулятивними документами.

Вимоги до освітлення в школах. При проектуванні системи освітлення шкіл, враховуються наступні параметри з метою забезпечення комфорту зорової роботи:

- показник освітленості;
- коефіцієнт пульсації;
- температура світіння.

У класних кабінетах загального призначення рекомендовані рівні освітленості наступні: мінімальний допустимий рівень - 400 люксів, а для класів, де проводяться заняття, які передбачають високе зорове навантаження, рекомендовано досягати 500 люксів. Крім того, рекомендується мати додаткову підсвітку для шкільної дошки.

Щодо коефіцієнта пульсації світла, в звичайних класах він не повинен перевищувати 10%, а для класів з інформатикою, цей показник рекомендовано обмежити до 5%.

Температура світла також важлива. У звичайних класних кімнатах рекомендовано використовувати світло з температурою від 3000 до 4000 К. Однак, для класів образотворчого мистецтва, інформатики та креслення рекомендується використовувати світло з температурою не менше 5000 К.

Так, дійсно, існують деякі рекомендації щодо використання світлодіодних світильників в освітніх установах, оскільки вони мають свої особливості. Для того, щоб уникнути сліпучого ефекту від LED світильників у школах, рекомендується, щоб їх умовний захисний кут був не менше 90°. Ця рекомендація враховує особливості конструкції світлодіодних освітлювальних приладів і спрямована на забезпечення розсіяного та рівномірного освітлення. Щоб виміряти цей параметр, можна скористатися транспортиром або косинцем. Габаритна яскравість світлодіодних ламп, які ми використовуємо в освітніх установах, не повинна перевищувати 5000 кд/м². Це обмеження обумовлене високою яскравістю відкритих світлодіодів, тому використання

світильників з відкритими світлодіодами для загального освітлення приміщень не допускається. В конструкції світильників для шкіл повинні бути використані розсіювачі, які знижують габаритну яскравість до припустимих значень. Цей параметр можна виміряти за допомогою спеціального пристрою, такого як яскравомір. Вимога до нерівномірності яскравості в освітніх установах полягає у тому, що співвідношення максимальної яскравості до мінімальної не повинно перевищувати 5:1. Це означає, що різниця між найяскравішою та найменшою областями освітленості не повинна бути більшою за 5 разів. Таке обмеження спрямоване на забезпечення рівномірного та комфортного освітлення в навчальних приміщеннях. Максимально допустимий рівень температури білих світлодіодів для освітлювальних світильників в школах становить 4000 К. Щоб визначити температуру світіння конкретного світлодіодного світильника, варто перевірити маркування на його цоколі або упаковці, де зазвичай вказана інформація про цей параметр.

Також рекомендується уникати використання світлодіодів з потужністю понад 0,3 Вт в лампах для освітлювання шкільних приміщень. Цей параметр також повинен бути вказаний у маркуванні світильника, що дозволяє зробити правильний вибір світлодіодних джерел світла з огляду на потужність.

У специфікації світлодіодних світильників, що призначені для використання в установах для загального та місцевого освітлення, вказана інформація про показники а саме: габаритна яскравість, нерівномірність яскравості та корельована температура світіння.

Вимоги нормативних документів, що регулюють освітлення в навчальних закладах, спрямовані на обмеження сліпучого впливу світлодіодних ламп та зменшення їх габаритної яскравості. Тому в конструкції світлодіодних ламп для шкіл передбачаються розсіювачі, які приховують окремі світлодіоди від очей педагогів і учнів, забезпечуючи більш розсіяне та комфортне

освітлення. Це допомагає попередити негативні ефекти від надмірної яскравості та забезпечити безпечну та приємну атмосферу навчання.

1.2 Аналіз освітлювальних установок для навчальних закладів

В навчальних закладах України сьогодні існує велика кількість навчальних приміщень, в яких є застарілі світильники з люмінесцентними лампами. Намагання зменшити затрати при купівлі останіх призводить до того, що отримуємо погане освітлення з низькою якістю. Результатом чого є порушення санітарних умов навчального процесу дитини, організм якої чутливий до штучного освітлення люмінесцентних ламп.

Таке випромінювання є результатом поєднання кількох пікових значень іншої довжини хвиль (рис. 1.2) .

Крім того, недоліки світильників з люмінесцентними лампами наявність шуму та значних пульсацій (40-70%).

Знаючи те, що експлуатація люмінесцентних ламп складає всього лиш 10 тисяч годин, а деградація - 30-40% в рік, очевидно, що заміна має проходити кожні 2-3 роки.

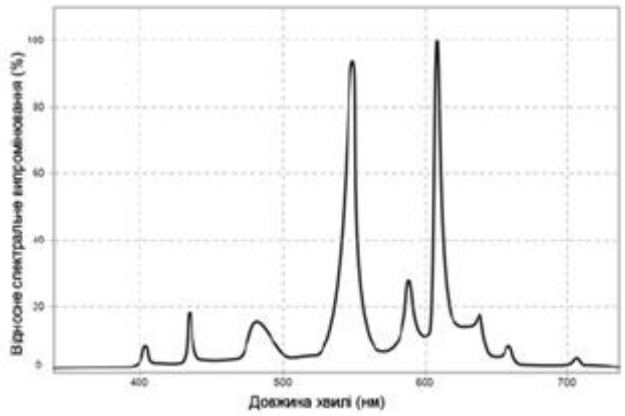


Рисунок 1.2 – *Спектральна характеристика люмінесцентних ламп*

Ще одним фактором заміни люмінесцентних ламп є наявність в ній ртуті, а це додаткові витрати на їх подальшу утилізацію. Недолік також через нерівномірність розподілу світла.

Пріоритет світлодіодного освітлення класних кабінетів. Світлодіодні світильники для класів мають забезпечувати найбільший ступінь надійності й безпеки. Якщо світильник, встановлений в навчальному закладі вийде з ладу, порушиться рівномірність освітлення, а також знизиться середній рівень освітленості.

Увагу треба приділити підсвічуванню шкільної дошки. Показник вертикальної освітленості повинен становити за рівень освітленості парт, щоб учні, чи студенти не відчували перепадів в зоровій адаптації.

Використання світильників різних розмірів збільшує світлову атмосферу в кабінеті. Цьому може посприяти також нестандартне розташування освітлювальних приладів. Так, в приміщеннях, призначених для навчання, рекомендується використовувати інтелектуальну систему управління освітленням, яка враховує рівень природного світла. Ця система дозволяє автоматично регулювати світловий потік зі світлодіодних джерел в залежності від наявності та інтенсивності природного освітлення в приміщенні.

Вчительські та робочі кабінети. Так, для освітлення робочих зон і приміщень в школах рекомендується використовувати лінійні світлодіодні світильники, які можуть бути вбудованими або підвісними. Ці типи світильників забезпечують рівномірне розподілення світла по робочій зоні і забезпечують високу якість освітлення.

Застосування сучасних систем регулювання освітлення в школах дозволяє гнучко змінювати сценарії освітлення в залежності від потреб і умов роботи. Це дає можливість створювати різноманітні освітлювальні ситуації, які сприяють комфорту і забезпечують оптимальні умови для навчання та роботи працівників освітніх установ. Наприклад, можна регулювати яскравість, колірну температуру та розподіл світла для створення сприятливої атмосфери для відпочинку, концентрації або творчої діяльності. Це також сприяє збереженню енергії та зменшенню витрат на освітлення.

Освітлення шкільних бібліотек, читальних залів. Так, в шкільних бібліотеках встановлення стельових LED світильників нестандартних форм і конструкцій є досить поширеною практикою. Це дозволяє створити особливу атмосферу і додати в приміщення естетичного вигляду.

Важливо, щоб система освітлення в бібліотеці забезпечувала комфортне освітлення для учнів, які проводять час за читанням та вивченням матеріалів. Оптимальний рівень освітленості повинен бути забезпечений, забезпечуючи достатню яскравість для читання, але не настільки високий, щоб не створювати надмірного блиску або напруження очей.

Так, встановлення додаткового локального освітлення у вигляді настільних ламп або торшерів є розумним рішенням для забезпечення достатнього рівня освітленості під час читання або роботи за комп'ютером. Ці джерела світла можуть бути розміщені безпосередньо на робочому столі або поруч з ним, що дозволяє спрямовувати світловий потік безпосередньо на необхідну зону.

Освітлення шкільної їдальні. Так, в шкільних їдальнях можуть використовуватись підвісні світлодіодні світильники нестандартних форм і конструкцій, оскільки до освітлення столових приміщень зазвичай пред'являються менш жорсткі вимоги порівняно з навчальними класами або бібліотеками. Вибір освітлювальних приладів для їдалень може бути спрямований на створення затишної та розслаблюючої атмосфери для учнів під час обідньої перерви.

Забезпечення необхідної циліндричної освітленості є важливим аспектом у столових приміщеннях. Це означає, що світло повинно рівномірно розподілятися по всій площі столів та навколишній зоні. Це допомагає створити м'яке та приємне освітлення, яке сприяє розслабленню та комфорту учнів.

Рекомендована температура світіння для шкільних їдалень зазвичай становить 3000 К, що відповідає теплому білому світлу. Така температура

сприяє створенню затишної атмосфери і підкреслює комфортність приміщення під час харчування.

Враховуючи вимоги до освітлення в шкільних їдальнях, важливо вибрати світильники, які задовольняють необхідні параметри освітленості та температури світіння, а також гармонійно вписуються в інтер'єр приміщення.

Освітлення в спортзалах. При проєктуванні систем освітлення шкільних спортивних залів, дійсно, важливо дотримуватися вимог до рівня освітленості та рівномірного розподілу світлового потоку, які встановлені для спортивних об'єктів. Забезпечення належних умов освітлення в спортзалах важливо для безпеки та комфорту учнів та вчителів під час занять фізичною активністю.

У конструкції світильників для шкільних спортзалів можуть бути використані спеціальні решітки, що захищають освітлювальні прилади від попадання спортивних снарядів. Це сприяє забезпеченню безпеки та довговічності світильників у спортивному середовищі.

Рекомендована висота установки освітлювальних приладів у спортивних залах зазвичай становить 5 метрів. Така висота дозволяє забезпечити оптимальне розподілення світла і його рівномірність на спортивному майданчику.

Освітлення в спортивних залах не повинно бути сліпучим для вчителів і учнів. Тому використання світлодіодних світильників з матовим розсіювачем є рекомендованим підходом. Матовий розсіювач допомагає знизити яскравість світла та розподілити його рівномірно, створюючи комфортні умови для занять у спортивних залах.

Переваги світлодіодних світильників для шкіл

Використання енергозберігаючих світлодіодних світильників у школах є вигідним рішенням з точки зору ефективного використання електроенергії та зниження витрат. Світлодіодне освітлення споживає менше енергії порівняно з традиційними джерелами світла, що дозволяє скоротити розмір

електроенергетичних рахунків шкіл. Крім того, світлодіодні лампи мають тривалий термін експлуатації, що означає, що їх не потрібно часто замінювати, що зменшує витрати на обслуговування та покупку нових ламп. Це дозволяє школам економити кошти, які можуть бути направлені на інші потреби освітнього закладу. Світлодіодні світильники для шкіл мають кілька переваг, які сприяють створенню необхідного рівня освітленості та забезпеченню безпеки. Вони доступні в різних формах і конструкціях, що дозволяє їх гармонійно впасовувати в будь-які приміщення школи. LED лампи миттєво вмикаються і не мерехтять під час роботи, що допомагає уникнути негативного впливу на нервову систему та очі користувачів. Деякі моделі світильників оснащені зручними системами управління, що дозволяє гнучко регулювати параметри освітленості в навчальних приміщеннях. Це забезпечує зручність і комфорт для учнів та вчителів, а також дозволяє ефективно використовувати енергію.

