Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Управління енергетичними та економічними процесами

Інтелектуальні системи енергопостачання

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
магістра

на тему: Дослідження впливу освітлення на робоче середовище
за освітньою програмою Енергетичні та електромеханічні системи на транспорті
зі спеціальності: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Виконав: студент групи ЕЕ2321: / Дмитро МІТЯЄВ /

Керівник: / доцент Тетяна ДРУБЕЦЬКА /

Нормоконтролер: / доцент Ірина ПОТАПЧУК /

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

Дніпро – 2025 рік

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Управління енергетичними та економічними процесами
Кафедра: Інтелектуальні системи енергопостачання
Рівень вищої освіти: Другий (магістерський)
Освітня програма: Енергетичні та електромеханічні системи на транспорті
Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІСЕ
Дмитро БОСИЙ
Дата 01.04.24

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу магістр з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

студенту Мітяєву Дмитру Михайловичу

1. Тема роботи: Дослідження впливу освітлення на робоче середовище

Керівник роботи: Друбецька Тетяна Ігорівна, к.т.н., доцент

затверджені наказом від "01" 04 2024 р. № 247ст

2. Строк подання студентом роботи: 08.01.2024 р.
3. Вихідні дані до роботи:
Графіки освітленості
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):
4.1 Огляд публікацій за тематикою дослідження
4.2 Аналіз вимог до освітлення робочого середовища
4.3 Дослідження впливу освітлення на робоче середовище.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Графіки споживання електроенергії 2. Класифікація факторів, що впливають на споживання електроенергії 3. Вихідні дані для аналізу впливу різних чинників на витрату електричної енергії 4. Залежність витрати електричної енергії від обсягу ремонтно-експлуатаційної роботи

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд публікацій за тематикою дослідження	09.10.2023	
2	Аналіз вимог до освітлення робочого середовища	06.11.2023	
3	Дослідження впливу освітлення на робоче середовище.	04.12.2023	
5	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	08.01.2024	
6	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	21.01.2024	

Студент Дмитро МІТЯЄВ _____

Керівник роботи Тетяна ДРУБЕЦЬКА _____

ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
другого (магістерського) рівня вищої освіти Мітяєва Д.М. на тему:
«Дослідження впливу освітлення на робоче середовище»

Складова кваліфікаційної роботи	Кількість	Обсяг
Пояснювальна записка	1	90 стор.
Графічна частина (за наявності)	-	-.
Демонстраційний матеріал	1	15 слайдів
Електронна частина (за наявності): назва файлу з розширенням	-	-

Керівник: _____ / Тетяна ДРУБЕЦЬКА /

Нормоконтролер: _____ / Ірина ПОТАПЧУК /

Завідувач кафедри ІСЕ: _____ / Дмитро БОСИЙ /

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 90 сторінок, 3 частини, 36 рисунків, 34 таблиці, 32 використаних джерел.

Об’єкт дослідження – шкільний заклад.

Мета роботи – дослідження впливу освітлення на робоче середовище.

Методи дослідження – теоретичні методи аналізу літератури, експериментальні спостереження, інструментальні вимірювання та статистична обробка отриманих даних.

Одержані результати:

- проаналізовані вимоги до освітлення робочого середовища;
- досліджено вплив освітлення на робоче середовище;
- обґрунтовані прийняті рішення.

Ключові слова: ОСВІТЛЕННЯ; АДАПТАЦІЯ, АКОМОДАЦІЯ, КОНВЕРГЕНЦІЯ, КОЛЬОРОВА ТЕМПЕРАТУРА, РОБОЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ

ЗМІСТ

ВСТУП 8
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОСВІТЛЕННЯ НА РОБОЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ 10
1.1 Види освітлення 10
1.1.1 Робоче освітлення 10
1.1.2 Аварійне освітлення 12
1.1.3 Евакуаційне освітлення 13
1.1.4 Охоронне освітлення 14
1.1.5 Чергове освітлення 15
1.2 Параметри освітлення 16
1.3 Важливість освітлення на робочому місці 20
1.4 Вплив освітлення на організм людини 23
1.5 Вплив освітлення на продуктивність та здоров'я працівників 25
1.6 Висновки до розділу 1 27
2 АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ОСВІТЛЕННЯ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА 29
2.1 Основні вимоги до виробничого освітлення 29
2.2 Нормативно-правова база та стандарти освітлення 32
2.2.1 Основні нормативні документи 32
2.2.2 Основні вимоги нормативних документів до параметрів освітлення 33
2.2.3 Сучасні тенденції в стандартах освітлення 34
2.3 Вимоги до рівня освітленості для різних видів робіт 35
2.4 Типи освітлення і їх вплив на робоче середовище 39
2.5 Вимоги до кольорової температури та індексу передачі кольору 43

2.6 Вплив природного освітлення 47
2.7 Особливості освітлення робочих місць із використанням екранних пристроїв 51
2.8 Висновки до розділу 2 56
3 ЕМПІРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ОСВІТЛЕННЯ У ФОРМУВАННІ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ 59
3.1 Адаптація норм освітлення до реальних експлуатаційних умов 59
3.2 Побудова моделі освітлення в DIALux 60
3.3 Висновки до розділу 3 85
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ 87
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 88

ВСТУП

Актуальність роботи. Освітлення відіграє ключову роль у створенні комфортного та безпечного робочого середовища. Воно є одним з основних чинників, що впливають на фізіологічний та психологічний стан працівників. Згідно з дослідженнями, майже 90% інформації про довкілля людина отримує через органи зору[1]. Таким чином, якість освітлення може значно впливати на продуктивність праці, рівень втомлюваності, а також загальне самопочуття співробітників.

В процесі будь-якої трудової діяльності втомлюваність очей значною мірою залежить від напруженості процесів зорового сприйняття. До таких процесів належать адаптація, акомодація та конвергенція. Адаптація – це пристосування ока до зміни умов освітлення у полі зору. Акомодація – пристосування ока до чіткого бачення предметів, що знаходяться на різній відстані, за рахунок зміни кривизни кришталика. Конвергенція – здатність ока при розгляданні близьких предметів набувати положення, при якому зорові осі обох очей перетинаються на предметі.

Основні вимоги до виробничого освітлення передбачають створення сприятливих умов для здорової роботи, які б запобігали швидкій втомлюваності очей, виникненню професійних захворювань, нещасних випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції[2].

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне та чергове. Робоче освітлення призначене для забезпечення виробничого процесу, переміщення людей, руху транспорту і є обов'язковим для всіх виробничих приміщень. Аварійне освітлення використовується для продовження роботи у випадках, коли раптове вимкнення робочого освітлення може викликати вибух, пожежу, отруєння людей, порушення технологічного процесу тощо. Евакуаційне освітлення призначене для забезпечення евакуації людей з приміщень при аварійному вимкненні робочого освітлення. Охоронне освітлення влаштовується вздовж меж території, яка охороняється в нічний час. Чергове освітлення передбачається у неробочий

час, при цьому використовують частину світильників інших видів штучного освітлення[3].

Таким чином, належне освітлення робочого середовища є важливою складовою забезпечення безпеки, ефективності та комфорту праці. У цій дипломній роботі було розглянуто різні аспекти впливу освітлення на робоче середовище, методи оцінки освітленості та способи покращення умов праці за допомогою оптимізації освітлення.

Зв'язок роботи з науковими напрямками діяльності кафедри. Обране дослідження безпосередньо пов'язані з виконанням науково-дослідних робіт в Українському державному університеті науки та технологій.

Мета дипломної роботи – дослідження впливу освітлення на робоче середовище.

Об'єкт дослідження – системи внутрішнього освітлення**.**

Предмет дослідження – вплив різних параметрів освітлення (інтенсивність, рівномірність, колірна температура, індекс кольоропередачі) на продуктивність праці, комфорт, безпеку та здоров'я працівників у робочому середовищі.

Наукова новизна – полягає у визначенні оптимальних параметрів освітлення для різних типів робочих середовищ, виявленні взаємозв'язку між якістю освітлення та продуктивністю праці, а також розробці рекомендацій щодо впровадження сучасних енергоефективних систем освітлення, які сприяють зменшенню зорового навантаження та покращенню самопочуття працівників.

Апробація результатів роботи. Основні положення роботи і результати досліджень доповідалися здобувачем і обговорювалися на науково-практичній конференції.

Публікації.

Мітяєв, Д. М. Дослідження методів освітленості та розробка рекомендацій по їх покращенню / Мітяєв Д. М., Друбецька Т. І. // Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал. – 2023. – № 1 (71). – С. 109-116.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОСВІТЛЕННЯ НА РОБОЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ

1.1 Види освітлення

Освітлення робочого середовища може бути поділене на кілька видів, залежно від його функціонального призначення та технічних характеристик. Кожен з цих видів освітлення має свої особливості, вимоги до установки і експлуатації, а також впливає на продуктивність і здоров'я працівників. У цьому розділі розглянемо основні види освітлення, що використовуються у виробничих приміщеннях: робоче, аварійне, аварійне, охоронне та чергове освітлення (рис.1.1).

Рисунок 1.1 –Види освітлення робочого середовища

1.1.1 Робоче освітлення

Робоче освітлення призначене для забезпечення нормальних умов роботи у виробничих приміщеннях. Воно повинно забезпечувати достатній рівень

освітленості робочих поверхонь, відповідно до характеру зорової роботи, та не повинно бути нижчим за встановлені норми.

Характеристики робочого освітлення:

• Рівномірність освітлення: Робоче освітлення має бути рівномірним, щоб уникнути різкої переадаптації очей та забезпечити комфортні умови праці.

• Відсутність засліплювальної дії: Джерела освітлення не повинні створювати засліплювального ефекту, щоб не викликати зоровий дискомфорт (рис.1.2).

• Відсутність тіней: На робочих поверхнях не повинно бути різких та глибоких тіней, що можуть заважати виконанню завдань[4].

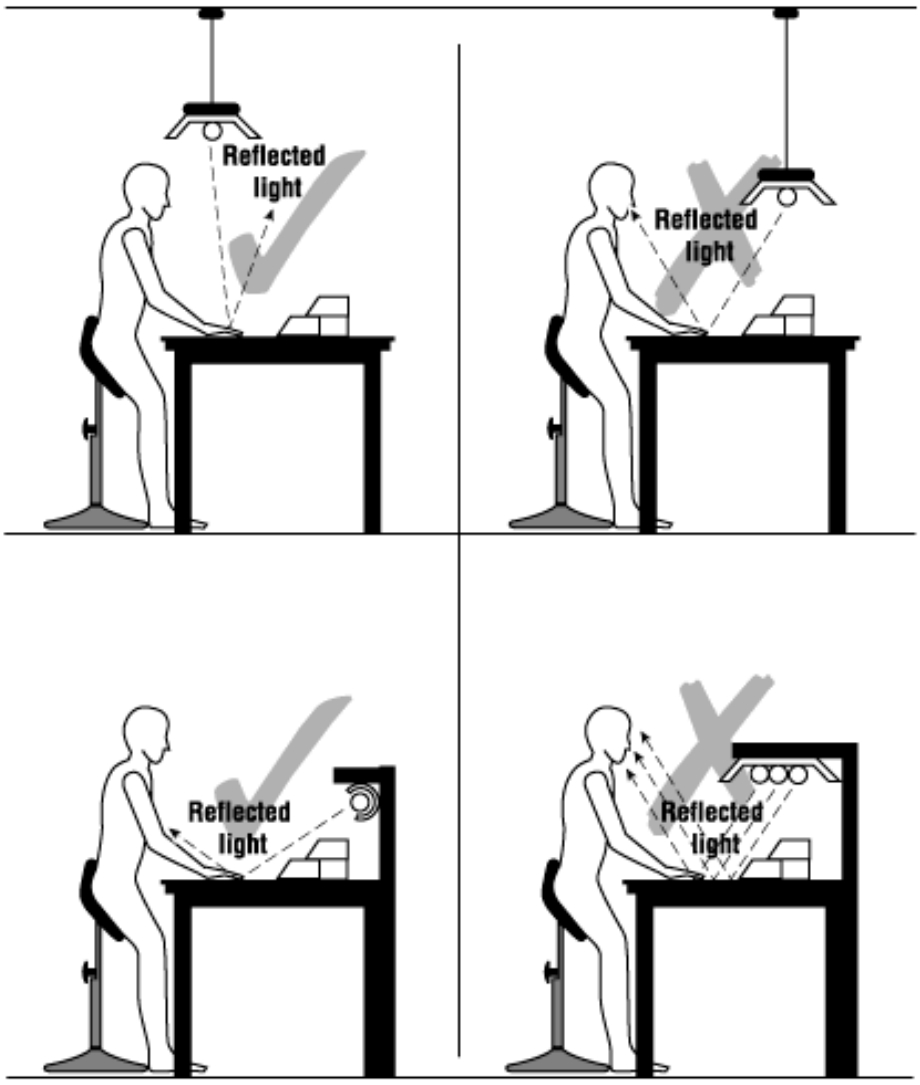


Рисунок 1.2 – Схема розміщення джерела світла для підтримання зорового комфорту

1.1.2 Аварійне освітлення

Аварійне освітлення використовується для забезпечення безпеки працівників у випадках раптового вимкнення робочого освітлення, що може викликати порушення нормального обслуговування обладнання та створити небезпечні ситуації.