Вибір освітлення для шкіл

При виборі світлодіодних світильників для використання в школах слід звернути увагу на наступні параметри:призначення приміщення;

- тип світильника (стельовий або настінний);
- потужність;
- кольорова температура;
- термін експлуатації;
- ступінь безпеки;
- можливість зміни параметрів світла.

1.3 Аналіз об’єкта проектування

Об’єктом проектування в даній роботі є двоповерхова Милівецька гімназія, котра розташована в с. Милівці Чортківського району Тернопільської області. У більшості кабінетів стельове покриття є просте, тобто просте бе-

тонне перекриття. В коридорі, спортзалі, майстерні, та спортзалі стельове покриття виконано із армстронгу, тому для спрощення монтажу використано світильники LED панелі Юпітер. Вони в монтовуються безпосередньо в стелю. Вікна розташовані одною половиною на південь, а другою на північ. Оскільки в зимовий період часу світловий день є коротким є необхідність використання світильників в північній стороні, оскільки там є нехватка рівня освітлення. Загальна площа першого поверху 656 м^2. На першому поверсі розташовано 20 кімнат. Детальна інформація в таблиці 1.1 На другому поверсі розташовано 18 кімнат.

Детальна інформація в таблиці 1.2

Таблиця 1.1 – Експлікація шкільних приміщень другого поверху.

№ п/п	Призначення	Площа	Довжина	Ширина	Висота
21	Кладова 3	9	6	1,5	2,8
22	Кладова 4	9	6	1,5	2,8
23	Клас 4	36	6	6	2,8
24	Сходи3	3,75	3	1,25	2,8
25	Клас 5	36	6	6	2,8
26	Клас 6	34,2	6	5,7	2,8
27	Клас 7	48	6	8	2,8
28	Клас 8	22,5	5	4,5	2,8
29	Кладова 5	10	5	2	2,8
30	Бібліотека	22,5	5	4,5	2,8
31	Клас 9	17,5	5	3,5	2,8
32	Читальний зал	25	5	5	2,8
33	Клас 10	25	5	5	2,8
34	Міні-музей	20	5	4	2,8
35	Сходи 4	3,75	3	1,25	2,8
36	Кухня	11,375	1,75	6,5	2,8

37	Їдальня	76,05	11,7	6,5	2,8
38	Коридор 2	75,435	32,1	2,35	2,8

Таблиця 1.2 – Експлікація шкільних приміщень першого поверху.

№ п/п	призначення	Площа	Довжина	Ширина	Висота
1	Спортзал	150	17,3	8,65	6
2	Кладова	22,5	5	4,5	2,8
3	Роздягальна	10	5	2	2,8
4	Фойє	10,98	2,4	4,575	2,8
5	Кабінет директора	17,5	5	3,5	2,8
6	Учительська	25	5	5	2,8
7	Чоловічий туалет	9,75	5	1,95	2,8
8	Учительський туалет	1,62	1,8	0,9	2,8
9	Жіночий туалет	9,75	5	1,95	2,8
10	Сходи	3,75	3	1,25	2,8
11	Кладова 2	11,5895	1,783	6,5	2,8
12	Майстерня	76,05	11,7	6,5	2,8
13	Комп'ютерний клас	48	6	8	2,8
14	Клас 1	34,2	6	5,7	2,8
15	Клас 2	36	6	6	2,8
16	Сходи 2	3,75	3	1,25	2,8
17	Клас 3	36	6	6	2,8

18	Жіночий душ	9,9	6	1,65	2,8
19	Чоловічий душ	9,9	6	1,65	2,8
20	Коридор	130	32,1	2,5	2,8

1.4 Висновки до розділу

1. Взявши за основу основні вимоги щодо освітлення навчальних приміщень встановлено, особливості установок таких об’єктів в проектуванні.

2. Проаналізували недоліки люмінесцентних ламп та їх вплив на здоров’я. Обрали за основу LED світильники оскільки дотримуючись всіх вимог вони стоять в пріоритеті. Таким чином, доцільність модернізації освітлення в навчальних закладах є шлях переходу на джерела світла із сучаснішою елементною базою.

3. Проводячи аналіз приміщення дізналися розміщення, площу, кількість кімнат, та стельове покриття.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір виду, системи освітлення та джерел світла

Щоб освітити всі приміщення навчального закладу зробимо свій вибір на загальному та рівномірному освітленні, котрий є загальний для приміщень навчальних закладів. [1, 2]. За призначенням освітлення поділяється:

Навчальне освітлення, основна задача якого забезпечити якість освітлення та саму освітленість в класах.

Робоче освітлення, яке відноситься до комп'ютерного класу чи майстерні тобто спеціалізованого освітлення.

Евакуаційне освітлення потрібне для безпечної евакуації учнів чи персоналу під час надзвичайної ситуації.

Організаційне освітлення. Його призначення полягає в тому щоб підсвічувати таблички, плани евакуацій і т.п. Це допомагає орієнтуватися та забезпечує безпеку.

Можна використовувати систему робочого освітлення для всіх приміщень навчального закладу, щоб забезпечити належну освітленість на робочих місцях учнів і персоналу. Для аварійного освітлення візьмемо систему освітлення евакуації, які пролягають через коридор.

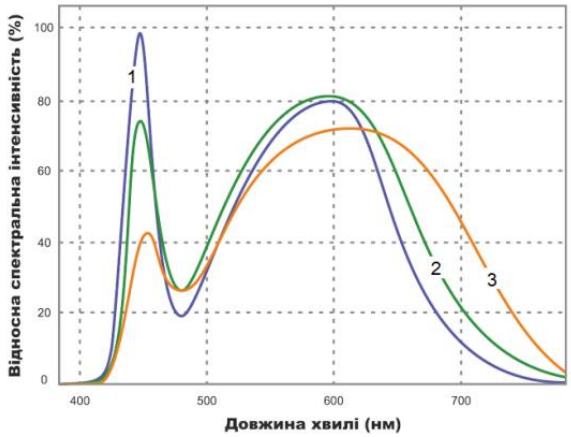


Рисунок 2.1 *Характеристика спектра випромінювання світлодіодів різних типів світла*:

1 - світлодіод холодно-білого кольору , 2 - світлодіод нейтрально-білого кольору , 3 - світлодіод тепло-білого кольору.

Вибір джерел світла на світловипромінювальні діоди (LED) є розумним і популярним варіантом для освітлення в будівлях, включаючи навчальні заклади. LED-освітлення має декілька переваг:

Енергоефективність: тому що LED лампи значно економніші порівняно зі розжарювальними лампами чи люмінесцентними . Світлодіодні лампи усю свою енергію перетворюють на світло, це призводить до зниження вартості електроенергії;

Довговічність: світлодіодні лампи служать в кілька раз більше ніж застарілі лампи розжарування а саме до 50000 годин більше;

Екологічність: у LED лампах відсутня ртуть та інші шкідливі складники, також вони не виділяють вуглекислого газу. Це великий крок для збереження довкілля;

Миттєва реакція: запалення миттєво, от чим LED лампи також відрізняються від застарілих ламп;

Гнучкість в дизайні: тобто їх можна підібрати під любий інтер'єр та під різні розміри;

2.2 Вибір світлотехнічних нормованих параметрів системи освітлення навчального закладу

З метою вибору нормованих параметрів системи освітлення адміністративної будівлі, ми будемо керуватися вимогами, які наведені у джерелі [3]. Однією з основних характеристик, яка нормується при освітленні, є освітленість. Приміщення які розглядаємо діляться на основні та допоміжні приміщення, до яких відносяться: спортзал, кладові, роздягальня, фойє, кабінет директора та учительська, туалети, сходи, майстерня, комп'ютерний клас, класи для навчання, душ та коридор, бібліотека, читальний зал, міні музей, кухня та їдальня. Значення нормованих параметрів наведено в таблиці наведеній нище.

Таблиця 2.1 – Значення світлотехнічних нормованих параметрів будівлі навчального закладу

Тип примі-щень	**Позначення на плані**	**Нормована освітленість, лк**	**Висота та тип робочої поверхні**
Спортзал	1	1	Г - 0
		75	В - 2
		200	Г - 0
Кладові	2, 11, 21, 22, 29	50	Г – 0.8
Роздягальня	3	150	Г - 0
Фойє	4	150	Г - 0
Кабінет дирек-тора та вчи-тельська	5, 6	300	Г – 0.8
Туалети	7, 8, 9	75	Г - 0
Сходи	10, 16, 24, 35	1	Г -0
		100	Г - 0
Клас	14, 15, 17, 23, 25, 26, 27, 28, 31, 33,	500	В - 1.5
		400	Г – 0,8

Продовження табл. 2.1

Тип примі-щень	**Позначення на плані**	**Нормована освітленість, лк**	**Висота та тип робочої поверхні**
Комютерний клас	13	200	В - 1
		400	Г – 0.8
Майстерня	12	1	Г - 0
		300	Г – 0.8
Душ	18, 19	50	Г - 0
Коридор	20, 38,	75	Г - 0
Бібліотека	30	200	В - 1
Читальний зал	32	400	Г- 0.8
Міні музей	34	200	Г – 0.8
Кухня	36	200	Г – 0.8
Їдальня	37	200	Г – 0.8

2.3 Вибір світлових приладів

При виборі світлових приладів для освітлення приміщень об'єкта проектування, ми будемо керуватися, насамперед, вимогами щодо їх встановлення у

приміщеннях. Крім того, ми врахуємо вимоги щодо колірної температури їх свічення. Оскільки практично у всіх приміщеннях використовується підвісна стеля «Армстронг», то використаємо світильники, які монтуються безпосередньо до підвісної стелі. Для освітлення , роздягальні, кабінету директора, учительської, приміщення охорони, офісних приміщень, комю'терних класів та класів загального призначення.Виберемо світильник типу ДВО20У Юпітер-LED-панель (рис. 2.2). Характеристики цього світильника наведені нижче [8].

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

Рисунок 2.2 ДВО20У Юпітер- LED-панель

Щоб освітити такі приміщення як кладові, туалети та душ використаємо світильник ДББ28У Селена – LED – М та ДББ27У Селена – LED – 1 які схожі за характеристиками. Він зображений на (рис. 2.3) та наведена їх характеристика [9].

- Ступінь пило вологозахисту – IP65
- Клас електрозахисту – I
- Потужність, Вт – 16
- Корельована колірна температура, К 4000

Рисунок 2.4 – Зображення світильника ДББ28У Селена-LED-M

- Світлова віддача, лм/Вт – 120
- Тип кривої сили світла – Д
- Коефіцієнт активної потужності – 0,95
- Світловий потік – 960 – 2400

Для таких приміщень як фойє, сходи, та коридор використано світильник ДПО26В. При підборі цей світильник видав найкращий коефіцієнт освітлення. Вміст ртуті відсутній, тому він також і безпечний під час експлуатації. Зображення світильника (рис. 2.5) та його характеристика зображена нижче [10].

Рисунок 2.5 Світильник ДПО26В

- Потужність, Вт – 20-50
- Коефіцієнт активної потужності – 0,95
- Світловий потік – 2400-6000
- Тип кривої сили світла – Д
- Корельована колірна температура, К – 4000-5700
- Клас електрозахисту – I
- Ступінь пило вологозахисту – IP20

Вибираючи прилади аварійного евакуаційного освітлення важливо враховувати, що згідно з вимогами, викладеними в джерелах [3] та [12], освітлення шля-

хів евакуації повинно функціонувати протягом що найменше 1 години у аварійному режимі. Таким чином було обрано світловий прилад ДБО02ВСП (Аварійний). Зображений він на (рис. 2.6) Також вказана його характеристика.

Рисунок 2.6 Світловий прилад ДБО02ВСП (Аварійний)

- Потужність, Вт – 6
- Час роботи в аварійному режимі – до 3 годин
- Режим роботи – постійна, не постійна
- Коефіцієнт активної потужності – 0,95
- Клас електрозахисту – I
- Ступінь пило вологозахисту – IP65

Для того щоб евакуація була більш ефективнішою та надійнішою з таких шкільних приміщень як майстерня та спортзал, які є великі за площою використано світловий прилад ДПП06У (Аварійний). Його зображення на (рис. 2.7). Та описанна характеристика.

Рисунок 2.7 Світловий прилад ДПП06У (Аварійний)

- Потужність, Вт – 8
- Час роботи в аварійному режимі – не менше 3години
- Режим роботи – постійний, не постійний
- Коефіцієнт активної потужності – 0,95
- Клас електрозахисту – I
- Ступінь пило вологозахисту – IP65

Для освітлення спортзалу найкраще підходить світловий прилад ДПП27У EFFECT LED. Зображення можна побачити на (рис. 2.8). Нижче продемонстровано його характеристики.

Рисунок 2.8 *Світловий прилад ДПП27У EFFCT LED*

- Потужність, Вт – 80 -240
- Ступінь пило вологозахисту – IP65
- Клас електрозахисту – I
- Корельована колірна температура, К - 4000
- Коефіцієнт реактивної потужності – 0,95

- Світловий потік, Лм – 9600-31200

2.4 Вихідні дані до світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки освітньої будівлі

Для проведення світлотехнічного розрахунку систем освітлення маємо наступні вихідні дані:

- Значення нормованої освітленості;
- Світлотехнічні характеристики світлових приладів;
- Розрахункова висота;
- Коефіцієнт запасу;

Нормовану освітленість наведено в табл. 2.1 у цім розділі. Дійсно, світлотехнічні характеристики світлових приладів, що використовуються в світлотехнічних розрахунках, включають світловий потік та криву сили світла. Розрахункова висота h_p обчислюється за формулою наведеною нижче .

$$h_p = h - h_1 - h_{p.n.}, \qquad (1.1)$$

Де h це висота приміщення і дорівнює 2.80 м. Для спортзалу 6м.

h_1 - це відстань від задньої частини світлового приладу до поверхні стелі.

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

Відстань h_1 можна визначити за допомогою товщини світлового приладу наведених

Для світильників ДВО20У Юпітер- LED- панель h_1 = 0.06

Для світильників ДББ28У Селена – LED – М h_1 = 0.07

Для світильників ДББ27У Селена – LED – 1 h_1 = 0.07

Для світильників ДПП27У EFFCT LED h_1 = 0.06

Для світильників ДПО26В $h_1 = 0.06$

Висота робочої поверхні в таблиці 2.1 Для приміщень, таких як, кладова, кабінет директора , учительська , майстерня, комп'ютерний клас, та класи загального призначення $h_{р.п.} = 0{,}8$ м, для решти приміщень а саме спортзал , роздягальня, фойє, туалети, сходи, майстерня, душ, та коридори $h_{р.п} = 0$ м

Для таких приміщень, як гардероб, кабінет директора , майстерня, учительська використаємо світильник ДВО20У Юпітер-LED-панель. В гардеробній $h_{р.п.}=0$ *м.*, отримаємо:

$$h_р = 2{,}80 - 0{,}06 - 0 = 2{,}74 \text{ м.}$$

В кабінеті директора , майстерні, учительській $h_{р.п.}=0{,}8$ *м.*, отримаємо:

$$h_р = 2{,}80 - 0{,}06 - 0{,}80 = 1{,}94 \text{ м.}$$

Для таких приміщень, фойє, сходи , комю'терний клас , класи загального призначення сходи використаємо світильник ДПО26В

В фойє, сходах та коридорі $h_{р.п.}=0$ *м.*, отримаємо:

$$h_р = 2{,}80 - 0{,}06 - 0 = 2{,}74 \text{ м.}$$

Для таких приміщень як кладова, туалети, та душові використано світильник ДББ28У Селена – LED – М. В туалеті для учнів та душовій $h_{р.п} = 0$ м., отримаємо:

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

Та для учительського туалету ДББ27У Селена – LED – 1 $h_{р.п} = 0$ м.,

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

В кладовій $h_{р.п.}=0{,}8$ *м.*, отримаємо:

$$h_р = 2{,}80 - 0{,}07 - 0.80 = 1.93 \text{ м.}$$

Для спортзалу вибрано світильник ДПП27У EFFCT LED. Висота спортзалу

6 м.

В спортзалі $h_{р.п.}=0$ *м.*,отримаємо:

$$h_р = 6 - 0{,}06 - 0 = 5{,}94 \text{ м.}$$

Наступне що будем робити - це забезпечувати нормовану освітленість в кінці термніну служби усіх світильників або їх чищення коли виконуватимуться світлотехнічні розрахунки треба врахувати так зване зниження світлового потоку. Це стається в наслідок впливу середовища. Для цього використаємо коефіцієнт запасу. Він визначається за порівнянням робочих поверхонь на початку та в кінці терміну його використання.

Коефіцієнт запасу $K_з$ визначається за допомогою результатів коефіцієна експлуатації MF [3]:

$$K_з = \frac{1}{MF}. \quad (2.2)$$

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

де $LLMF$ – коефіцієнт, який враховує спад світлового потоку світильників протягом їх використання;

LSF – коефіцієнт, який враховує, певну кількість від повної частини утановлених джерел світла, які працють при заданих умовах;

LMF – коефіцієнт експлуатації світильника;

$RSMF$ – коефіцієнт експлуатації поверхонь у середені приміщень.

У всіх приміщення застосовано світильники типу напівпровідники які працюють не менше 50000 год., світловий потік на початку його використання буде також не менше 80% від подальшого використання. Частина світло діодів буде 90, тому дані які взяті з табл. В4 [3] ми обираємо :

$$LLMF = (0{,}85), \; LSF = 1.$$

Значення усіх коефіцієнтів *LMF* та *RSMF* беремо дивлячись на коефіцієнти відбивання усіх внутрішніх поверхонь з зовні огороджувальних конструкцій також класу чистоти приміщень дивлячись на клас світлорозподілу а також ступеню пило вологозахисту світильників. У табл. В1 [3] будем визначати клас чистоти приміщень. В більшості випадків використовуємо два класи частоти. А саме N (Normal) які використовуються для кладових, душових і т.д., та клас С (Clean) який використовується для більшості приміщень. Планове чищення світильників повинно бути 1 рік, а поверхонь – 3 роки.

По табл. В3 [3] дізнаємось, що світильники ДПО26В, ДВО20У Юпітер-LED-панель за ступенем захисту IP20 які відносяться до типу D, а світильники ДББ28У Селена-LED-1, ДББ28У Селена-LED-М, ДБО02ВСП, ДПП06У та ДПП27У EFFCT LED зі ступенем захисту IP65 – відносяться до типу Е.

В такому випадку приміщеня, які відносяться до класу С із світильниками D з таблиць В5 та В6 [4] якщо коефіцієнтах відбивання стелі та стін і підлоги відповідно 0,7, 0,5 та 0,2 вибираємо LMF = 0.79, RSMF = 0. 94. Для приміщень класу чистоти N та світильниками типу D – LMF = 0.73 тоді RSMF = 0.9, а для приміщень класу чистоти N зі світильниками типу Е – LMF = 0.84, а RSMF = 0.9

Виходячи з вище сказаного підставляємо всі значення з формул і отримаємо приміщення типу С з світловими приладами типу D

$$MF = 0{,}85 \cdot 1 \cdot 0{,}79 \cdot 0{,}94 = 0{,}63,$$

$$K_з = \frac{1}{0{,}63} = 1{,}58.$$

для приміщень N зі світильниками класу типу D

$$MF = 0{,}85 \cdot 1 \cdot 0{,}73 \cdot 0{,}9 = 0{,}56,$$

$$K_з = \frac{1}{0{,}56} = 1{,}79.$$

Приміщення типу N світильник типу Е

$$MF = 0{,}85 \cdot 1 \cdot 0{,}84 \cdot 0{,}9 = 0{,}64,$$

$$K_з = \frac{1}{0,64} = 1,56.$$

Усі результати записуємо в таблицю 2.2

Таблиця 2.2 – Зведені дані для h_p та $К_з$

Тип приміщення	**Позначення на плані**	**Тип світлових приладів**	**h_p м**	**$К_з$**
Спортзал	1	ДПП27У EFFCT LED	5.94	1,56
кабінет директора , учительська	5, 6,	ДВО20У Юпітер-LED-панель	1,94	1,56
Майстерня, бібліотека, читальний зал, міні музей, їдальня	12, 30, 32, 34, 37		1,94	1,79
Роздягальня,	3,		2,74	1,58
фойє, сходи ,	4, 10,16, 24, 35	ДПО26В	2,74	1,58
комю’терний клас , класи загального призначення,	13, 14, 15, 17, 23, 25, 26, 27, 28,31, 33,		1,94	1,58
коридор	20, 38		2,74	1,79
Туалети для учнів та душові	8, 9, 18,19	ДББ28У Селена – LED – М	2,73	1,56
Кладові,кухня	2,11,21,22,29, 36		1,93	1,79
Учительський туалет	8	ДББ27У Селена – LED – 1	2,73	1,56

2.5 Схема живлення для освітлювальної установки шкільної будівлі

Живлення світлових приладів робочого освітлення реалізуємо, виконуючи групові лінії від чотирьох щитів освітлення ЩО1 та ЩО2, ЩО3 і ЩО4 які розміщені в приміщеннях 20 та 16, 34 та 29. Так, як освітлення дошки відповідає нормам 500 Лк, немає необхідності в додаткових розетках.

Світильники аварійного освітлення та сходових кліток будуть живитися від щита освітлення ЩАО (аварійний). В табл. 2.3 та є дані, щодо потужності

та їхні групи споживачів.

Таблиця 2.3

Ділянка мережі	**№ на плані**	**Потужність**	**Струм**
1,1	2,3,5,6	0,348	1,67
1,2	7,8,9	0,076	0,36
1,3	11,12	0,52	2,49
1,4	4,2	0,3	1,44
Загально по ЩО1	2-9,11,12,20	1,244	5,95
2,1	1	0,72	3,44
2,2	13,14,15	1,2	5,74
2,3	17,18,19	0,348	1,67
Загально по ЩО2	13-19	2,268	10,85
А1	1	0,051	0,24
А2	10,12,16,20	0,051	0,24
ЩАО1	1,10,12,16,20	0,102	0,49
3,1	35,36,37	0,324	1,55
3,2	32,33,34	0,506	2,42
3,3	27	0,36	1,72
3,4	38	0,16	0,77
Загально по ЩО3	27,32-38	1,35	6,46
4,1	28,29,30,31	0,468	2,24
4,2	21,22,23,24	0,372	1,78
4,3	25,26	0,6	2,87
Загально по ЩО4	21-26,28-31	1,44	6,89
ЩАО2	24,35,37,38	0,042	0,20

Сумарна потужність для світильників робочого загального освітлення для першого поверху становить 3,512 кВт., для другого поверху 2,79 Потужність усієї системи освітлення шкільної будівлі –6,3 кВт.

Вибрані трьохжильні кабелі марки ВВГ для групових лініях.