Характеристики аварійного освітлення:

• Мінімальна освітленість: Освітленість робочих поверхонь при аварійному освітленні повинна становити не менше 5% від нормованої освітленості робочого освітлення, але не менше 2 лк.

• Безперебійна робота: Аварійне освітлення повинно забезпечувати безперебійне функціонування у випадках аварійних ситуацій (рис. 1.3).

Рисунок 1.3 – План розміщення аварійного освітлення

1.1.3 Евакуаційне освітлення

Евакуаційне освітлення призначене для забезпечення безпечної евакуації людей з приміщень при аварійному вимкненні робочого освітлення. Воно має

бути встановлене в місцях, небезпечних для проходу людей, та в приміщеннях, де можуть одночасно знаходитись велика кількість людей.

Характеристики евакуаційного освітлення:

• Мінімальна освітленість: Освітленість на підлозі основних проходів та на сходах повинна бути не менше 0,5 лк, а на відкритих майданчиках - не менше 0,2 лк.

• Спрямованість світла: Евакуаційне освітлення повинно чітко вказувати напрямок виходу з приміщення, забезпечуючи видимість знаків евакуації та шляхів виходу (рис.1.4).

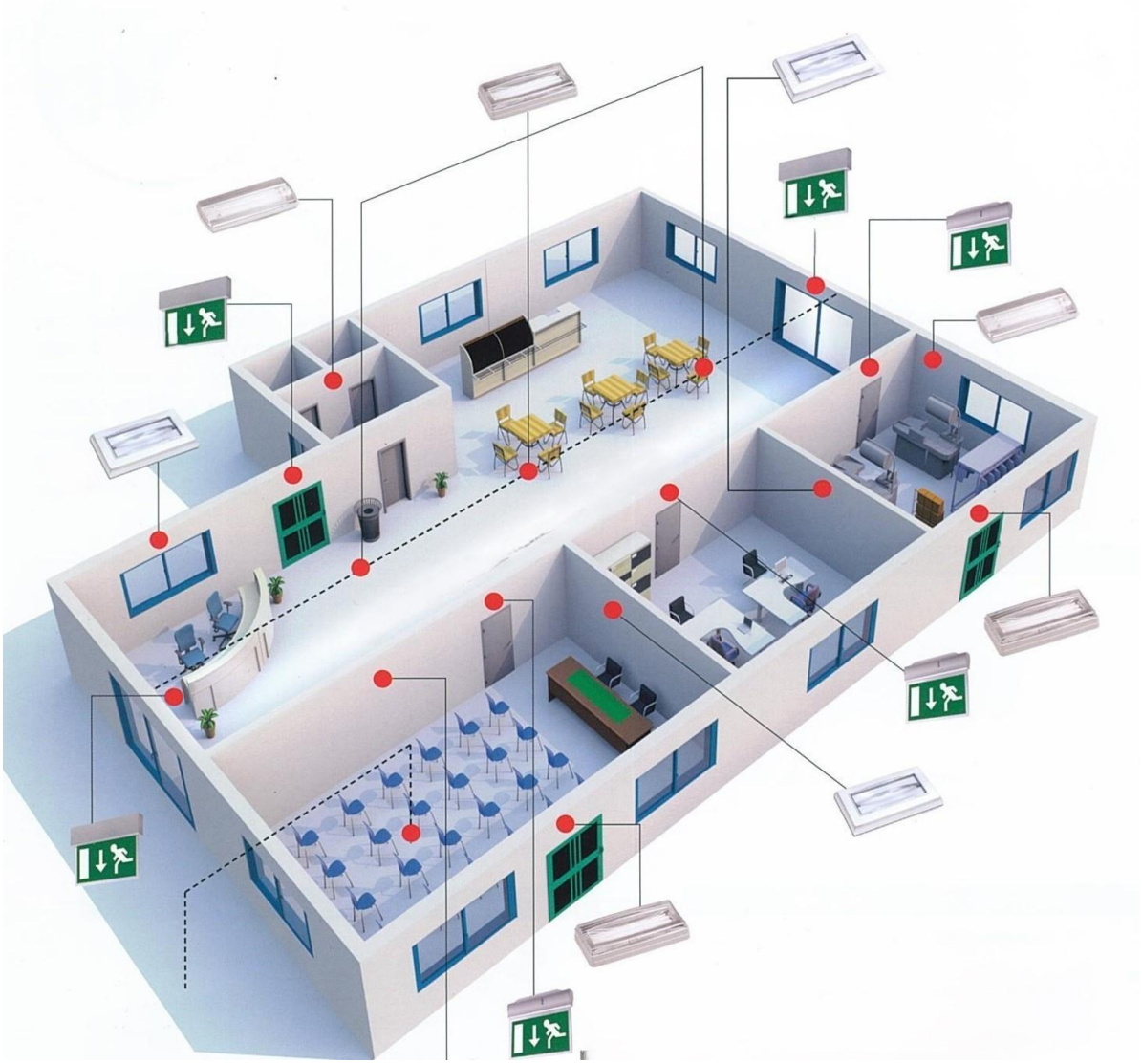


Рисунок 1.4 – Схема розміщення евакуаційного освітлення

1.1.4 Охоронне освітлення

Охоронне освітлення використовується для забезпечення видимості вздовж меж території, яка охороняється у нічний час. Воно дозволяє охоронному персоналу ефективно контролювати територію та запобігати несанкціонованим проникненням.

Характеристики охоронного освітлення:

• Мінімальна освітленість: Освітленість повинна бути не менше 0,5 лк на рівні землі.

• Зона освітлення: Охоронне освітлення повинно охоплювати всі критичні точки та периметр території, що охороняється (рис. 1.5).

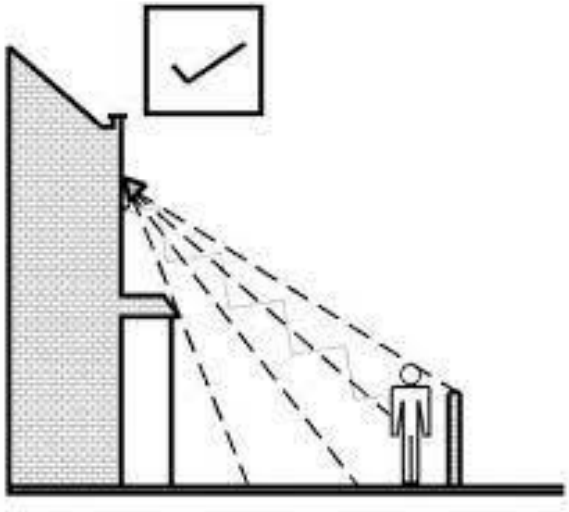


Рисунок 1.5 – Розміщення охоронного освітлення

1.1.5 Чергове освітлення

Чергове освітлення призначене для освітлення приміщень у неробочий час. Воно забезпечує мінімальну освітленість, достатню для орієнтації у приміщеннях та виконання чергових обов'язків.

Характеристики чергового освітлення:

• Економічність: Використання чергового освітлення повинно бути економічно доцільним, зазвичай використовують частину світильників інших видів освітлення.

• Достатня освітленість: Освітленість має бути достатньою для безпечного пересування приміщеннями та виконання чергових завдань.

Різні види освітлення відіграють важливу роль у створенні комфортного та безпечного робочого середовища. Робоче освітлення забезпечує нормальні умови праці, аварійне та евакуаційне освітлення гарантують безпеку у випадках надзвичайних ситуацій, охоронне освітлення сприяє захисту територій, а чергове освітлення забезпечує мінімальну освітленість у неробочий час[5]. Кожен з цих видів освітлення має свої специфічні вимоги та характеристики, які повинні враховуватися при їх проектуванні та експлуатації (рис.1.6).

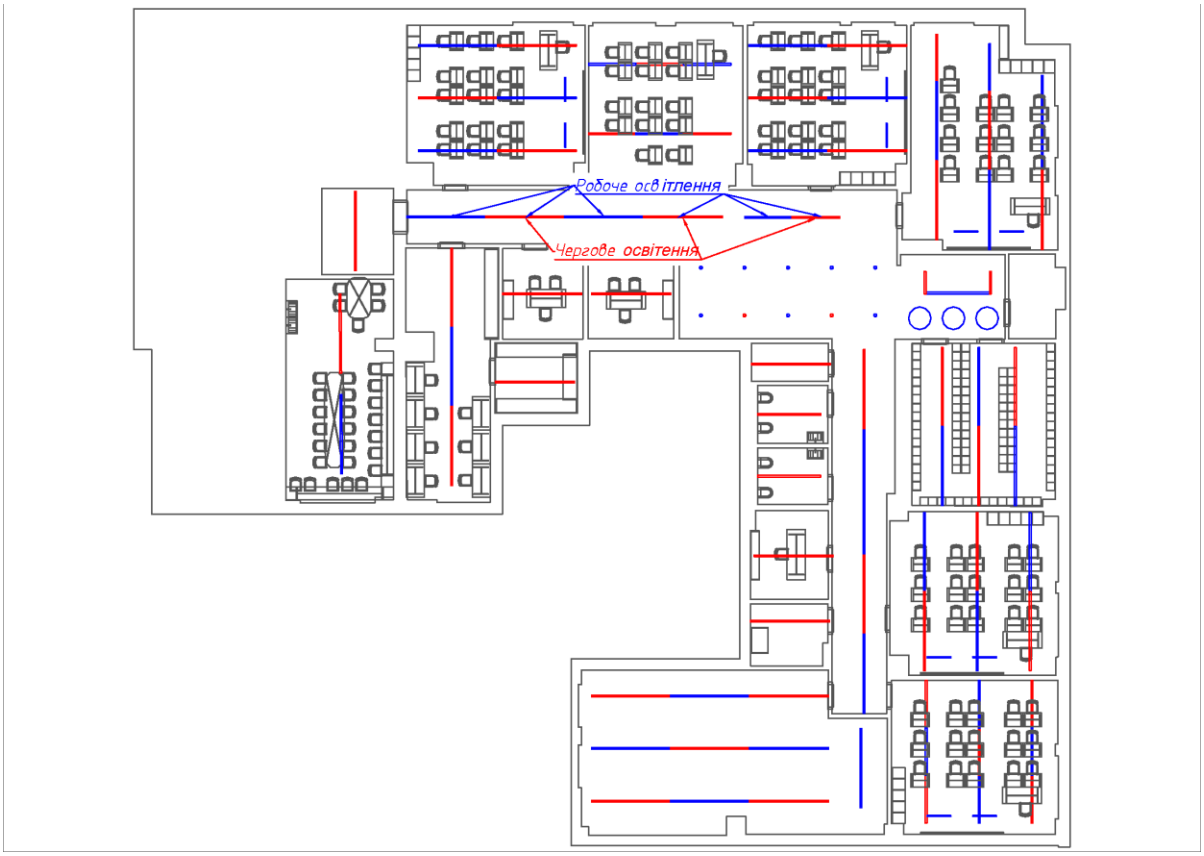


Рисунок 1.6 – План розміщення чергового освітлення

1.2 Параметри освітлення

Освітлення є критично важливим фактором у створенні комфортного та безпечного робочого середовища. Розуміння та правильне проектування параметрів освітлення можуть значно покращити продуктивність праці та

загальний стан здоров'я працівників. Основними параметрами, що характеризують освітлення, є рівень освітленості, рівномірність освітлення, кольорова температура, індекс кольоропередачі, та відсутність засліплювальної дії.