2.6 Висновки до розділу

1. В якості системи освітлення приміщення обрано загального та рівномірного освітлення шкільних приміщень. В проекті для навчальних закладів передбачено штучне освітлення та природне .

2. Вибрано параметри світлотехнічних норм та параметрів системи освітлення приміщень та об'єкту. Для усіх приміщень за основу взято освітлення горизонтальної поверхні. Також практично в кожнім класі присутнє вертикальне освітлення приміщень. Усі параметри обрано так щоб було найбільш комфортне перебування в приміщені.

3. Вибрано світильники для найкращого освітлення шкільних приміщень. Для спортзалу обраний світловий прилад ДПП27У EFFCT LED який по усіх коефіцієнтах та характеристиках підійшов для даного приміщення.В якості світильника для освітлення кабінету директора, учительської, майстерні та роздягальної вибрано світловий прилад ДВО20У Юпітер-LED-панель напівпровідниковими джерелами. Для освітлення таких кімнат як фойє, сходів, комп'ютерного класу, та класів загального призначення було обрано світловий прилад відпочинку та коридорів вибрано світильники типу ДПО26В. Для освітлення туалетів для учнів, душових та кладових, було обрано світловий прилад ДББ28У Селена – LED – М. А для освітлення учительського туалету обрано світильник ДББ28У Селена – LED – 4. Вибираючи світлові прилади в залежності від приміщень знайдено розрахункову висоту та коефіцієнт запасу який безпосередньо буде використовуватися у розрахунках. Отримавши дані результатів методом розрахунку знайдено, що висота приміщень коливається від 1,93 до 5,94. Коефіцієнт запасу коливається від 1,56 до 1,79.

4. Також в цьому розділі розписано систему живлення, та потужність приміщень , а також які кімнати належать до щитка освітлення.

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення приміщень будівлі закладів здобуття освіти

3.1.1 Розрахунок на основі методу коефіцієнта використання

Основна мета світлотехнічного розрахунку це визначення числа, потужність світильників, використовуючи значення по яких нормуються світлотехнічні характеристики освітлення. Так як для робочого освітлення всіх приміщень пропонуєм використовувати загальне рівномірне освітлення, тоді світлотехнічний розрахунок зробимо за методом коефіцієнта використованого світлового потоку. Цей метод дозволяє вирахувати середню освітленість для горизонтальної поверхні враховуючи пряму та відбиту складових світлового потоку, який попадає на поверхню. Використовуючи цей метод, освітленість горизонтальної поверхні *Е*будемо розрахувати за формулою [4, 13]:

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

де N це кількість світильників, які застосовуються в освітлювальній установці в середені приміщення;

$\Phi_{СП}$ − світловий потік, який випромінюється тільки одним світловим приладом;

U −коефіцієнт використання світлового потоку;

S − робоча площа приміщення;

z – коефіцієнт мінімальної освітленості;

$K_з$ – коефіцієнт запасу.

Враховуючи те, що розрахунок середньої освітленості є коефіцієнт z не буде враховуватися, то сума світлового потоку Φ_Σ. Він потрібний для того, щоб забезпечети у приміщенні нормовану освітленость E_H яку розраховуємо за формулою:

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

В цій формулі коефіцієнт використання U визначаємо беручи з основу довідкові дані [10] він залежить саме від типу кривої сили світла світильників також від коефіцієнтів відбивання стелі, стін, підлоги, а також огороджувальних конструкцій приміщень форми і геометричні розміри приміщеннь, які характеризуються індексом i :

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

де a, b це є ширина та довжина простору в середені приміщення;

Приміщення з необмеженою довжиною індекс розраховувується за формулою:

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

Розраховуємо методом коефіцієнта використання. Робити це будем на прикладі приміщення шкільного спортзалу (на плані позначено – 1). Для спортзалу нормована освітленість, E_H = 200 лк довжина та ширина даного приміщення a = 17,3 b = 8,65, , площа S = 150 м^2, розрахункова висота h_p= 5,94

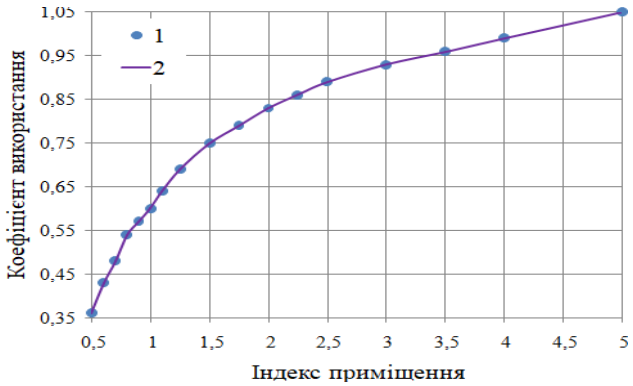


Рисунок 3,1 – Зображено графік залежностей та коефіцієнт користування а також індекс приміщення згідно з даними вказаними вище. 07, 05, 03, це є стеля, стіна та підлога а саме коефіцієнт відбивання. Крива сили світла – Д

1- Табличні дані; 2- аналітичні, описані функцією.

Індекс приміщення розрахуємо за формулою (3.3):

$$i = \frac{150}{5{,}94 \cdot (17{,}3 + 8{,}\overline{65})} = 0{,}97$$

Для світильників із косинусною кривою сили світла коли присутні коефіцієнти відбивання підлоги стелі та стін відповідно 70, 50, 30 графік показано на рисунку нарис. 3.1.

Це можна записати аналітично так:

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

Підставляємо значення індексу у рівняння 3,5;

$$U(i) = \frac{-0.177}{0{,}97^3} + \frac{0.663}{0{,}97^2} + \frac{-1.067}{0{,}97} + 1.160 = 0{,}571$$

Вписуємо значення для E_H S U у формулу (3,2) враховуючи коефіцієнт запасу:

$$\Phi_{СП} = \frac{200 \cdot 150 \cdot 1.56}{9 \cdot 0.571} = 5.150$$

Необхідна кількість світильників повинна бути 4 шт., це якщо взяти розрахунки висоти та коефіцієнта, проте світловий потік получається завеликий для одного світильника, і не можливо знайти такий світловий прилад. Було збільшено кількість світильників до 9, тоді є можливість вибрати світловий прилад із запропонованих.

Для спортзалу був обраний світильник ДПП27У EFFCT LED потужність якого 80 Вт. Він повністю підходить нам за характеристиками. Світловий потік одного світильника = 5150 лк Таким чином освітленість на робочій поверхні буде дорівнювати:

$$E = \frac{9 \cdot 9600 \cdot 0.571}{150 \cdot 1.56} = 210$$

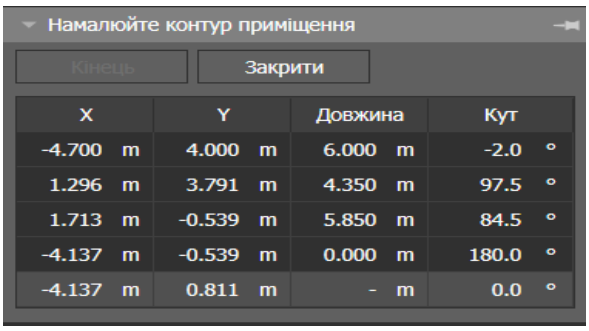
Підводячи підсумки ми дізнаємося, що дана освітленість світильника ДПП27У EFFCT LED потужність якого 80 Вт., повністю забезпечує середню освітленість поверхні. Діапазон якої від -10 до +20%

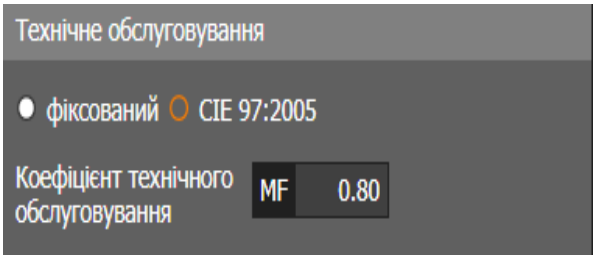
Так само робимо і для інших приміщень будівлі.

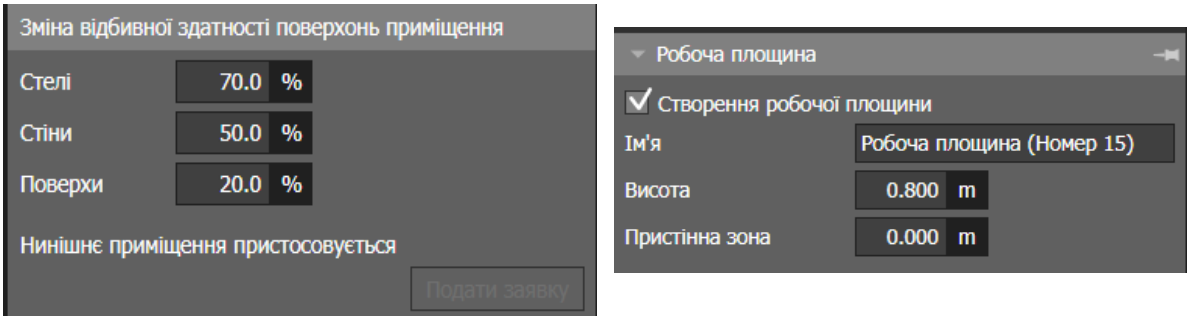
3.1.2 Розрахунок за допомогою пакету DIALux evo

Світлотехнічний розрахунок для освітлювальної установки можемо показати на прикладі приміщення спортзалу. Розрахунки виконуємо в послідовності наведеній нижче.

1. Першочергово треба задати розміри в редакторі приміщень «DIALux evo» (рис. 3.2 а), дальше у вкладці метод плану технічного обслуговування треба ввести його коефіцієнт, він дорівнює експлуатаційному коефіцієнту. (рис. 3.2 б), у поверхні приміщення пишемо коефіцієнт для стелі, стін і підлоги тобто коефіцієнти відбивання (рис. 3.2 в). У фінальниім етапі потрібно задати висоту поверхні (рис. 3.2г)., яка в мене дорівнює 0.0, оскільки в спортзалі не має робочої поверхні так як у інших приміщеннях, наприклад в комп'ютерному класі робоча площина дорівнює 0,8 (рис. 3.2г).







в) г)

Рисунок 3.2 - Редагування характеристики приміщень в пакеті DIALux evo.

2. Користуючись командою вставка, заносимо світловий прилад в проект приміщення для освітлення (рис. 3.3 а), також потрібно задавати кількість світильників та кількість їх рядів (рис. 3.3 б), Також можна обрати тип монтажу світлового приладу.

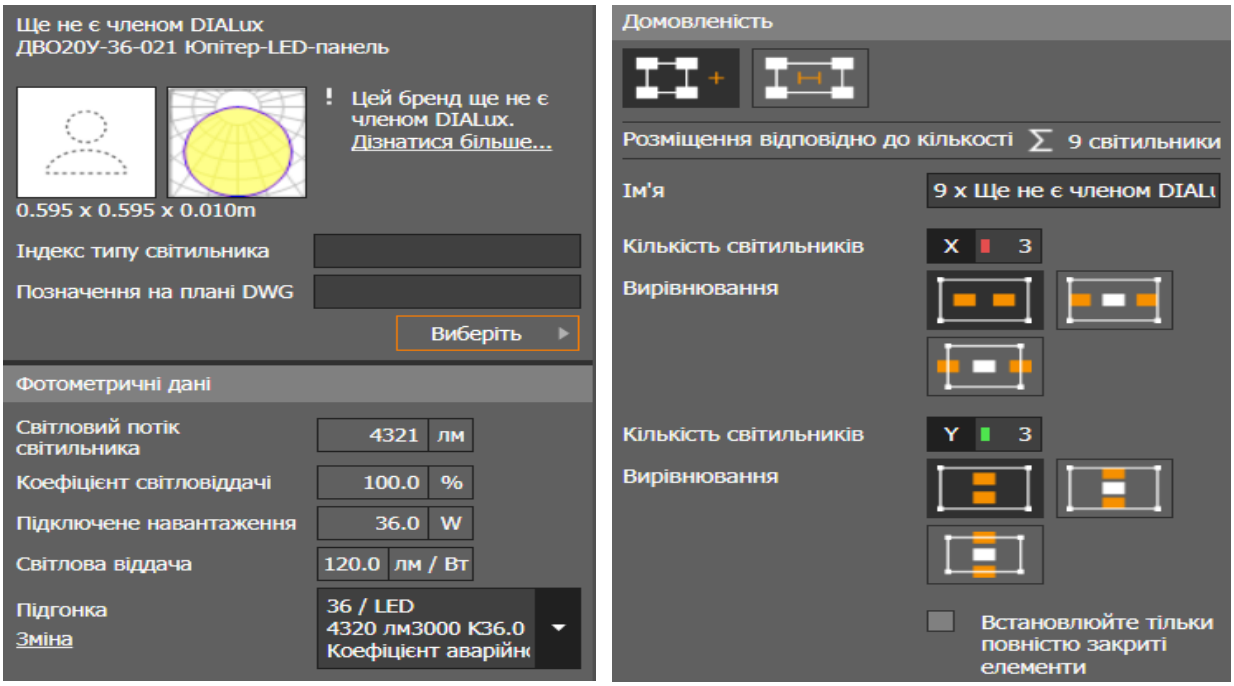


Рисунок 3.3 (а, б) – Внесення характеристик та їх редагування в середовищі DIALux evo.

Так як розрахунки дотримуються норм, середня освітленість площини приміщення = 210 лк, і вона знаходиться в допустимих межах, відношення мінімальної освітленості до середньої також відповідає нормам.

Криві лінії для однакої освітленості та графік їх значень для даного приміщення зображено на рис (3.4)

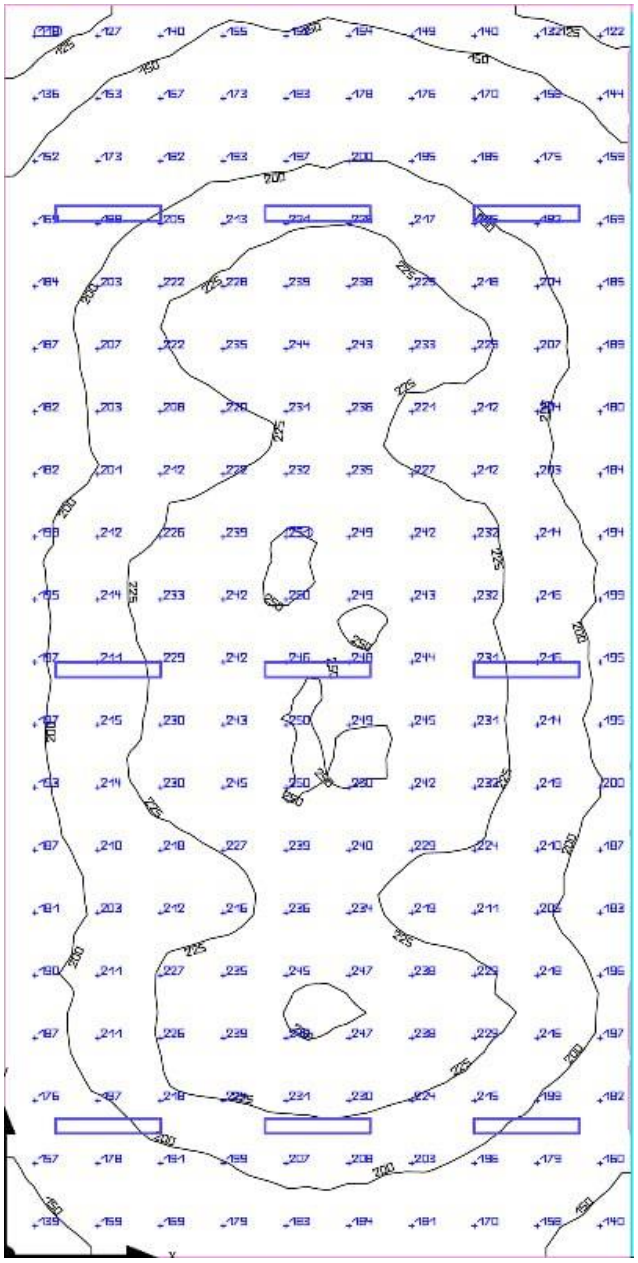


Рисунок 3.4 – Криві лінії однакової освітленості та графік її значень робочої поверхні спортзалу

3.1.3 Розрахунок вертикальної освітленості

Для приміщеня такого як, спортзал позначено на плані 1, показник по регламенті є вертикальна освітленість. Значення якої становить 75 лк на висоті

2,0 м та над рівнем підлоги.

Для розрахунку вертикальної освітленості в проекті освітлення вибраних приміщень в середовищі DIALux evo введено додаткові вертикальні розрахункові площини. Для приміщення спортзалу додаткову розраховану вертикальну площину визначаємо розмірами 17 на 4 м розміщено на висоті 2 м в здовж повздовжньої стіни приміщення.

Під час розрахунків встановлено, що середня освітленість на вертикальній площині в приміщенні спортзалу становить 75 лк, і на висоті від підлоги 2 м

На рис. 3.5 показано графіки розподілу освітленості на вертикальних розрахункових поверхнях.

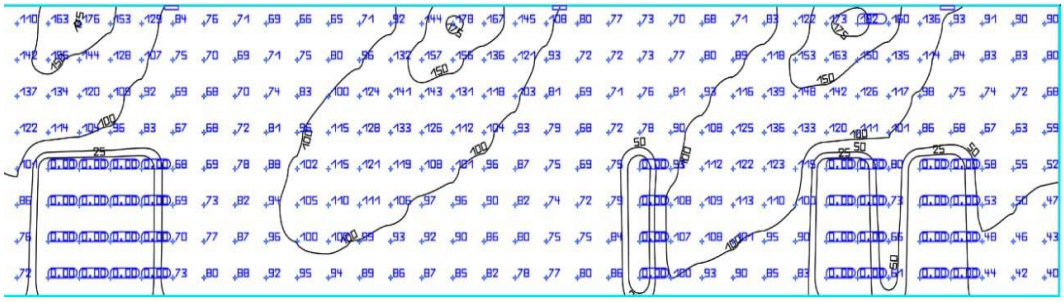


Рисунок 3.5- Графік розподілу вертикальної поверхні

Як видно із рис. 3.5 а значення освітленості розрахованої вертикальної площини спортзалу змінюються в межах від 46 до 194 лк. Відношення мінімальної освітленості до середньої становить 0,605.

3.1.4 Розрахунок освітленості сходових кліток та аварійного освітлення

Так як світильники для аварійного освітлення та шляхів евакуації і сходової встановлюється на вертикальне освітлення, тому стає неможливий розрахунок світильників методом коефіцієнта використання. Для освітлення сходових кліток передбачається використати два світильники типу ДБО02ВСП, ДПО26В. Встановлено на вході з першого поверху перд входом до сходів та з іншої сторони на висоті 1,5 м другого поверху над пілогою. Саме таке використання і встановлення світильників забеспечує освітленісь , та візуалізацію

зображення представлено на рис. 3.6

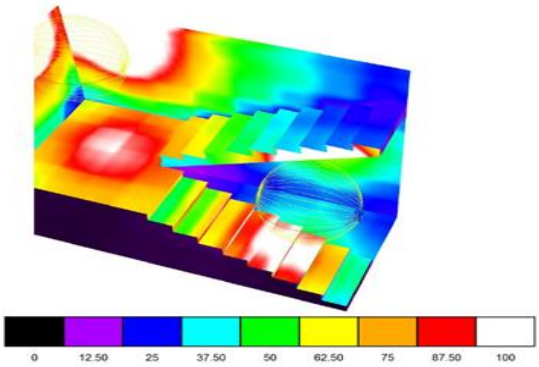


Рисунок 3.6 – Розподіл освітленості сходової клітки

Аварійний покажчик поставимо на висоті 2.15 м на виході та проході коридору. Світильник вибираємо ДБО02ВСП.

Маючи результати, виконаних в пакеті DIALux evo шляхів евакуації першого поверху, які проходять через коридори приміщення яких 20, застосовуємо 10 світильників типу ДБО02ВСП. Він дозволяє забезпечити мінімум освітленості на підлогу 1,34 лк, норма освітленості 1,0 лк. Відношення максимальної до мінімальної освітленості в приміщенні є 8,8 а допустими 40.

Графік розподілу освітленості евакуації для першого поверху показуємо на рисунку. 3.7 а.

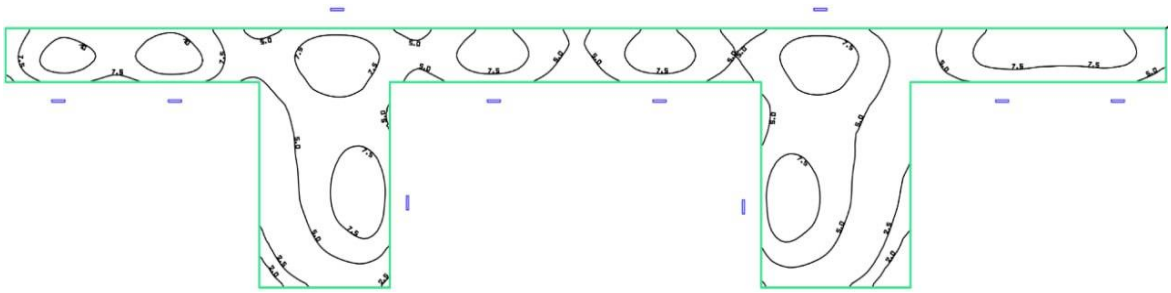


Рисунок 3.7- *Розподіл освітленості на поверхні підлоги шляху евакуації першого поверху.*

Шлях евакуації другого поверху в коридорних приміщенню 38 встановлено аварійних світловий прилад над виходом, освітленість яку вони забезпечують 1,84 лк, максимальної до мінімальної освітленості 4.27

Графік розподілу шляхів евакуації другого поверху показано на рис. 3.8 б.

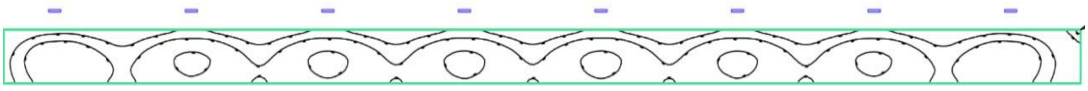


Рисунок 3.8- *Розподіл освітленості на поверхні підлоги шляху евакуації другого поверху.*

3.2 Розрахунок електричної освітлювальної мережі будівлі навчального закладу

Мета розрахунку освітлювальних мереж полягає в визначенні перерізів кабелів та проводів, щоб довготривале протікання струму по них не створювало перегріву, і щоб втрати напруги в даній мережі не перевищували допустимих значень. Таким чином виконаємо розрахунок Для електричної освітлювальної мережі об'єкта, який даний в проекті, розрахунок виконаємо за струмом навантаження, а також по втраті напруг. розрахунок по струму навантаження та по втраті напруги.