Рівень освітленості

Рівень освітленості визначається кількістю світла, що падає на одиницю поверхні, і вимірюється в люксах (лк). Він є одним з найважливіших параметрів, що визначає комфорт та ефективність роботи (рис. 1.7). Вимоги до рівня освітленості залежать від типу зорової роботи та умов навколишнього середовища. Наприклад:

• Для грубої роботи, такої як складання або навантажувальні роботи, мінімальна освітленість повинна бути близько 150-300 лк.

• Для точних робіт, таких як складання дрібних деталей або читання технічної документації, освітленість повинна бути від 500 до 1000 лк.

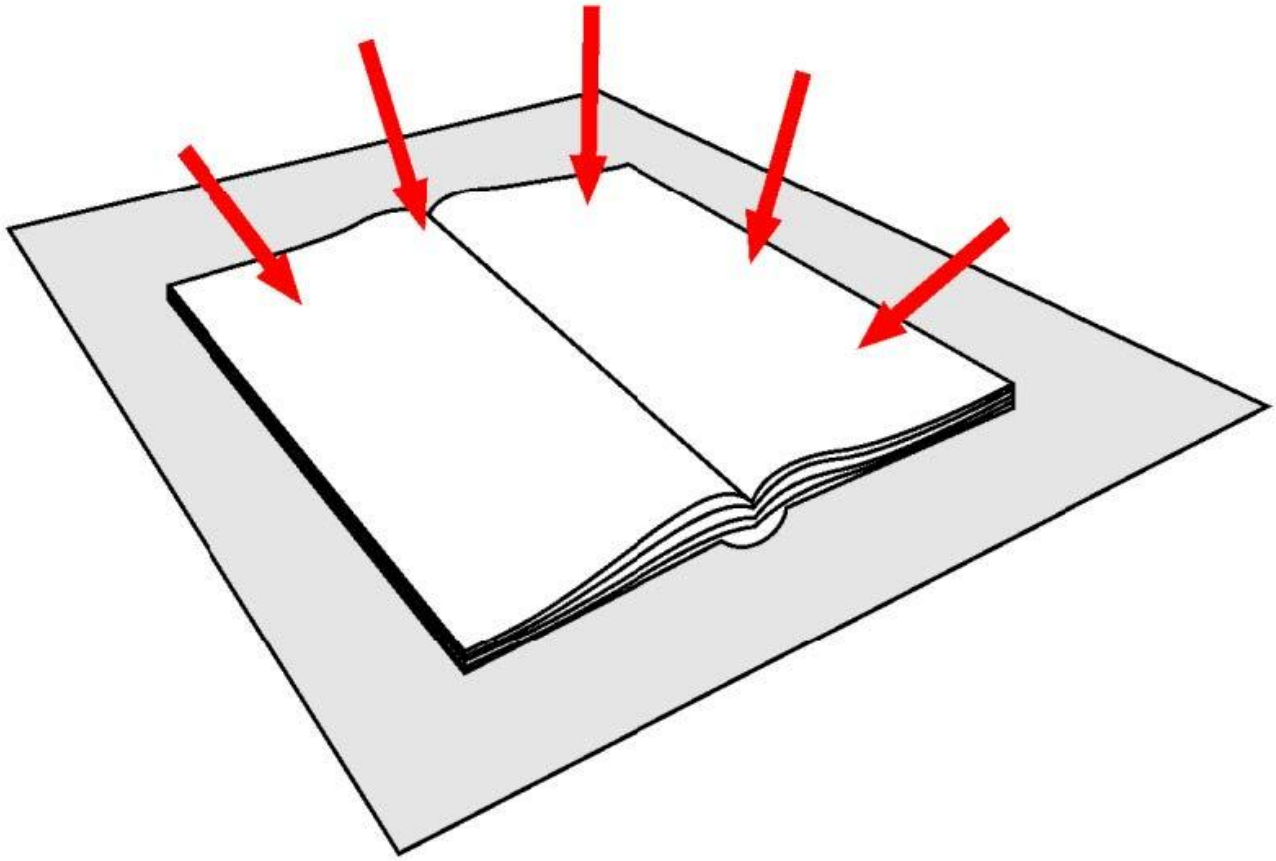


Рисунок 1.7 – Кількість світла

Рівномірність освітлення

Рівномірність освітлення визначається співвідношенням між мінімальною та середньою освітленістю на робочій поверхні. Висока рівномірність освітлення необхідна для запобігання швидкої зорової втоми та зниження продуктивності праці. Нерівномірне освітлення може призводити до частих адаптацій очей, що викликає зоровий дискомфорт.

Кольорова температура

Кольорова температура світла вимірюється в Кельвінах (К) (рис. 1.8) і визначає відтінок світла від теплого до холодного (рис 1.9)[6]. Відповідний вибір кольорової температури може покращити комфорт та продуктивність працівників:

- Тепле світло (2700-3000 К): створює затишну та розслаблюючу атмосферу, що підходить для відпочинку та релаксації.
- Нейтральне світло (3500-4000 К): сприяє концентрації та підходить для офісних приміщень та навчальних закладів.
- Холодне світло (5000-6500 К): стимулює активність та працездатність, ідеальне для виробничих та робочих приміщень.

Рисунок 1.8 – Кольорова температура світла в Кельвінах (К)

Рисунок 1.9 – Кольорова температура світла в Кельвінах (К)

Індекс кольоропередачі (CRI)

Індекс кольоропередачі (CRI) (рис. 1.10) визначає здатність джерела світла точно відтворювати кольори об'єктів. CRI вимірюється в шкалі від 0 до 100, де 100 означає ідеальну кольоропередачу, як у природного сонячного світла. Високий CRI важливий для робочих місць, де точність кольору має критичне значення, таких як дизайнерські студії, медичні заклади та лабораторії.

Рисунок 1.10 – Індекс кольоропередачі (CRI)

Відсутність засліплювальної дії

Засліплювальна дія виникає при прямому попаданні світла в очі, що викликає дискомфорт і зниження зорової продуктивності (рис.1.11). Щоб уникнути цього, освітлення має бути спроектоване так, щоб світильники не створювали відблисків і засліплюючих ефектів. Це досягається використанням світильників з розсіювачами, правильним розташуванням джерел світла та застосуванням захисних екранів.

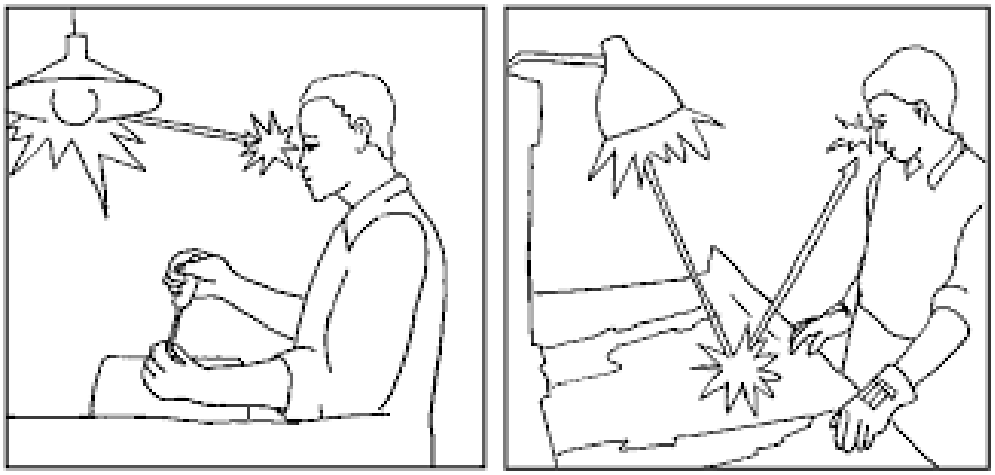


Рисунок 1.11 – Засліплення на робочому місці

Правильне проектування та реалізація параметрів освітлення є ключовими для забезпечення комфортних, безпечних та продуктивних умов праці. Рівень освітленості, рівномірність освітлення, кольорова температура, індекс кольоропередачі та відсутність засліплювальної дії – всі ці параметри мають бути враховані для досягнення оптимального освітлення робочого середовища[7]. Використання сучасних освітлювальних технологій та дотримання встановлених норм дозволяє забезпечити ефективне та здорове освітлення на робочих місцях.

1.3 Важливість освітлення на робочому місці

Освітлення є одним з ключових факторів, що впливає на комфорт і ефективність праці на робочому місці. Важливість освітлення не обмежується лише зоровими аспектами, воно має суттєвий вплив на фізичне і психічне здоров'я працівників, продуктивність та безпеку виконання робіт. Розглянемо

детальніше основні аспекти, які підкреслюють значущість належного освітлення на робочому місці.

Візуальна ефективність

Зір є основним каналом сприйняття інформації про навколишнє середовище, через який людина отримує до 90% всієї інформації. Візуальна ефективність, тобто здатність виконувати завдання, що вимагають зорової уваги, прямо залежить від якості освітлення (рис.1.12). Належне освітлення дозволяє зменшити навантаження на очі, підвищити точність і швидкість виконання завдань, зменшити кількість помилок та аварійних ситуацій[8].

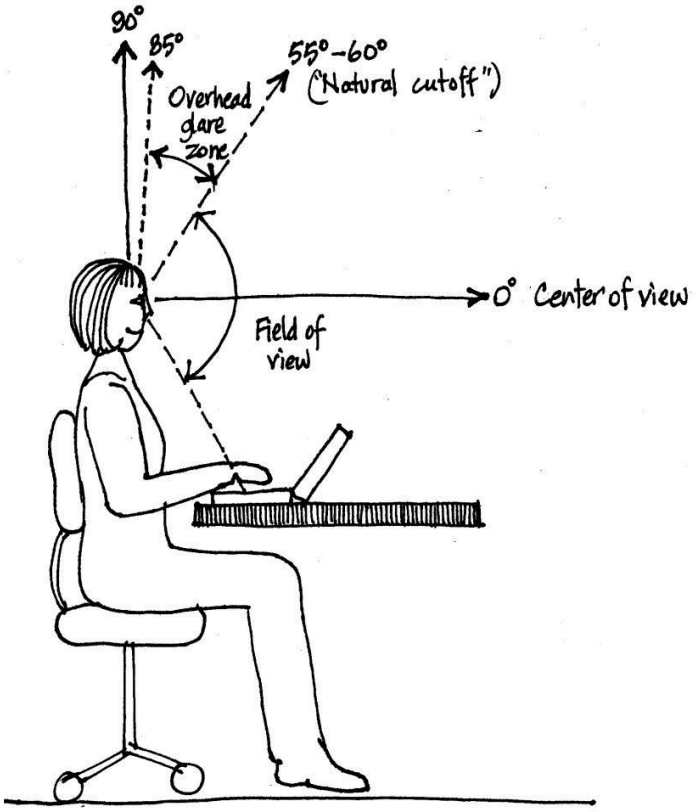


Рисунок 1.12 – Візуальна ефективність

Зорове здоров'я

Тривала робота в умовах недостатнього або надмірного освітлення може призвести до зорового стомлення, яке проявляється у вигляді болю в очах, головного болю, зниження гостроти зору та зорових ілюзій. Зорове стомлення негативно впливає на загальне самопочуття працівника, сприяючи розвитку хронічних захворювань, таких як мігрень та порушення зору.

Фізичне здоров'я

Окрім впливу на зір, освітлення також має непрямий вплив на фізичне здоров'я працівника. Наприклад, недостатнє освітлення може змусити працівника приймати незручні пози для виконання роботи, що призводить до перенапруження м'язів, болю в спині та шиї. Достатня і правильна освітленість робочих місць сприяє підтриманню правильної постави, зменшуючи ризик розвитку м'язово-скелетних розладів.

Психологічний комфорт

Освітлення також відіграє важливу роль у створенні психологічного комфорту на робочому місці. Дослідження показують, що рівень освітленості впливає на настрій та емоційний стан працівників. Яскраве, але не засліплююче освітлення сприяє підвищенню рівня енергії, поліпшенню настрою та загальної мотивації до роботи[9]. Натомість, тьмяне освітлення може викликати депресію, втому та зниження працездатності (рис.1.13).

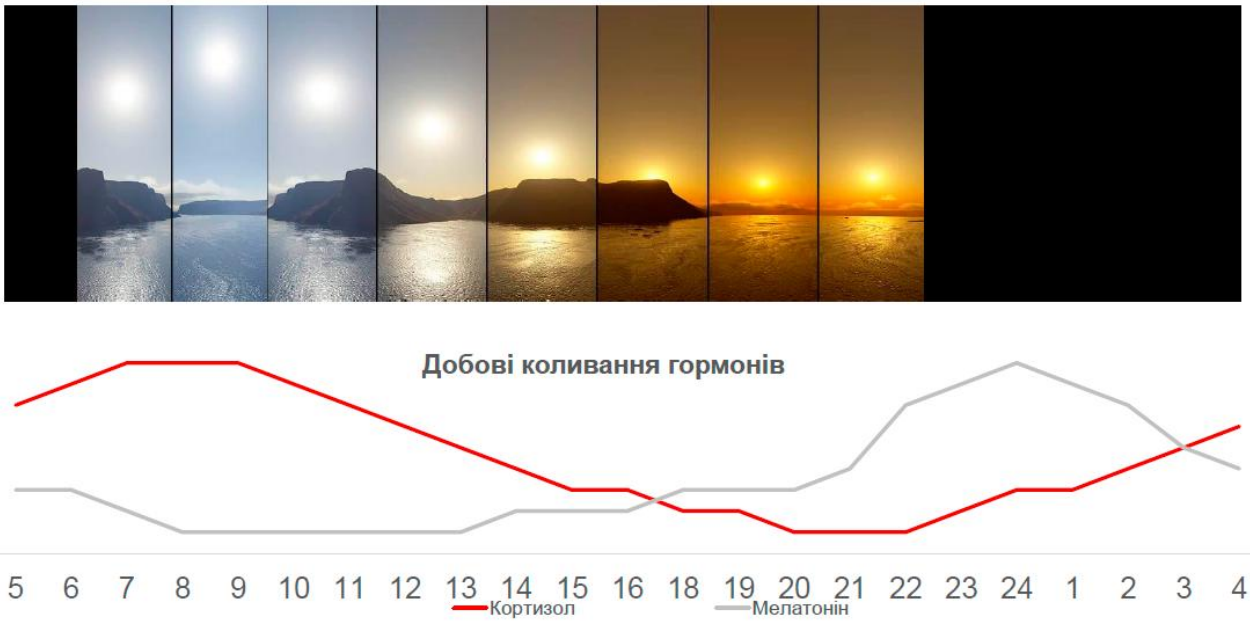


Рисунок 1.13 – Залежність освітлення на вироблення гормонів

Безпека праці

Належне освітлення є критично важливим для забезпечення безпеки праці. Добре освітлені робочі місця знижують ризик виробничих травм та нещасних випадків, оскільки працівники можуть краще бачити потенційні небезпеки та

перешкоди. Особливо це актуально для робіт, що вимагають високої концентрації та точності, таких як робота з важкою технікою або небезпечними матеріалами[10].

Отже, належне освітлення на робочому місці є надзвичайно важливим фактором, який впливає на продуктивність, здоров'я та безпеку працівників. Забезпечення відповідного рівня освітленості, врахування зорових вимог та створення комфортних умов для зорової роботи є ключовими завданнями для роботодавців та проектувальників виробничих приміщень. Інвестиції в якісне освітлення окупаються через підвищення ефективності роботи, зниження рівня захворюваності та ризику нещасних випадків.

1.4 Вплив освітлення на організм людини

Освітлення відіграє ключову роль у забезпеченні комфортних умов праці та загального благополуччя працівників. Воно впливає на фізіологічний і психологічний стан людини, впливає на продуктивність та якість виконуваної роботи. Основні аспекти впливу освітлення на організм людини можна розглядати через його вплив на зір, фізичний комфорт та психологічний стан.

Вплив на зір

Майже 90% інформації про навколишній світ людина отримує через органи зору. Зоровий апарат людини здатний адаптуватися до різних умов освітлення завдяки трьом основним процесам: адаптації, акомодації та конвергенції.

Адаптація - це здатність ока пристосовуватися до змін умов освітлення (рівня освітленості) у полі зору. Погане або нерівномірне освітлення змушує око постійно адаптуватися, що призводить до швидкої втомлюваності та зниження зорової функції. Наприклад, тривала робота при недостатньому освітленні може спричинити зниження гостроти зору, розвиток короткозорості та інших зорових порушень.

Акомодація - це здатність ока до чіткого бачення предметів, які знаходяться на різній відстані, за рахунок зміни кривизни кришталика. Часті зміни відстані

фокусування при недостатньому освітленні можуть призводити до перенапруження м'язів ока, викликати головний біль та загальну втому.

Конвергенція - це здатність ока при розгляданні близьких предметів набувати положення, при якому зорові осі обох очей перетинаються на предметі. Погане освітлення змушує очі працювати в умовах підвищеного навантаження, що може призводити до появи подвійного зображення та інших зорових проблем[11].

Вплив на фізичний комфорт

Належне освітлення робочого місця має важливе значення для фізичного комфорту працівника. Недостатнє освітлення змушує людину приймати незручні пози для кращого розглядання об'єктів, що може призводити до розвитку захворювань опорно-рухового апарату, таких як сколіоз, остеохондроз тощо. З іншого боку, надмірне освітлення або відблиски можуть спричинити зоровий дискомфорт, сухість очей та головні болі.

Вплив на психологічний стан

Освітлення також впливає на психологічний стан працівників. Яскраве, тепле та рівномірне освітлення сприяє підвищенню настрою та працездатності. Недостатнє або надмірне освітлення може викликати відчуття дискомфорту, тривожності та зниження мотивації. Крім того, освітлення впливає на циркадні ритми, які регулюють цикли сну і неспання[12]. Погане освітлення в приміщеннях може призводити до порушень сну, зниження концентрації та загальної працездатності.

1.5 Вплив освітлення на продуктивність та здоров'я працівників

Освітлення робочого середовища є одним з ключових факторів, що впливають на продуктивність праці та здоров'я працівників. Від належного освітлення залежить не тільки якість виконання завдань, але і загальний фізичний та психологічний стан працівників. Дослідження показують, що освітлення може істотно впливати на працездатність, безпеку, зорове та загальне здоров'я працівників.

Поліпшення зорового комфорту

Правильно організоване освітлення сприяє зменшенню зорового стомлення, що дозволяє працівникам тривалий час виконувати завдання з високою точністю та швидкістю. Зоровий комфорт забезпечується належним рівнем освітленості, відсутністю різких тіней та блисків, що створюють додаткове навантаження на очі. Таким чином, зменшується кількість помилок, що виникають внаслідок зорового стомлення.

Збільшення мотивації та енергійності

Якісне освітлення впливає на емоційний стан працівників. Яскраве, рівномірне освітлення сприяє підвищенню рівня енергійності та загального настрою, що позитивно впливає на мотивацію до праці[13]. У добре освітленому середовищі працівники почуваються більш активними та готовими до виконання завдань.

Підвищення концентрації та уваги

Адекватне освітлення допомагає працівникам краще зосереджуватися на своїх обов'язках. Достатній рівень освітленості знижує втомлюваність та полегшує виконання зорових завдань, що сприяє підвищенню концентрації та уваги. Це особливо важливо в тих випадках, коли робота вимагає високої точності та зосередженості, наприклад, в операціях на виробничих лініях або під час роботи з дрібними деталями.

Вплив на зорове здоров'я

Незадовільне освітлення може призвести до зорового стомлення, яке проявляється у вигляді почервоніння очей, болю, роздвоєння зображень та зниження гостроти зору. Зорове стомлення негативно впливає на загальний стан здоров'я працівників, викликаючи головні болі, напругу у м'язах шиї та плечей, що знижує загальну працездатність.

Правильне освітлення сприяє підтримці зорового здоров'я, зменшуючи ризик розвитку короткозорості та інших зорових порушень. Регулярне дотримання норм освітлення на робочому місці дозволяє уникнути негативних наслідків для зору, що є особливо важливим для працівників, які виконують завдання, що вимагають тривалої зорової концентрації[14].

Вплив на загальне фізичне здоров'я

Належне освітлення робочого місця допомагає працівникам підтримувати правильну поставу, зменшуючи навантаження на м'язи та хребет. Недостатнє освітлення змушує працівників нахилятися ближче до робочої поверхні, що призводить до перенапруження м'язів та розвитку болю в спині та шиї.

Якісне освітлення сприяє підвищенню безпеки праці, зменшуючи ризик нещасних випадків на робочому місці. Добре освітлені робочі зони дозволяють працівникам краще бачити потенційні небезпеки та уникати їх. Це особливо важливо на виробництвах, де існує висока ймовірність травмувань, пов'язаних з роботою з важкою технікою або небезпечними матеріалами.

Вплив на психологічний комфорт

Освітлення впливає на психологічний комфорт працівників. Дослідження показують, що природне світло і якісне штучне освітлення сприяють поліпшенню настрою та зменшенню рівня стресу. Природне освітлення, зокрема, сприяє синтезу вітаміну D, який відіграє важливу роль у підтримці загального здоров'я та гарного самопочуття.

Освітлення має значення для створення комфортного та естетично привабливого робочого середовища[15]. Гарне освітлення сприяє створенню позитивної атмосфери, що підвищує задоволеність працівників роботою та їхнє бажання працювати ефективно.

Отже, освітлення відіграє критичну роль у забезпеченні високої продуктивності праці та підтримці здоров'я працівників. Адекватне освітлення допомагає знизити зорове стомлення, підтримувати фізичне та психологічне здоров'я, а також зменшити ризик нещасних випадків. Інвестування в якісне освітлення є необхідним для створення безпечного, комфортного та продуктивного робочого середовища, що сприяє загальному покращенню ефективності праці та добробуту працівників.

Висновок до розділу 1

Освітлення робочого середовища є ключовим фактором, що впливає на продуктивність праці, здоров'я та комфорт працівників.