3.2.1 Розрахунок електричної освітлювальної мережі. Струм навантаження та вибір апаратів захисту

За основу взяті формули для розрахунку електричних мереж по струму навантаження [13]:

- для трифазної мережі

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_л \cdot \cos\varphi}, \qquad (3.1)$$

- для однофазної мережі:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{U_ф \cdot \cos\varphi}, \qquad (3.2)$$

де $U_л$ = 380 В – лінійна напруга;

$\cos\varphi$ – коефіцієнт активної потужності;

$U_ф$= 220 В– фазна напруга.

P_p– встановлена потужність обладнання.

Так як в будівлі присутня тільки однофазна система користуємося формулою (2.2)

Для групових ліній гр. 1.1 та гр. 2.2, які живляться від щита освітлення ЩО1 та щитка ЩО2 їх розрахункова потужність відповідно становить 0,348 та 1,2 кВт, коефіцієнт активної потужності – 0,95 . Підставляємо значення у формулу (2,2), отримаємо:

Для групи 1.1

$$I_p = \frac{0.348 \cdot 10^3}{220 \cdot 0.95} = 1.67$$

Для групи 2.2

$$I_p = \frac{1.1 \cdot 10^3}{220 \cdot 0.95} = 5.74$$

В загальному для ЩО1

$$I_p = \frac{1.244 \cdot 10^3}{220 \cdot 0.95} = 5.95$$

В загальному для ЩО2

$$I_p = \frac{2{,}268 \cdot 10^3}{220 \cdot 0.95} = 10.85$$

Довідникові дані, які наведені в [11], обираємо перерізи проводів кабеля ВВГ:

- для гр. 1.1 та гр. 2.2 вибираємо переріз кабелю 1,5 мм^2;
- для ділянки м, що живить щит освітлення ЩО1 – 2,5 мм^2.

Так же само проводимо розрахунки і для інших ділянок першого та другого поверху.

Результати в табл. 3.1, де записаний і перший і другий поверх, та аварійне освітлення.

Таблиця 3.1 Розрахунок електричної освітлювальної мережі шкільної

будівлі першого та другого поверху по струму навантаження

Ділянка мережі	№ на плані	Потужність	Струм	Кабель	Апарат захисту
1,1	2,3,5,6	0,348	1,67	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
1,2	7,8,9	0,076	0,36	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
1,3	11,12	0,52	2,49	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
1,4	4,2	0,3	1,44	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
Загально по ЩО1	2-9,11,12,20	1,244	5,95	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 1р 10А
2,1	1	0,72	3,44	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 4А
2,2	13,14,15	1,2	5,74	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 6А
2,3	17,18,19	0,348	1,67	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
Загально по ЩО2	13-19	2,268	10,85	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 1р 16А
А1	1	0,051	0,24	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
А2	10,12,16,20	0,051	0,24	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
ЩАО1	1,10,12,16,20	0,102	0,49	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
3,1	35,36,37	0,324	1,55	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
3,2	32,33,34	0,506	2,42	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
3,3	27	0,36	1,72	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
3,4	38	0,16	0,77	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А
Загально по ЩО3	27,32-38	1,35	6,46	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 1р 10А
4,1	28,29,30,31	0,468	2,24	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
4,2	21,22,23,24	0,372	1,78	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 2А
4,3	25,26	0,6	2,87	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 3А
Загально по ЩО4	21-26,28-31	1,44	6,89	ВВГ-3х2,5	ВА-2017/С 1р 10А
ЩАО2	24,35,37,38	0,042	0,20	ВВГ-3х1,5	ВА-2017/С 1р 1А

Беручи за основу отримані результати оберемо апарати захисту в якості автоматичних вимикачів серії ВА-2017 [19]. Умова для вибору автоматичних вимикачів беремо нерівність [20]:

$$I_p \leq I_n, \tag{3.3}$$

де I_n – номінальний струм апарату захисту.

Вибираємо типи апаратів захисту:

для груп 1.2, – 1 А;

для груп 1.1, 1.4, 2.3 – 2А;

для груп 1.3 – 3 А;

для груп 2.1 – 4 А;

для груп 2.2 – 6 А;

для аварійних:

ділянка ЩО1 – 10 А

ділянка ЩО2- 16 А

Так само розраховуємо для другого поверху.

Ці дані заносимо в таблицю 3,1

Визначимо кількість $N_{\max}$ світлових приладів, які будуть підключені до одного автоматичного вимикача,і щоб він не спрацював хибно. Беручи нерівність [4, 11]:

$$N_{\max} \le \frac{K \cdot K_k \cdot I_n}{I_{peak}}, \qquad (3,4)$$

де K – коефіцієнт кривої автоматичного вимикача його спрацювання;

K_k – коефіцієнт не розчеплювання;

I_n – значення струму вставки автоматичного вимикача;

I_{peak} – пусковий струм світлодіодного світильника.

Розрахунок будемо бачити беручи приклад світильник ДВО20У потужністю 36 Вт апарат захисту з номінальним струмом 3 А. Для автоматичного вимикача характеристика якого С, коефіцієнт кривої спрацьовування буде $K = 5$. Беручи діаграму, зображену на рис. Р2 [3] тривалість імпульсу буде 75 мкс $K_к$ = 40. Підставляючи дані значення в нерівність (3.3) враховуючи, що I_{peak} = 15А та I_n = 3А, отримаємо:

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

Так само розраховуємо і для інших світлових приладів

3.2.2 Розрахунок електричної освітлювальної мережі за втратою напруги

Беремо розрахунок електричної освітлювальної мережі за втратою напруги і виконуємо його для групових ліній найбільшої потужності та довжини. Втрати напруги розраховуємо за формулою [13]:

$$\Delta U\% = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} M_k}{c \cdot S}, \qquad (3,5)$$

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

c – коефіцієнт, що визначається та залежить від типу системи та, матеріалу проводів а також прикладеної напруги, який дорівнює в 72 та 12 для трифазної та однофазної мережі, використано мідні проводи та кабелі.

S – площа поперечного перерізу кабелю даної ділянки

Для того щоб визначити яку групову лінію ми будемо розраховувати, треба визначити потужність кожної лінії окремо , а також довжину від ЩО до останнього елемента безпосередньо до кожної лінії. Дані в табличці 3.2

Таблиця 3.2 – потужність та довжина до останього елемента лінії.

Ділянка мережі	Загальна потужність лінії	Довжина до останього елемента
1,1	0,348	29,6
1,2	0,076	9,68
1,3	0,52	23,9
1,4	0,3	23,9
Загально по ЩО1	1,244	29,6
2,1	0,72	56,9
2,2	1,2	45,9
2,3	0,348	34,7
Загально по ЩО2	2,268	56,9

Згідно з таблицею, 3,2 гр.-2.2 має найбільшу потужність, гр.- 2.1 найбільша довжина. Розрахунок проводимо для двох ліній 2,2 та 2.1

На рис. 3.7 розрахуємо схему живлення групу 2,2. Дана групова лінія живиться щитком ЩО2. Довжини та потужності інших ділянок цієї групової лінії приведено в табл. 3.3.

На рисунку 3.7 зображено розрахункову схему живлення гр.- 2,2

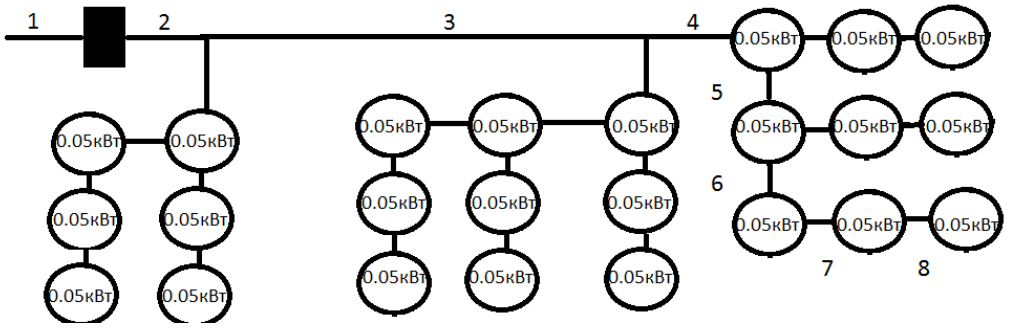


Рисунок 7- *розрахункова схема живлення*

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

$$\sum M_1 = P_{р1} \cdot l_1 \qquad (3.6)$$

де $P_{р1}$ – розрахункова потужність споживачів які проходять через цю ділянку;

l_1 – довжина ділянки.

Підставивши у формулу (3.5) отримаємо:

$$\Delta U\% = \frac{20.15 \cdot 1.2}{12 \cdot 1.5} = 0.8$$

Для всіх інших приміщень робимо аналогічно.

Таблиця 3.3- Результат розрахунку ділянки мережі гр – 2.2

для 2,2, найпотужніша			
Довжина	Розрах. Потужність	момент	Спад
20,15	1,2	24,18	0,806
5,5	1,2	6,60	0,367
5,2	0,9	4,68	0,260
8,25	0,45	3,71	0,206
2,15	0,3	0,65	0,036
2,05	0,15	0,31	0,017
1,32	0,1	0,13	0,007
1,32	0,05	0,07	0,004
Спад на останьому елементі			1,703

Аналогічно виконуємо розрахунки для групи 2.1 На рис. (3.8) зображена схема живлення групової лінії групи 2.1

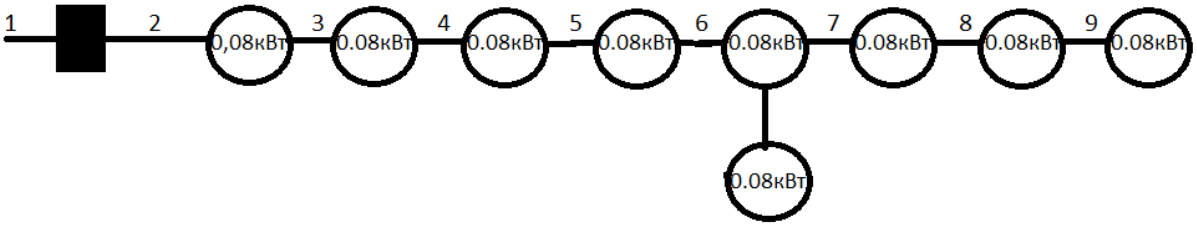


Рисунок 3.8 - *розрахункова схема живлення*

Таблиця 3.4 – Розрахунок ділянки електричної освітлювальної мережі гр. 2.1

Довжина	Розрах. Потужність	момент	Спад
Для 2,1, найдовша			
20,15	0,72	14,508	0,4836
12,5	0,72	9	0,5
6,2	0,64	3,968	0,220444
1,4	0,56	0,784	0,043556
1,4	0,48	0,672	0,037333
6,2	0,4	2,48	0,137778
6,2	0,24	1,488	0,082667
1,4	0,16	0,224	0,012444
1,4	0,08	0,112	0,006222
Спад на останьому елементі			1,524044

Як ми бачимо з таблиць 3.4 та 3.5 використовуючи кабель площою поперечного перерізу 1.5 максимальні втрати напруги складатимуть 1,5 та 1.7 Допустимий спад напруги 3%. Значить розрахунки були зроблені вірно. Аналогічно робимо і для другого поверху та запишемо в додаток

3.3 Висновки до розділу

1. За допомогою використання методу коефіцієнта світлового потоку пораховано кількість та потужність світильників, вони необхідні для того щоб забезпечити нормовані значеня освітленості для горизонтальних робочих поверхонь.

2. Завдяки пакету DIALux evo, ми отримали значення освітленості приміщеня, застосували дані нам освітлювальні установки. Так як встановлено, що відхилення розрахованої нами освітленості робочого освітлення в приміщеннях від нормованої дотримується меж -10 … +20 %.

3. Розрахувавши освітленість аварійно-евакуаційного освітлення приміщень першого та другого поверху знайдено, 1,34 лк - мінімальна освітленість на поверхні, 8,8 - максимальна освітленість до мінімальної при тоді, що є в межах держаних будівельних норм не менше 1 лк, та не більше ніж 40

4. Розраховано електричну освітлювальність в мережі по струму навантаження, беручи за основу результати вибраних перерізів кабелів та апаратів . Щоб живити групові лінії було вибрано кабель марки ВВГ – 3×1,5, а для робочого живлення щитів– ВВГ – 5×2,5. Апарати захисту, що живлять групові лінії, та світильники, вибрано враховуючи, за допомогою, умови виключення хибного спрацювання автоматичних вимикачів.

5. Результат розрахунку електричної освітлювальної мережі, встановлений таким чином, що втрати в системі освітлення використовуючи кабель типу ВВГ – 5×2,5 та кабель ВВГ –3×1,5 у групових лініях не більші як 3 %.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Вплив освітлення на організм людини

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

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

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

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

Для створення оптимальних умов зорової роботи слід кількість та якість освітлення пов'язувати з кольоровим оточенням, якщо інтер’єр зафарбовано у темні кольори, то для створення гарної освітленості необхідно використовувати більш потужні джерела світла, оскільки темні поверхні поглинають значну частину світлового потоку та створюють контрастні світлотіні, що втомлюють очі. Причиною втомлюваності може служити також надмірна блискучість поверх

ней оточуючих конструкцій. Блискучі поверхні створюють світлові блики, які викликають тимчасове осліплення. Нерівномірність освітлення та різна блискучість оточуючих предметів приводить до частої переадаптації очей під час роботи та внаслідок цього - до швидких втомленнь органів зору. Тому добре освітлені поверхні, що знаходяться в колі зору, краще зафарбовувати у кольори середньої освітленості.

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

Для ока людини найбільш відчутним є жовто-зелене випромінювання із довжиною хвилі 555 нм. Спектральний склад світла впливає на продуктивність праці та психічний стан людини. Так, якщо продуктивність людини при природному освітленні прийняти за 100%, то при червоному та оранжевому освітленні (довжина хвилі 600 …780нм) вона становить лише 76%. При надмірний яскравості джерел світла та оточуючих предметів може відбутись засліплення робітника. Нерівномірність освітлення та неоднакова яскравість

оточуючих предметів призводять до частої переадаптації очей під час виконання роботи і, як наслідок цього, – до швидкого втомлення органів зору. Тому поверхні, що добре освітлюються, краще фарбувати в кольори з коефіцієнтом відбивання 0,4 – 0,6, і, бажано, щоб вони мали матову або напів матову поверхню.

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

4.2 Надання долікарської допомоги при ураженні електричним струмом

Дія електричного струму на організм людини.

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

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

Електролітична дія струму проявляється в розкладі органічної рідини (її електролізі), в тому числі і крові, що призводить до зміни їх фізико-хімічних і біохімічних властивостей. Останнє, в свою чергу, призводить до порушення

біохімічних процесів в тканинах і органах, які є основою забезпечення життєдіяльності організму.

Біологічна дія струму проявляється у подразненні і збуренні живих тканин організму, в тому числі і на клітинному рівні. При цьому порушуються внутрішні біоелектричні процеси, що протікають в нормально функціонуючому організмі і пов'язані з його життєвими функціями. Збурення, спричинене подразнюючою дією струму, може проявитися як мимовільне непередбачуване скорочення м'язів, що може призвести до серйозних порушень діяльності життєво важливих органів, у тому числі серця та легенів, навіть коли ці органи не лежать на шляху струму.

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

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

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

- Електричні знаки (знаки струму або електричні мітки) спостерігаються у вигляді різко окреслених плям сірого чи блідо-жовтого кольору на поверхні тіла людини в місці контакту зі струмовідними елементами. Зазвичай, знаки мають круглу чи овальну форму, або форму струмовідного елементу, до якого доторкнулася людина, розмірами до 10 мм з поглибленням в центрі. Іноді електричні знаки мають форму блискавки, що контрастно спостерігається на

поверхні тіла. Електричні знаки можуть виникати як в момент проходження струму через тіло людини, так і через деякий час після контакту зі струмовідними елементами електроустановки. Особливого больового відчуття електричні знаки не спричиняють і з часом безслідно зникають;

- Металізація шкіри – це проникнення у верхні шари шкіри дрібних часток металу, який розплавився під дією електричної дуги. На ураженій ділянці тіла при цьому відчувається біль від опіку за рахунок тепла занесеного в шкіру металу і напруження шкіри від присутності в ній сторонньої твердої речовини – часток металу. З часом уражена ділянка шкіри набуває нормального вигляду, і зникають больові відчуття. Особливо небезпечна електро-металізація, пов'язана з виникненням електричної дуги, для органів зору. При електро-металізації очей лікування може бути досить тривалим, а в окремих випадках – безрезультатним. Тому при виконанні робіт в умовах вірогідного виникнення електричної дуги необхідно користуватись захисними окулярами;

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

Механічні ушкодження, пов'язані з дією електричного струму на організм людини, спричиняються непередбачуваним судомним скороченням м'язів в ре-

зультаті подразнюючої дії струму. Внаслідок таких судомних скорочень м'язів можливі розриви сухожиль, шкіри, кровоносних судин, нервових тканин, вивихи суглобів, переломи кісток .

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

Залежно від наслідків ураження електричні удари діляться на чотири групи:

I – судомні скорочення м'язів без втрати свідомості;

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

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

IV – клінічна смерть, тобто відсутність дихання і кровообігу.

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

Широке застосування електроенергії вимагає правильного поводження з нею, оскільки порушення правил електробезпеки може призвести до важкої і

навіть смертельної травми. Установлено, що при напрузі 42 В електричний струм, який проходить через тіло людини, є безпечним. Напруга вище 50 В викликає тепловий і електролітичний ефект. [21]

Найчастіше ураження виникає внаслідок невиконання техніки безпеки при роботі з електричними приладами як у побуті, так і на виробництві.

При ураженні електричним струмом необхідно якомога швидше звільнити потерпілого від струмопровідних частин обладнання. Дотик до струмопрові

дних частин (мережі під напругою) у більшості випадків призводить до судом м’язів, тобто людина самостійно не в змозі відірватися від провідника. Тому необхідно швидко відключити ту частину електрообладнання, до якої доторкається людина. Будь-яке зволікання при наданні допомоги, а також невміння того, хто допомагає, надати кваліфіковану допомогу, призводить до загибелі людини, яка знаходиться під дією струму.

При звільненні потерпілих від струмопровідних частин або проводу в електроустановках напругою до 1000 В відключають струм, використовуючи сухий одяг, палицю, дошку, шапку, сухі рукавиці, рукав одягу, діелектричні рукавиці. Провідники перерізають інструментом з ізольованими ручками, перерубують сокирою з дерев’яним сухим топорищем. Потерпілого можна також відтягнути від струмопровідних частин за одяг, уникаючи дотику до навколишніх металевих предметів та до відкритих частин тіла потерпілого. Відтягуючи потерпілого за ноги, не можна торкатися його взуття, оскільки воно може бути сирим і стає провідником електричного струму. Той, хто надає допомогу, повинен одягнути діелектричні рукавиці або обмотати їх шарфом, натягнути на них рукав піджака або пальта. Можна також ізолювати

себе, ставши на гумовий килимок, суху дошку тощо.
Після звільнення потерпілого від дії струму потрібно відразу ж надати йому необхідну медичну допомогу.

Виділяють три стани людського організму внаслідок дії електроструму:
– I стан – потерпілий при свідомості. Слід забезпечити повний спокій, 2-3 годинне спостереження, виклик лікаря.
– II стан – потерпілий непритомний, але дихає. Людину покласти горизонтально, розстебнути комір і пасок, дати нюхати нашатирний спирт, лікаря викликати.
– III стан – потерпілий не дихає або дихає з перервами, уривчасто. Роблять штучне дихання і непрямий масаж серця.

У разі погіршення стану потерпілого, при появі серцевої недостатності, частому переривчастому диханні, збліденні шкірних покривів, необхідно без зволікання приступати до виконання штучного дихання і масажу серця.

У разі відсутності в потерпілого ознак життя не можна вважати його померлим. Якщо в такому стані потерпілому не буде надано негайну першу допомогу у вигляді штучного дихання і зовнішнього масажу серця, то настане смерть. Оживлення організму, ураженого електричним струмом, може бути проведено кількома способами. Всі вони базуються на штучному диханні. Починати штучне дихання слід негайно після вивільнення потерпілого від електричного струму і проводити безперервно до досягнення позитивного результату. Штучне дихання необхідно робити безперервно, до прибуття лікаря.

Заборонено припиняти виконання реанімаційних заходів до прибуття лікаря, їх необхідно продовжувати і в тому випадку, коли у постраждалого геть відсутні всі ознаки життя.

Якщо потерпілий після звільнення від дії електричного струму і надання медичної допомоги прийшов до тями, його не слід одного відправляти додому або допускати до роботи. Такого потерпілого слід доставити в лікувальний заклад, де за ним буде встановлено спостереження, так як наслідки від впливу електричного струму можуть проявитися через кілька годин і привести до більш важких наслідків.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Було здійснено аналіз вимог щодо освітлення навчальних будівель, що привело до визначення особливостей проектування освітлювальних установок для таких об'єктів. Також були розглянуті методи та засоби освітлення адміністративних приміщень. В результаті аналізу було встановлено, що в навчальних приміщеннях загальноприйнята система загального рівномірного освітлення, але також може застосовуватися система комбінованого освітлення. Крім того, розглянуті рекомендації щодо розміщення світлових приладів в залежності від напрямків лінії зору працюючих. Проведено аналіз приміщень об’єкта проектування. Встановлено, що сумарна площа приміщень будівлі становить 1057 $м^2$, найбільше приміщення дорівнює 150$м^2$.

2. Була обрана система загального рівномірного освітлення приміщень як система освітлення. В проекті передбачено встановлення двох систем освітлення - робочої та аварійної. Було здійснено вибір нормованих світлотехнічних параметрів для системи освітлення об'єкту. Встановлено, що для всіх приміщень основним нормативним параметром є освітленість горизонтальної робочої поверхні.

3. Був здійснений вибір світлових приладів для освітлення приміщень об'єкту. Для освітлення навчальних приміщень запропоновано використовувати світильники типу ДВО20У Юпітер-LED-панель та ДПО 26В з напівпровідниковими джерелами світла. Для освітлення допоміжних приміщень були обрані світильники типу ДББ28У Селена-LED-М. Світильник ДВО20У Юпітер-LED-панель має корельовану колірну температуру свічення 4000 К відповідно.

4. Були встановлені розрахункові висоти приміщень і розраховані коефіцієнти запасу та експлуатації, що використовувались у подальших

розрахунках, залежно від типу приміщень та вибраних світлових приладів. На основі проведених розрахунків було встановлено, що розрахункова висота приміщень коливається від 1,93 до 5,94 метрів, а коефіцієнт запасу становить від 1,56 до 1,79.

5. За допомогою методу коефіцієнта використання світлового потоку було визначено необхідну кількість та потужність світлових приладів для забезпечення нормованих значень освітленості на горизонтальних робочих поверхнях. Застосовуючи обернений та світлотехнічний розрахунок в програмі DIALux evo, було отримано фактичні значення освітленості приміщень при використанні запропонованої освітлювальної установки. Встановлено, що розрахована освітленість робочих приміщень знаходиться в межах -10% до +20% від нормованого діапазону

6. Під час розрахунку освітленості в системі аварійного евакуаційного освітлення для першого та другого поверхів будівлі було встановлено, що найнижча освітленість на поверхні підлоги шляхів складає 1,1 лк, а співвідношення максимальної освітленості до мінімальної становить 18. Зазначено, що вимогами державних будівельних норм передбачається мінімальна освітленість не менше 1 лк, а співвідношення максимальної освітленості до мінімальної не більше 40.