Світло відіграє вирішальну роль у сприйнятті навколишнього середовища, адже майже 90% усієї інформації людина отримує через органи зору. В процесі трудової діяльності втомлюваність очей значною мірою залежить від напруженості зорових процесів, таких як адаптація, акомодація та конвергенція. Правильне освітлення сприяє зменшенню втомлюваності очей, що є важливим для підтримки здоров'я та ефективності працівників.

Штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне та чергове. Кожен вид освітлення має свої особливості та призначення, що забезпечує безпеку та ефективність виробничих процесів у різних ситуаціях.

Параметри освітлення, такі як рівень освітленості, рівномірність освітлення, кольорова температура, індекс кольоропередачі та відсутність засліплювальної дії, є визначальними для створення комфортних та безпечних умов праці. Правильне проектування цих параметрів дозволяє уникнути зорової втоми та покращити продуктивність працівників.

Дослідження показали, що якісне освітлення позитивно впливає на продуктивність праці та здоров'я працівників. Воно допомагає знизити ризик професійних захворювань, зменшити кількість нещасних випадків та підвищити загальну ефективність роботи.

Забезпечення оптимального освітлення робочого середовища є важливим завданням для будь-якої організації. Воно потребує комплексного підходу, врахування всіх параметрів освітлення та дотримання встановлених норм. Лише таким чином можна створити комфортні, безпечні та продуктивні умови праці, що сприятимуть підвищенню якості життя працівників та ефективності їх роботи.

2 АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ОСВІТЛЕННЯ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1 Основні вимоги до виробничого освітлення

Освітлення виробничих приміщень є важливою складовою безпечної та продуктивної праці. Воно не лише забезпечує зоровий комфорт, але й впливає на ефективність виконання завдань, здоров'я та безпеку працівників. Основні вимоги до виробничого освітлення охоплюють декілька ключових аспектів, спрямованих на створення оптимальних умов для зорової роботи[16].

Освітленість робочих поверхонь

Для забезпечення якісної зорової роботи освітленість на робочих поверхнях повинна відповідати характеру виконуваних завдань і не бути нижчою за встановлені норми. Відповідно до Державних санітарних норм і правил, мінімальні значення освітленості різняться залежно від типу роботи:

- *Точні роботи*: (наприклад, ювелірні, електронні) вимагають високого рівня освітленості, часто понад 1000 люкс.
- *Загальні виробничі роботи*: (наприклад, механічна обробка металу) зазвичай потребують освітленості в межах 300-500 люкс.
- *Роботи грубого характеру*: (наприклад, складальні роботи) можуть вимагати освітленості на рівні 100-300 люкс.

Рівномірність освітлення

Необхідно забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частої переадаптації органів зору. Різкі зміни освітленості можуть призвести до швидкої втомлюваності очей та зниження продуктивності праці. Рівномірність освітлення досягається за допомогою правильної розстановки світильників та використанням сучасних освітлювальних технологій.

Уникнення засліплювального ефекту

Освітлення не повинно створювати засліплювальної дії як від самих джерел світла, так і від відбитих поверхонь у полі зору. Засліплення може значно знизити

зорову здатність, викликати дискомфорт та головний біль. Для уникнення цього ефекту використовуються:

- Світлорозсіювальні екрани та лінзи.
- Антиблікові покриття на світильниках.
- Правильне розташування світильників для запобігання прямого попадання світла в очі працівників.

Контраст і уникнення тіней

На робочих поверхнях не повинно бути різких та глибоких тіней, особливо рухомих, які можуть ускладнювати виконання завдань та спричиняти зоровий дискомфорт. Достатній контраст поверхонь, що освітлюються, є важливим для розрізнення деталей та підвищення точності роботи[17]. Це досягається через:

- Використання розсіяного або комбінованого освітлення.
- Застосування світильників з різними типами розподілу світла.

Безпека освітлювальних приладів

Освітлювальні прилади не повинні створювати небезпечних та шкідливих виробничих чинників, таких як:

- *Шум*: Деякі освітлювальні системи можуть створювати шум, що заважає роботі.
- *Теплові випромінювання*: Світильники не повинні надмірно нагрівати робочу зону.
- *Небезпека ураження електричним струмом*: Світильники повинні мати належний захист.
- *Пожежо- та вибухонебезпека*: Освітлювальне обладнання повинно відповідати вимогам безпеки та мати відповідні сертифікати.

Надійність, простота експлуатації та економічність

Освітлення повинно бути надійним, простим в експлуатації, економічним та естетичним. Це включає:

- *Довговічність освітлювальних приладів*: Високоякісні матеріали та технології забезпечують тривалий термін служби освітлювальних приладів.

- *Енергоефективність*: Використання світлодіодних та інших енергоефективних ламп, що знижують енергоспоживання та витрати на електроенергію.
- *Простота обслуговування*: Легкий доступ до світильників для заміни ламп та технічного обслуговування.

Функціональні типи освітлення

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на кілька типів, кожен з яких має свої специфічні вимоги:

- *Робоче освітлення*: Призначене для забезпечення виробничого процесу, переміщення людей, руху транспорту і є обов'язковим для всіх виробничих приміщень.
- *Аварійне освітлення*: Використовується для продовження роботи у випадках, коли раптове вимкнення робочого освітлення може викликати небезпечні ситуації. Мінімальна освітленість робочих поверхонь при аварійному освітленні повинна становити 5% від нормованої освітленості робочого освітлення, але не менше 2 лк.
- *Евакуаційне освітлення*: Призначене для забезпечення безпечної евакуації людей з приміщень при аварійному вимкненні робочого освітлення. Мінімальна освітленість на підлозі основних проходів та на сходах повинна бути не менше 0,5 лк, а на відкритих майданчиках - не менше 0,2 лк.
- *Охоронне освітлення*: Влаштовується вздовж меж території, яка охороняється в нічний час спеціальним персоналом. Найменша освітленість повинна бути 0,5 лк на рівні землі.
- *Чергове освітлення*: Передбачається у неробочий час; при цьому використовують частину світильників інших видів штучного освітлення.

Забезпечення належного рівня освітлення у виробничих приміщеннях є комплексним завданням, що вимагає врахування багатьох чинників. Оптимальне освітлення сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню втомлюваності

та ризику професійних захворювань, а також забезпечує загальне поліпшення умов праці та безпеки працівників.

2.2. Нормативно-правова база та стандарти освітлення

Освітлення робочого середовища регулюється низкою нормативних документів і стандартів, які визначають мінімальні вимоги для забезпечення комфортних, безпечних і продуктивних умов праці. Ці нормативи враховують особливості різних робочих зон, типи виконуваних завдань, вплив світла на здоров'я і продуктивність працівників. Вони встановлюють параметри, такі як рівень освітленості, рівномірність освітлення, кольорова температура, обмеження блиску та коефіцієнт пульсацій. Розглянемо ключові нормативні документи, що визначають ці параметри[18].

2.2.1. Основні нормативні документи

ДБН В.2.5-28:2018 "Природне і штучне освітлення"

Цей документ встановлює вимоги до освітлення в приміщеннях та на робочих місцях, включаючи показники для загального та локального освітлення. Він визначає мінімальні значення освітленості для різних видів робіт, зокрема:

Для робіт, що потребують високої точності, — не менше 1000 люкс.

Для середньої точності робіт — близько 300-500 люкс.

Для загальних приміщень, таких як коридори та зони відпочинку, рівень освітлення має бути не менше 100-150 люкс.

ISO 8995-1:2002 (CIE S 008/E:2001) "Освітлення робочих місць в приміщеннях"

Міжнародний стандарт, який визначає вимоги до освітлення для робочих місць у закритих приміщеннях. Він встановлює основні критерії освітленості, блиску, відтінків і кольорової температури для різних видів робіт. Наприклад, для робочих зон, що вимагають зосередженості та точності, рекомендована освітленість складає 750-1500 люкс[19].

ДСТУ EN 12464-1:2011 "Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1: Внутрішні робочі місця"

Цей стандарт регламентує вимоги до освітлення робочих місць в приміщеннях, зокрема:

Рівень освітленості для різних робочих зон.

Обмеження блиску, щоб уникнути дискомфорту та зменшити навантаження на очі.

Коефіцієнт пульсації (мерехтіння світла), який повинен бути якомога меншим для підтримання стабільного освітлення.

Індекс передачі кольору (CRI) — для більшості робочих місць CRI має бути не менше 80, щоб об’єкти сприймалися природно.

ISO 9241-307:2008 “Ергономіка взаємодії людина-система. Вимоги до освітлення для роботи з дисплеями”

Цей стандарт встановлює вимоги для робочих місць з екранними пристроями (комп’ютери, монітори тощо). Основні вимоги включають:

Використання розсіяного освітлення або захисних фільтрів для уникнення відблисків.

Рекомендації щодо розміщення джерел світла з урахуванням кута зору користувача.

Обмеження яскравості та контрастності, щоб уникнути дискомфорту під час роботи з екранами.

2.2.2. Основні вимоги нормативних документів до параметрів освітлення

- Рівень освітленості

Рівень освітленості на робочому місці визначає кількість світлового потоку, що падає на одиницю площі. Цей параметр вимірюється в люксах (лк) і залежить від типу роботи та необхідної точності. Зазвичай, для офісних приміщень рівень освітленості повинен бути не нижче 300-500 люкс, тоді як для роботи, що вимагає високої точності, потрібен рівень освітлення до 1000 люкс і більше[20].

- Коефіцієнт пульсації

Пульсація (або мерехтіння) світла впливає на зоровий комфорт і продуктивність. Високий коефіцієнт пульсації може викликати втому очей,

головний біль і зниження концентрації. Нормативи передбачають, що коефіцієнт пульсації не повинен перевищувати 5-10% для загального освітлення і повинен бути меншим для робочих місць з моніторами.

- Рівномірність освітлення

Рівномірність освітлення відображає співвідношення мінімальної та середньої освітленості на робочій поверхні. Цей параметр важливий для запобігання створенню зон з надмірно високим або низьким освітленням, які можуть викликати візуальний дискомфорт. Зазвичай рівномірність освітлення повинна становити не менше 0.7 для робочих місць.

- Обмеження блиску

Блиск, спричинений надмірно яскравими джерелами світла або відображенням, може спричинити дискомфорт і зниження якості зору. Нормативи встановлюють допустимий рівень блиску, який залежить від типу роботи та відстані до джерела світла. Для робочих місць з екранами блиск має бути мінімізованим за допомогою розсіювальних фільтрів або спеціального розташування джерел світла.

- Кольорова температура та індекс передачі кольору (CRI)

Кольорова температура світла визначає сприйняття приміщення: тепле світло (2700-3000 К) створює затишну атмосферу, нейтральне світло (4000-5000 К) підходить для офісних приміщень, а холодне світло (5000 К і вище) стимулює концентрацію та підвищує продуктивність. Індекс передачі кольору (CRI) має бути не менше 80 для забезпечення природного сприйняття кольорів об’єктів у робочому середовищі.

2.2.3. Сучасні тенденції в стандартах освітлення

З розвитком технологій, стандарти освітлення постійно оновлюються, зокрема з урахуванням нових джерел світла (світлодіоди, OLED тощо) та вимог ергономіки. Сучасні стандарти також враховують біологічний вплив світла на людей, особливо з урахуванням циркадних ритмів. Наприклад, світлодіодне

освітлення дозволяє налаштовувати колірну температуру протягом дня для забезпечення природного освітлення та покращення самопочуття[21].

Нормативні документи та стандарти освітлення є основою для створення ефективного, комфортного та безпечного освітлення робочих місць. Дотримання цих вимог допомагає зберегти здоров’я працівників, підвищити їхню продуктивність та забезпечити відповідність умов праці міжнародним стандартам.

2.3. Вимоги до рівня освітленості для різних видів робіт

Рівень освітленості на робочому місці є одним із ключових факторів, що впливають на зоровий комфорт, продуктивність і безпеку працівників. Освітленість вимірюється в люксах (лк) і визначає кількість світлового потоку, що падає на одиницю площі. Залежно від складності виконуваних завдань та характеру робіт рівень освітленості має відповідати встановленим нормативам, щоб забезпечувати належні умови праці без перевантаження зору та зниження продуктивності[22].

Класифікація видів робіт за рівнем освітленості

Різні види робіт потребують різного рівня освітленості залежно від вимог до точності, тривалості роботи та інтенсивності зорового навантаження. Згідно з міжнародними та національними стандартами, роботи можна класифікувати за рівнем освітленості наступним чином:

- Загальні роботи та пересування в приміщенні

Для коридорів, проходів, приміщень загального призначення, де не виконуються точні роботи, достатньо мінімального рівня освітленості — 100-200 лк. Цей рівень забезпечує базову видимість для безпечного пересування, знижуючи ризик травм і сприяючи орієнтуванню в просторі.

- Роботи середньої точності

Для робочих місць, де здійснюються роботи середньої точності, такі як обробка документів, нескладні операції в офісі або загальні роботи в

промислових цехах, рекомендована освітленість становить 300-500 лк. Такий рівень освітлення достатній для комфортного виконання більшості адміністративних та виробничих завдань.

- Точні роботи

Робочі місця, де проводяться точні завдання, такі як читання дрібного тексту, складання деталей, монтаж електроніки, потребують освітлення в межах 750-1000 лк. Висока освітленість дозволяє працівникам легше фокусуватися на дрібних деталях, зменшуючи навантаження на зір та знижуючи ризик помилок.

- Високоточні роботи

Роботи, що потребують максимальної точності (наприклад, ювелірні роботи, вимірювання, тонке механічне налаштування), вимагають освітленості понад 1000 лк, іноді навіть до 1500-2000 лк. Такий рівень освітлення забезпечує максимально чітке відображення дрібних деталей і мінімізує візуальну втому, що особливо важливо для робіт, які виконуються тривалий час[23].

Вимоги до освітлення для офісних і адміністративних приміщень

Офісні роботи вимагають середнього рівня освітленості для комфорту працівників і зменшення зорового напруження. Основні вимоги до освітлення в офісних приміщеннях:

Рекомендована освітленість — 300-500 лк для загальних адміністративних робіт, таких як робота з комп’ютером, обробка документів тощо.

Рівномірність освітлення — особливо важлива для уникнення зон з різкими контрастами освітленості, що можуть спричиняти втому очей.

Контроль блиску — щоб уникнути відблисків на екранах комп’ютерів і робочих поверхнях, світильники повинні бути встановлені так, щоб світло падало з боку або зверху, а не прямо на екран.

Вимоги до освітлення для промислових зон

У промислових приміщеннях вимоги до освітленості варіюються залежно від специфіки виробничих процесів:

Складські приміщення і зони загального призначення — для зберігання та пересування достатньо освітлення 150-200 лк. Це забезпечує достатню видимість для безпечного переміщення вантажів і людей.

Робочі зони середньої складності — роботи з великими деталями, збирання крупногабаритного обладнання, заготівельні процеси потребують освітленості 300-500 лк.

Зони точної роботи — обробка дрібних деталей, точні механічні роботи або налаштування приладів потребують освітлення до 750-1000 лк.

Вимоги до освітлення для навчальних закладів та навчальних кабінетів

У навчальних закладах освітлення повинно забезпечувати комфортне середовище для навчання, сприяти концентрації та зниженню втоми серед учнів:

Класи та лекційні зали — 300-500 лк для загального освітлення. Це допомагає забезпечити рівномірне освітлення класу або аудиторії.

Лабораторії та кабінети точних наук — 500-750 лк, оскільки в таких приміщеннях студенти часто працюють з дрібними деталями чи роблять точні вимірювання.

Бібліотеки та читальні зали — 300-500 лк для комфортного читання. Локальне освітлення на стелажах та столах повинно бути налаштоване таким чином, щоб уникати відблисків і тіней[24].

Спеціальні вимоги до освітлення на робочих місцях з дисплейними пристроями

Для робочих місць із комп’ютерами та іншими екранами особливу увагу приділяють контролю рівня освітленості та розміщенню світильників:

Загальна освітленість — для роботи з дисплеями рекомендується рівень освітленості 300-500 лк, що дозволяє уникати перенасичення світлом і зменшує втому очей.

Локальне освітлення — не повинно створювати відблисків на екранах, світильники розміщують так, щоб світло не падало прямо на дисплей.

Контроль блиску — уникають джерел світла з високою яскравістю, які можуть спричиняти блиск на екрані, що викликає зоровий дискомфорт.

Вимоги до освітлення для медичних установ

Медичні заклади потребують специфічного освітлення для забезпечення високого рівня точності, чистоти та безпеки під час роботи з пацієнтами та приладами:

Процедурні та операційні зали — освітленість повинна бути високою (1000-1500 лк) для забезпечення чіткості та точності під час процедур.

Палати для пацієнтів — рівень освітлення у палатах зазвичай становить 150-300 лк, що дозволяє пацієнтам відпочивати, а медичному персоналу — комфортно працювати.

Кабінети лікарів — освітленість у межах 500-750 лк для оглядів та консультацій.

Вимоги до рівня освітленості для різних видів освітлення

Різні типи освітлення також мають свої специфічні вимоги до рівня освітленості:

Загальне освітлення — забезпечує рівномірну освітленість приміщення і використовується для всіх типів робіт. Освітленість має бути достатньою, щоб забезпечити безпеку пересування та комфорт працівників.

Локальне освітлення — використовується для підсилення освітлення в конкретних робочих зонах, де виконуються точні чи дрібні роботи. Локальні джерела світла (наприклад, настільні лампи) дозволяють забезпечити до 1000-1500 лк.

Аварійне освітлення — забезпечує мінімальний рівень видимості в разі аварії або відключення живлення, зазвичай становить 10% від нормального рівня освітлення для робочого місця.

Вимоги до рівня освітленості робочого середовища повинні задовольняти різні потреби працівників залежно від специфіки їхньої роботи. Правильний вибір рівня освітленості для кожного типу робіт забезпечує комфорт, знижує втому очей і ризик помилок, а також сприяє підтриманню високої продуктивності. Залежно від складності завдань і типу робочих зон стандарти

освітлення вимагають дотримання мінімальних значень освітленості для безпеки та ефективності робочого процесу[25].

2.4. Типи освітлення і їх вплив на робоче середовище

Тип освітлення на робочому місці суттєво впливає на комфорт, продуктивність і здоров'я працівників. Вибір правильного типу освітлення сприяє оптимальним умовам для виконання завдань, знижує зорову втому та підвищує загальний рівень задоволеності працівників умовами праці. Існує кілька типів освітлення, кожен з яких має свої особливості й підходить для різних типів робочих середовищ[26].

Пряме освітлення

Пряме освітлення спрямоване безпосередньо на робочу поверхню і є найефективнішим способом освітлення, оскільки мінімізує втрати світлового потоку. Світло від таких джерел падає прямо на робочу поверхню або на зону діяльності. Пряме освітлення може забезпечувати високу освітленість, але при цьому має певні недоліки, такі як створення тіней і можливе відбиття світла (блиск), що може викликати дискомфорт для зору.

Вплив на робоче середовище: Пряме освітлення підходить для завдань, де потрібна висока освітленість, таких як точні механічні роботи, робота з дрібними деталями або лабораторні дослідження. Однак пряме світло може створювати сильні тіні, тому його слід розташовувати з обережністю, особливо в офісах і місцях з екранними пристроями.

Приклади використання: Пряме освітлення часто використовується в робочих зонах на заводах, лабораторіях, майстернях, де точність і висока освітленість є пріоритетом.

Розсіяне (дифузне) освітлення

Розсіяне освітлення створюється за допомогою розсіювачів, що дозволяє рівномірно розподіляти світло в приміщенні, зменшуючи тіні та уникати відблисків. Такий тип освітлення забезпечує комфортні умови для зорового

апарату і часто використовується для освітлення офісних приміщень, навчальних класів та інших зон, де важливий рівномірний розподіл світла.

Вплив на робоче середовище: Розсіяне освітлення створює приємне і рівномірне освітлення приміщення, зменшує зорову втому і допомагає уникнути відблисків на екранах моніторів. Це сприяє підвищенню продуктивності в офісних і навчальних середовищах, де працівники проводять тривалий час за письмовими завданнями або роботою з комп'ютером.

Приклади використання: Використовується в офісах, навчальних аудиторіях, медичних установах, де важливо забезпечити комфортне освітлення для зорової роботи.

Комбіноване освітлення

Комбіноване освітлення поєднує загальне (розсіяне) і локальне (пряме) освітлення, забезпечуючи оптимальні умови для роботи. Загальне освітлення забезпечує базовий рівень освітленості по всій площі приміщення, тоді як локальні джерела світла підсилюють освітленість у певних зонах, де виконуються точні або зорово напружені завдання.

Вплив на робоче середовище: Комбіноване освітлення дозволяє ефективно освітлювати робоче місце, створюючи гнучкі умови для різних типів робіт. Це допомагає працівникам краще концентруватися на важливих завданнях, знижує зорове навантаження та підвищує точність роботи.

Приклади використання: Найчастіше використовується в офісах, де робітники виконують завдання різної складності, а також у виробничих цехах, на складах, де необхідно підсвітити окремі робочі зони.

Аварійне освітлення

Аварійне освітлення призначене для забезпечення видимості та безпеки під час аварійних ситуацій, таких як відключення електропостачання або інші непередбачувані події. Це освітлення повинно забезпечувати мінімальний рівень освітленості, достатній для евакуації людей і продовження роботи на критичних ділянках.

Вплив на робоче середовище: Аварійне освітлення сприяє безпечній евакуації працівників у разі аварій та забезпечує стабільність робочого процесу на важливих ділянках навіть у надзвичайних ситуаціях.

Приклади використання: Аварійне освітлення застосовується у виробничих і офісних приміщеннях, на складах, у лікарнях, громадських місцях (наприклад, коридорах і сходах) для безпечного виходу в разі надзвичайних ситуацій.

Охоронне освітлення

Охоронне освітлення використовується для підвищення безпеки території навколо приміщень, особливо у нічний час. Воно забезпечує видимість на території, дозволяє знижувати ризик проникнення сторонніх осіб та сприяє загальній безпеці об’єктів.

Вплив на робоче середовище: Охоронне освітлення підвищує безпеку приміщень, дозволяє персоналу та охоронцям краще орієнтуватися на території вночі, знижує ризик злому та проникнення.

Приклади використання: Застосовується на території виробничих комплексів, складів, офісних будівель, паркувальних зон, особливо в місцях, де потрібен високий рівень безпеки.

Чергове освітлення

Чергове освітлення використовується в неробочий час для мінімальної освітленості приміщень, де залишаються працівники, що здійснюють чергування або технічне обслуговування. Воно має забезпечувати комфортну видимість для виконання невеликих завдань без надмірного енергоспоживання.

Вплив на робоче середовище: Чергове освітлення дозволяє забезпечити базову видимість в умовах обмеженої присутності персоналу, допомагає економити електроенергію в неробочий час.

Приклади використання: Використовується в коридорах, на сходах, у приміщеннях для обслуговуючого персоналу, а також у зонах технічного обслуговування.

Природне освітлення

Природне освітлення отримується за рахунок сонячного світла, яке проникає в приміщення через вікна, прозорі дахи чи стіни. Воно вважається найбільш комфортним для зору і має позитивний вплив на здоров’я та настрій працівників. Залежно від архітектурного планування приміщення і його орієнтації відносно сонця, природне освітлення може забезпечувати базову або додаткову освітленість.