7. Загальна встановлена потужність освітлення в шкільній будівлі складає 3.512 кВт для першого поверху та 2.79 кВт для другого поверху. Потужність світлових приладів системи робочого загального освітлення становить 6.302 кВт, а системи аварійного освітлення шляхів евакуації - 0.144 кВт.

8. Для живлення групових ліній, що живлять світлові прилади, було вибрано кабель марки ВВГ - 3×1,5, а для живлення щитів робочого освітлення - ВВГ - 5×2,5. При виборі апаратів захисту для живлення

групових ліній було враховано умову виключення хибного спрацювання автоматичних вимикачів.

9. Під час розрахунку електричної освітлювальної мережі було встановлено, що втрати напруги в запропонованій системі освітлення, при використанні кабелів типу ВВГ - 5×2,5 для живлення щитів освітлення та ВВГ - 3×1,5 у групових лініях, не перевищують 1,7%, що задовольняє нормативні вимоги, де максимально допустимі втрати напруги становлять 3%.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Курс лекцій з дисципліни “Світлотехнічні установки та системи” для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Уклад.: Я.М. Осадца. – Тернопіль: ТНТУ 2020 – 146 с.

2. Апроксимація залежностей коефіцієнта використання світлового потоку. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/40675/2/MNPK_2022_Kozar_R_O-The_approximation_of_the_light_96.pdf

3. УФ випромінювання в освітленні. URL: https://vinsvit.ua/ua/articles/uv-in-light/

4. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне освітлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.

5. ДВО20У, ДПО20У, ДСО20У Юпітер-LED-панель. URL: http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/office/VATRA-2021-UKR_DVO20U-DPO20U-DSO20U_(Jupiter-LED-panel).pdf

6. ДСП65В URL: http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DSP65V.pdf

7. ДББ28У СЕЛЕНА-LED-М. URL: http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-2018-UKR_DBB28U(SELENA-LED-M).pdf

8. ДВО27У Юпітер-LED-2. URL: http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/office/VATRA-2018-UKR_DVO27U_(Jupiter-LED-2).pdf

9. ДБО02ВСП URL: http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DBO02VSP.pdf

10. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення – К.: Мінрегіон України, 2018.– 49 с.

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

12. Модульне обладнання. Автоматичні вимикачі серії УКРЕМ ВА-2017. URL: https://www.acko.ua/upload/uf/311/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%87%D1%96%20%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%97%20%D0%A3%D0%9A%D0%A0%D0%95%D0%9C%20%D0%92%D0%90-2017.pdf

13. AC/DC перетворюючі для LED URL: https://www.sea.com.ua/ua/istochniki-pitaniya/acdc-preobrazovateli-dla-led/

14. Циліндрична освітленість URL: http://ni.biz.ua/5/5_14/5_14611_tsilindricheskaya-osveshchennost.html

15. ДКУ41У URL: http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/street/VATRA-UKR_DKU41U.pdf

16. ДСТУ EN 12464-1:2016 Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1. Внутрішні робочі місця (EN 12464-1:2011, IDT) – К.: Мінрегіон України, 2016.– 47 с

17. Освітлення чистих приміщень. Амбулаторії та архіви. URL: https://5watt.ua/uk/blog/statti/osvitlennya-chistikh-primisshen-ambulatoriyi-ta-arkhivi

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

№ на плані	Призначення	Площа, $м^2$	Нормована освітленість, лк	Світлові прилади	Кількість	$k_з$	$h_р$, м	Розрахункова освітленість, лк	Потужність ОУ, кВт
1	Спортзал	150	Г-0,0-200 В-2,0-75	ДПП27У-80-033	9	1,56	5,94	210,3712	0,720
2	Кладова	22,5	Г-0,8-50	ДББ28У-8-025 У3 Селена-LED-М	4	1,79	1,93	60,38466	0,032
3	Роздягальна	10	Г-0,0-150	ДВО20У-36-021 Юпитер-LED-панель	2	1,58	2,74	165,5799	0,072
4	Фойє	11	Г-0,0-150	ДПО26В-30-001	2	1,58	2,74	156,6805	0,06
5	Кабінет директора	17,5	Г-0,8-300	ДВО20У-36-021 Юпитер-LED-панель	3	1,56	1,94	278,9667	0,108
6	Учительська	25	Г-0,8-300	ДВО20У-36-021 Юпитер-LED-панель	4	1,56	1,94	282,9533	0,144
7	Чоловічий туалет	9,75	Г-0,0-75	ДББ28У-16-025 У3 Селена-LED-М	2	1,56	2,73	73,38731	0,032
8	Учительський туалет	1,62	Г-0,0-75	ДББ28У-6-025 У3 Селена-LED-1	1	1,56	2,73	74,8272	0,006
9	Жіночий туалет	9,75	Г-0,0-75	ДББ28У-16-025 У3 Селена-LED-М	2	1,56	2,73	73,38731	0,032
10	Сходи	3,75	Г-0,0-100	ДПО26В-30-001	1	1,58	2,74	107,7512	0,030
11	Кладова 2	11,6	Г-0,8-50	ДВО20У-36-021 Юпитер-LED-панель	2	1,79	1,93	56,05465	0,072
12	Майстерня	76	Г-0,8-300	ДВО20У-45-012 Юпитер-LED-панель	10	1,79	1,94	313,3255	0,450
13	Комп’ютерний клас	48	Г-0,8-400 В-1,0-200	ДПО26В-50-001	9	1,58	1,94	416,4177	0,450
14	Клас 1	64,2	Г-0,8-400 В-1,5-500	ДПО26В-50-001	9	1,58	1,94	456,6611	0,450

№ на плані	Призначення	Площа, $м^2$	Нормована освітленість, лк	Світлові прилади	Кількість	$k_з$	$h_р$, м	Розрахункова освітленість, лк	Потужність ОУ, кВт
15	Клас 2	36	Г-0,8-400 В-1,5-500	ДПО26В-50-001	6	1,58	1,94	442,6544	0,300
16	Сходи 2	3,75	Г-0,8-200	ДПО26В-30-001	1	1,58	2,74	107,3152	0,030
17	Клас 3	36	Г-0,8-400 В-1,5-500	ДПО26В-50-001	6	1,58	1,94	442,6544	0,300
18	Жіночий душ	10	Г-0,0-50	ДББ28У-12-025 УЗ Селена-LED-М	2	1,56	2,73	48,48803	0,024
19	Чоловічий душ	10	Г-0,0-50	ДББ28У-12-025 УЗ Селена-LED-М	2	1,56	2,73	48,48803	0,024
20	Коридор	130	Г-0,0-75	ДПО26В-30-001	8	1,79	2,74	82,60376	0,400
21	Кладова 3	9	Г-0,8-50	ДББ28У-8-025 УЗ Селена-LED-М	2	1,79	1,93	50,35802	0,016
22	Кладова 4	9	Г-0,8-50	ДББ28У-8-025 УЗ Селена-LED-М	2	1,79	1,93	50,35802	0,016
23	Клас 4	36	Г-0,8-400 В-1,5-500	ДПО26В-50-001	6	1,58	1,94	442,6544	0,300
24	Сходи 3	3,75	Г-0,0-100	ДПО26В-20-001	1	1,58	2,74	97,2827	0,020
25	Клас 5	36	Г-0,8-400 В-1,5-500	ДПО26В-50-001	6	1,58	1,94	442,6544	0,300
26	Клас 6	34,2	Г-0,8-400 В-1,5-500	ДПО26В-50-001	6	1,58	1,94	461,1201	0,300
27	Клас 7	48	Г-0,8-400 В-1,5-500	ДПО26В-50-001	8	1,58	1,94	466,1147	0,400
№ на плані	Призначення	Площа, $м^2$	Нормована освітленість, лк	Світлові прилади	Кількість	$k_з$	$h_р$, м	Розрахункова освітленість, лк	Потужність ОУ, кВт

28	Клас 8	22,5	Г-0,8-400 В-1,5-500	ДПО26В-50-001	4	1,58	1,94	427,7256	0,200
29	Кладова 5	10	Г-0,8-50	ДББ28У-8-025 УЗ Селена-LED-М	2	1,79	1,93	52,78782	0,016
30	Бібліотека	22,5	В-1,0-200	ДВО20У-36-021 Юпитер-LED-панель	3	1,79	1,94	196,4567	0,108
31	Клас 9	17,5	Г-0,8-400 В-1,5-500	ДВО20У-36-021 Юпитер-LED-панель	4	1,58	1,94	371,9556	0,144
32	Читальний зал	25	Г-0,8-400	ДВО20У-36-021 Юпитер-LED-панель	6	1,79	1,94	425,574	0,216
33	Клас 10	25	Г-0,8-400 В-1,5-500	ДПО26В-50-001	4	1,58	1,94	394,05	0,200
34	Міні-музей	20	Г-0,8-200	ДВО20У-45-012 Юпитер-LED-панель	2	1,79	1,94	210,5438	0,090
35	Сходи 4	3,75	Г-0,0-100	ДПО26В-20-001	1	1,58	2,74	106,1266	0,020
36	Кухня	11,375	Г-0,8-200	ДББ28У-16-025 УЗ Селена-LED-М	4	1,79	1,93	207,7635	0,064
37	Їдальня	76	Г-0,8-200	ДПО26В-30-001	8	1,79	1,94	189,3883	0,240
38	Коридор 2	75,5	Г-0,0-75	ДПО26В-20-001	8	1,79	2,74	73,36864	0,240

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

Тип світлового приладу	Модель LED драйвера	I_{peak}, А	Тривалість імпульса, мкс	K_k	Кількість світлових приладів при номінальному струмі апарату захисту				
					1 А	2 А	3 А	4 А	5 А
ДВО20У-36-021 Юпитер-LED-панель	PLM-40E-350	15	75	40	13	27	40	53	67
ДВО20У-45-012 Юпитер-LED-панель	IDLC-45-1400	30	100	30	5	10	15	20	25
ДББ28У-8-025 УЗ Селена-LED-М	АРС-8	70	120	28	2	4	6	8	10
ДББ28У-10-025 УЗ Селена-LED-М	PLM-12E-350	15	50	58	19	39	58	77	97
ДББ28У-12-025 УЗ Селена-LED-М	PLM-12E-350	15	50	58	19	39	58	77	97
ДББ28У-16-025 УЗ Селена-LED-М	XLG-20-H-B	5	350	8	8	16	24	32	40
ДББ27У-6-025 УЗ Селена-LED-1	АРС-8	70	120	28	2	4	6	8	10
Тип світлового приладу		I_{peak}, А	Тривалість імпульса, мкс	K_k	Кількість світлових приладів при номінальному струмі апарату захисту				

	Модель LED драйвера				1А	2А	3А	4А	5А
ДПО26В-20	PLN-30-20	25	75	40	8	16	24	32	40
ДПО26В-30	PLN-30-36	35	50	58	8	17	25	33	41
ДПО26В-50	IDCL-50-1400	30	100	30	5	10	15	20	25
ДПП27У-80-033	HLP-80H	30	200	14	2	5	7	9	12
ДБО02ВСП	PLM-12E-350	15	50	58	19	39	58	77	97
ДКУ41У	XLG-20-L	5	350	8	8	16	24	32	40