Вплив на робоче середовище: Природне освітлення зменшує потребу в штучному освітленні, покращує настрій і здоров’я працівників, сприяє їхній продуктивності. Однак важливо забезпечувати захист від прямого сонячного світла, яке може спричиняти блиск і перегрів приміщення.

Приклади використання: Застосовується в офісах, навчальних закладах, медичних установах, де важливо підтримувати комфортне природне освітлення протягом робочого дня.

Фонове освітлення

Фонове освітлення — це м’яке, ненаправлене світло, яке рівномірно заповнює простір і не виділяє жодної конкретної зони. Воно створює загальну атмосферу в приміщенні і часто використовується як додаткове освітлення для комфорту та створення відчуття простору.

Вплив на робоче середовище: Фонове освітлення знижує контрасти між яскраво освітленими та темними зонами, зменшує зорове навантаження, створює приємніші умови для перебування в приміщенні.

Приклади використання: Використовується в приймальнях, коридорах, залах для відпочинку, часто як додаткове до загального освітлення в офісах і громадських приміщеннях.

Різні типи освітлення мають свої переваги та підходять для конкретних завдань. Комбінування різних типів освітлення на робочих місцях дозволяє створити оптимальні умови для роботи, забезпечуючи комфорт і безпеку працівників[27]. Кожен тип освітлення має свій вплив на робоче середовище та вимагає правильного налаштування, щоб зменшити зорову втому, підвищити

продуктивність і забезпечити необхідний рівень освітленості для конкретних видів діяльності.

2.5. Вимоги до кольорової температури та індексу передачі кольору

Кольорова температура і індекс передачі кольору (CRI) є важливими характеристиками освітлення, які впливають на зоровий комфорт, сприйняття кольорів, концентрацію і загальний настрій працівників у робочому середовищі. Правильно підібрана кольорова температура та високий індекс передачі кольору дозволяють створити приємне і продуктивне освітлення, яке мінімізує зорову втому і допомагає працівникам ефективно виконувати свої завдання.

Кольорова температура

Кольорова температура визначає відтінок світла, який сприймається як теплий, нейтральний або холодний. Вона вимірюється в Кельвінах (K) і базується на спектрі випромінювання світлового джерела. У робочих приміщеннях рекомендуються такі значення кольорової температури, залежно від типу діяльності та обстановки:

Тепле світло (2700–3000 K)

Характеристика: Світло з кольоровою температурою від 2700 до 3000 K має теплий жовтуватий відтінок. Таке світло створює затишну атмосферу, що сприяє релаксації.

Застосування: Використовується в зонах відпочинку, кімнатах для релаксації, приймальнях і місцях, де бажано створити спокійне, розслаблене середовище.

Вплив на робоче середовище: Тепле світло може знижувати концентрацію, тому для робочих місць, де потрібна підвищена увага і продуктивність, його використання обмежене.

Нейтральне світло (3500–4500 K)

Характеристика: Нейтральне біле світло з кольоровою температурою 3500–4500 K має більш збалансований відтінок і вважається універсальним.

Застосування: Рекомендується для більшості офісних приміщень, класних кімнат, кабінетів і адміністративних зон, де необхідно підтримувати середній рівень збудження та концентрації.

Вплив на робоче середовище: Нейтральне світло сприяє підтриманню концентрації, не викликаючи надмірного збудження або втрати уваги. Це світло комфортне для тривалих робочих завдань і не викликає швидкої втоми очей.

Холодне світло (5000–6500 K)

Характеристика: Холодне біле світло (5000–6500 K) має блакитнуватий відтінок, який нагадує денне світло. Воно стимулює активність і підвищує зосередженість.

Застосування: Використовується в приміщеннях, де необхідна висока концентрація і продуктивність, таких як лабораторії, виробничі цехи, медичні заклади, операційні зали.

Вплив на робоче середовище: Холодне світло допомагає підвищити увагу та продуктивність, але через свою інтенсивність може викликати втому при тривалому перебуванні. Тому для робочих середовищ з великим зоровим навантаженням рекомендується чергувати його з нейтральним світлом.

Індекс передачі кольору (CRI)

Індекс передачі кольору (CRI - Color Rendering Index) є показником, який відображає, наскільки точно штучне світло передає кольори об’єктів у порівнянні з природним світлом. CRI вимірюється в діапазоні від 0 до 100, де 100 означає максимально точну передачу кольорів.

Високий індекс передачі кольору (CRI 80–100)

Характеристика: Джерела світла з CRI 80-100 передають кольори об’єктів майже так само точно, як природне сонячне світло. При цьому кольори виглядають яскраво, природно і не спотворюються.

Застосування: Використовується в офісах, школах, лікарнях, магазинах, студіях, де важливо передавати кольори точно для зорового комфорту та правильного сприйняття. Також високий CRI необхідний у робочих

середовищах, де важливі точність кольору, наприклад, у дизайнерських, художніх студіях, на виробництвах, що працюють із кольоровими матеріалами.

Вплив на робоче середовище: Високий CRI сприяє зоровому комфорту, покращує естетичне сприйняття середовища і допомагає уникнути помилок при роботі з кольоровими об'єктами.

Середній індекс передачі кольору (CRI 60–80)

Характеристика: Джерела світла з середнім CRI (60-80) можуть передавати кольори з певним спотворенням, але це зазвичай не впливає на продуктивність або комфорт, якщо точність передачі кольору не є критичною.

Застосування: Використовується в складських приміщеннях, на промислових об'єктах, де кольоропередача не має особливого значення.

Вплив на робоче середовище: Середній CRI є достатнім для приміщень, де кольорова передача не є критичною. Однак у таких умовах можуть виникати певні труднощі з розпізнаванням кольорів.

Низький індекс передачі кольору (CRI < 60)

Характеристика: Світло з низьким CRI значно спотворює кольори, що робить його непридатним для робочих приміщень, де потрібна точна кольоропередача.

Застосування: Зазвичай використовується в якості аварійного або технічного освітлення на об’єктах, де не потрібне постійне перебування людей або де точна передача кольорів не має значення.

Вплив на робоче середовище: Використання низького CRI у робочих приміщеннях не рекомендоване, оскільки це може викликати втому очей, дискомфорт і навіть помилки в роботі з кольоровими об’єктами.

Вибір кольорової температури та CRI залежно від завдань

Для офісів і навчальних приміщень

Кольорова температура: 3500–4500 K (нейтральне біле світло).

CRI: не менше 80 для забезпечення точного сприйняття кольорів.

Вплив: Нейтральне світло з високим CRI створює комфортні умови для тривалої роботи з текстом і комп’ютером, сприяє концентрації та знижує втому.

Для виробничих і промислових зон

Кольорова температура: 4000–5000 K (холодне біле світло).

CRI: 70–80, оскільки точна передача кольору може бути менш критичною, але все ж таки важливою.

Холодне біле світло стимулює активність і підвищує продуктивність, що особливо корисно для робіт, що вимагають зосередженості та точності.

Для медичних установ

Кольорова температура: 4000–5000 K для більшості зон, до 6500 K в операційних.

CRI: не менше 90, щоб забезпечити точність кольорів при медичних процедурах.

Вплив: Високий CRI необхідний для точної діагностики та безпомилкової роботи з тканинами і матеріалами, де точність кольору є критичною.

Для художніх і дизайнерських студій

Кольорова температура: 4000–4500 K для природного освітлення.

CRI: не менше 90, оскільки важлива точна передача кольорів.

Вплив: Високий CRI дозволяє точну передачу кольорів, необхідну для роботи з кольоровими матеріалами, фарбами і текстурами.

Для зон відпочинку і рекреаційних приміщень

Кольорова температура: 2700–3000 K (тепле світло).

CRI: 80–90, оскільки важливий комфорт і м’якість освітлення.

Тепле світло сприяє розслабленню, знижує напругу і створює приємну атмосферу, що ідеально підходить для зон відпочинку.

Кольорова температура і індекс передачі кольору є важливими параметрами, які слід враховувати при виборі освітлення для робочого середовища. Вибір оптимальної кольорової температури і високого CRI дозволяє створити комфортне, продуктивне та безпечне освітлення, яке відповідає вимогам кожного конкретного виду діяльності.

2.6. Вплив природного освітлення

Природне освітлення є важливим елементом робочого середовища, оскільки воно має позитивний вплив на здоров’я, самопочуття та продуктивність працівників. Сонячне світло сприяє регулюванню біоритмів, поліпшує настрій, знижує рівень стресу та втоми, а також підвищує якість роботи. Вплив природного освітлення на робоче середовище залежить від архітектурного планування, орієнтації будівлі, розміщення вікон і сезонних змін інтенсивності світла[28].

Переваги природного освітлення в робочому середовищі

- Покращення зорового комфорту

Природне світло має спектр, близький до сонячного, що забезпечує комфортне сприйняття і точне відображення кольорів. Це допомагає зменшити зорову втому та покращує зоровий комфорт працівників, особливо при роботі з дрібними деталями або кольоровими об’єктами.

- Підтримка циркадних ритмів

Сонячне світло регулює циркадні ритми, які впливають на рівень активності, сон і загальне самопочуття людини. Природне освітлення допомагає підтримувати біологічний годинник працівників, що сприяє підвищенню продуктивності, поліпшенню настрою та зниженню рівня стресу.

- Підвищення продуктивності та концентрації

Дослідження показують, що природне освітлення сприяє покращенню продуктивності працівників. Працівники, які працюють при природному освітленні, мають вищий рівень концентрації, швидше приймають рішення і роблять менше помилок.

- Енергоефективність

Використання природного освітлення допомагає зменшити потребу в штучному освітленні протягом дня, що знижує витрати на електроенергію і зменшує навантаження на систему освітлення.[29] Це є важливим елементом у

досягненні енергоефективності будівлі та зменшенні впливу на навколишнє середовище.

Недоліки та виклики природного освітлення

- Нерівномірність освітлення

Інтенсивність природного освітлення змінюється залежно від часу доби, погоди, пори року і розташування будівлі. Це може призводити до нерівномірного розподілу світла в приміщенні, що іноді потребує додаткового використання штучного освітлення.

- Проблема відблисків

Пряме сонячне світло може створювати відблиски на робочих поверхнях або екранах комп’ютерів, що викликає дискомфорт і напругу очей. Для вирішення цієї проблеми часто використовуються захисні фільтри, жалюзі або штори, які дозволяють регулювати інтенсивність світла.

- Температурний вплив

Інтенсивне природне освітлення може призвести до підвищення температури в приміщенні, особливо влітку. Це потребує додаткових витрат на кондиціонування повітря і регулювання температури. Архітектурні рішення, такі як тонування вікон або використання теплоізоляційного скла, можуть допомогти зменшити цей ефект.

- Обмеження доступу до природного світла

У великих офісах або промислових приміщеннях працівники можуть бути розташовані далеко від джерел природного освітлення. У таких випадках необхідно ретельно планувати розміщення робочих зон ближче до вікон або використовувати спеціальні світловоди для доставки природного світла вглиб приміщення.

Оптимізація природного освітлення

Щоб отримати максимальну користь від природного освітлення, важливо оптимально використовувати архітектурні і технічні рішення, які допоможуть збільшити доступність природного світла та мінімізувати його недоліки.

- Розташування та розмір вікон

Великий розмір вікон і їх розміщення з урахуванням орієнтації будівлі відносно сторін світу дозволяють максимально використовувати денне світло. Вікна, розташовані на південній або східній стороні, забезпечують більшу кількість світла вранці, тоді як західна сторона може давати багато світла в другій половині дня.

- Використання світловодів і світлових люків

Світловоди та світлові люки допомагають доставляти природне світло в глибину приміщення, особливо в будівлях з великими площами. Це дозволяє забезпечити освітлення навіть у віддалених від вікон зонах.

- Сонцезахисні системи

Сонцезахисні системи, такі як жалюзі, штори, зовнішні навіси, тонування скла або використання спеціального сонцезахисного скла, дозволяють регулювати інтенсивність світла. Вони допомагають уникати відблисків і знижують температуру в приміщенні влітку.

- Забезпечення зорового комфорту

Поєднання природного і штучного освітлення дозволяє підтримувати стабільний рівень освітленості незалежно від часу доби і погодних умов. Використання датчиків освітлення, які автоматично регулюють рівень штучного світла залежно від інтенсивності природного освітлення, забезпечує комфорт для очей і оптимальні умови для роботи.

Вимоги до природного освітлення згідно з нормативами

Згідно з нормативними документами, рівень природного освітлення має відповідати певним вимогам для різних типів приміщень:

Коефіцієнт природної освітленості (КПО) — це показник, що характеризує співвідношення між рівнем освітленості в приміщенні та рівнем освітленості на відкритому повітрі при денному світлі. КПО залежить від функціонального призначення приміщення і зазвичай варіюється від 0,5% до 3%.

Мінімальна площа засклення — нормативи визначають мінімальний розмір вікон відносно площі підлоги, щоб забезпечити належний рівень освітленості. У приміщеннях, де працюють люди, площа вікон має становити не менше 1/10 площі підлоги.[29]

Вплив природного освітлення на психологічний стан працівників

Природне освітлення не тільки сприяє фізичному комфорту, але й позитивно впливає на психологічний стан:

Зменшення стресу — дослідження показують, що доступ до природного світла допомагає знижувати рівень стресу і покращує загальний настрій працівників.

Покращення настрою — денне світло сприяє виробленню серотоніну, гормону, який підвищує настрій та почуття благополуччя.

Зменшення втоми — природне світло допомагає зберігати енергійність і активність протягом робочого дня, що знижує ризик швидкої втоми і вигорання.

Рекомендації щодо організації природного освітлення

- Розміщення робочих місць поблизу джерел природного світла

Працівники, розміщені біля вікон, отримують більше природного світла, що зменшує їхню залежність від штучного освітлення. Це особливо важливо для офісів і навчальних закладів, де люди проводять багато часу в приміщенні.

- Використання світлих оздоблювальних матеріалів

Світлі стіни і стелі сприяють відбиттю світла, що дозволяє розподілити природне освітлення більш рівномірно по всьому приміщенню.

- Регулювання інтенсивності за допомогою захисних засобів

Використання жалюзі, ролетів або штор дозволяє регулювати кількість світла, що потрапляє в приміщення, особливо в сонячні дні, щоб уникнути надмірної яскравості і відблисків.

- Поєднання з інтелектуальними системами управління освітленням

Використання датчиків, що реагують на зміну інтенсивності природного світла, дозволяє автоматично налаштовувати рівень штучного освітлення для підтримки оптимального рівня освітленості протягом дня.

Природне освітлення має суттєвий позитивний вплив на робоче середовище, забезпечуючи комфортне освітлення, що сприяє зоровому і психологічному благополуччю працівників. Використання природного світла дозволяє значно покращити умови праці, знизити енерговитрати та підвищити продуктивність. Водночас необхідно враховувати недоліки природного освітлення, такі як можливі відблиски та температурний вплив, і застосовувати архітектурні та технічні рішення для оптимізації природного світла в робочих приміщеннях.

2.7. Особливості освітлення робочих місць із використанням екранних пристроїв

Освітлення робочих місць з використанням екранних пристроїв (монітори комп’ютерів, ноутбуки, планшети) має велике значення для зорового комфорту, продуктивності та збереження здоров’я працівників. Погане освітлення на таких робочих місцях може призводити до відблисків, відображень на екранах, підвищеної зорової втоми, головного болю та зниження продуктивності. Тому для забезпечення комфортного освітлення при роботі з екранними пристроями слід дотримуватись певних вимог і правил.[30]

Вимоги до рівня освітленості

Для роботи з екранними пристроями рівень загальної освітленості має бути таким, щоб забезпечити зручну видимість клавіатури, документів та інших предметів на робочому місці, не спричиняючи при цьому відблисків на екрані.

Зазвичай рекомендований рівень освітленості становить 300-500 люкс для офісних приміщень.

Загальне освітлення має забезпечувати рівномірний рівень освітленості приміщення і не створювати різких контрастів між освітленими та затемненими зонами.

Локальне освітлення повинне бути таким, щоб не викликати відблисків на екрані монітора. Воно має додатково підсвічувати робочу поверхню, зокрема для читання документів або записів.

Контроль блиску та відблисків

Блиск та відблиски на екранах можуть викликати значний дискомфорт і призводять до напруження очей. Щоб мінімізувати ці проблеми, необхідно контролювати джерела світла та їхнє розташування:

- Розташування робочих місць

Екранні пристрої слід розміщувати так, щоб вони не були перпендикулярні до вікон або світильників. Найкраще розміщувати монітори під кутом 90° до джерел природного світла, що дозволяє уникнути прямих відблисків від сонця.

Якщо неможливо уникнути відблисків, слід використовувати жалюзі, ролети або спеціальні антиблікові штори, які дозволяють регулювати інтенсивність природного світла.

- Типи світильників і їх розташування

Найкраще використовувати розсіяне освітлення, яке рівномірно заповнює простір і зменшує кількість відблисків. Для цього часто використовують розсіювачі або матові світильники, які допомагають створювати м'яке освітлення без яскравих точок.

Локальне освітлення, наприклад, настільні лампи, повинні мати регульований напрямок і бути розташованими так, щоб світло не потрапляло прямо на екран, а освітлювало лише робочу поверхню.

- Антиблікові екрани та фільтри

Використання антиблікових екранів або фільтрів на моніторах допомагає зменшити відблиски. Антиблікові фільтри мають матову поверхню, яка знижує віддзеркалення та покращує видимість інформації на екрані.

Вимоги до кольорової температури та індексу передачі кольору (CRI)

Для роботи з екранними пристроями важливо обирати освітлення з оптимальною кольоровою температурою та високим індексом передачі кольору.

- Кольорова температура

Рекомендована кольорова температура для роботи з комп'ютером — 4000-5000 К, що відповідає нейтральному або холодному білому світлу. Така кольорова температура сприяє збереженню зосередженості, покращує видимість і знижує навантаження на очі.

Занадто тепле світло (менше 3500 К) може викликати сонливість і знижувати продуктивність, тоді як надмірно холодне світло (більше 6000 К) може спричиняти втому очей.

- Індекс передачі кольору (CRI)

Для офісних приміщень, де використовуються екранні пристрої, індекс передачі кольору CRI повинен бути не менше 80, що забезпечує природне сприйняття кольорів і комфортні умови для роботи.

Високий CRI (понад 90) особливо важливий для працівників, які працюють із графікою, дизайном або іншими завданнями, де точна передача кольорів є критичною.

Регулювання яскравості та пульсацій освітлення

Яскравість світла має бути налаштована так, щоб забезпечувати достатній рівень освітленості, але при цьому не перевантажувати очі. Крім того, важливо мінімізувати мерехтіння або пульсації світла, які можуть негативно вплинути на зоровий комфорт.

- Регулювання яскравості освітлення

Рекомендовано використовувати регульовані світильники або системи управління освітленням, які дозволяють змінювати рівень освітленості залежно

від інтенсивності природного світла або особистих уподобань працівників. Це особливо важливо у відкритих офісах, де різні працівники можуть мати різні потреби в освітленості.

- Коефіцієнт пульсації

Освітлення з високою пульсацією (мерехтінням) може викликати швидку втому очей і головний біль, особливо при тривалому використанні екранних пристроїв. Для робочих місць з моніторами коефіцієнт пульсації повинен бути якнайменшим, оптимально — менше 5%.

Світлодіодні лампи з високоякісними драйверами забезпечують стабільне світло без мерехтіння, тому їх рекомендується використовувати для роботи з екранними пристроями.[31]

Оптимальне поєднання природного та штучного освітлення

Для забезпечення комфортного освітлення на робочих місцях з екранними пристроями важливо поєднувати природне та штучне освітлення, що допомагає підтримувати постійний рівень освітленості протягом дня:

- Використання природного світла

Природне світло є найкомфортнішим для зору, тому робочі місця з екранними пристроями бажано розташовувати поблизу вікон. Однак важливо уникати прямих сонячних променів, які можуть створювати відблиски на екранах. Для цього використовують жалюзі, ролетні системи або тоноване скло, які дозволяють регулювати кількість світла.

- Регулювання штучного освітлення

Сучасні системи автоматичного освітлення з датчиками яскравості дозволяють регулювати інтенсивність штучного світла в залежності від інтенсивності природного освітлення. Це допомагає підтримувати оптимальний рівень освітленості без надмірного навантаження на зір.

Ергономічні рекомендації щодо освітлення робочих місць із екранними пристроями

- Розташування монітора

Монітор слід розташовувати так, щоб кут падіння світла не спричиняв відблисків. Рекомендується встановлювати монітор під кутом 90° до джерел світла і на відстані 50-70 см від очей, щоб уникнути перевантаження зору.

- Регулювання положення світильників

Настільні лампи та інші джерела локального освітлення повинні мати гнучкі кронштейни для налаштування напрямку світла. Світло має бути спрямоване на робочу поверхню, а не на екран, щоб уникати відблисків і тіней.

- Використання якісних світильників

Лампи та світильники для роботи з екранними пристроями повинні бути високої якості, з хорошим CRI і низьким рівнем пульсації. Світлодіодні світильники з регульованою яскравістю та температурою кольору особливо підходять для таких робочих місць.

- Періодичний відпочинок для очей

Робота з екранними пристроями вимагає регулярного відпочинку для зору. Рекомендується правило «20-20-20»: кожні 20 хвилин дивитися на об’єкт, що знаходиться на відстані 20 футів (6 метрів) протягом 20 секунд. Це допомагає зменшити навантаження на очі і покращити загальний комфорт.

Правильно організоване освітлення для робочих місць з екранними пристроями має велике значення для зорового комфорту і продуктивності працівників. Важливо враховувати рівень освітленості, розташування джерел світла, кольорову температуру, індекс передачі кольору та мінімізацію відблисків. Поєднання природного і штучного освітлення, а також дотримання ергономічних вимог допомагає створити оптимальні умови для роботи з комп'ютером, що сприяє зниженню зорової втоми, підвищенню ефективності і покращенню самопочуття працівників.[32]

Висновок до розділу 2. Аналіз вимог до освітлення робочого середовища

У розділі було проаналізовано основні вимоги до освітлення робочого середовища, що базуються на нормативних документах, дослідженнях впливу освітлення на продуктивність і здоров’я працівників, а також рекомендаціях з організації освітлення на робочих місцях.

Дослідження нормативних документів, таких як ДБН, СНиП, ISO та інші стандарти, показало, що рівень освітленості, коефіцієнт пульсації, кольорова температура та інші параметри освітлення мають важливе значення для забезпечення комфортних та безпечних умов праці.

Виконання нормативів допомагає уникнути зорової втоми, зниження продуктивності та сприяє створенню комфортних умов для роботи.

Рівень освітленості необхідно підбирати залежно від характеру роботи: прості та стандартні роботи вимагають освітленості 300–500 люкс, точні роботи — 750–1000 люкс, а високоточні та лабораторні роботи — понад 1000 люкс.

Забезпечення належного рівня освітленості для різних видів робіт дозволяє мінімізувати ризик помилок, підвищити якість виконання завдань і знизити втому.

Існують різні типи освітлення (пряме, розсіяне, комбіноване, аварійне, охоронне, чергове), і кожен з них має своє специфічне призначення та вплив на робоче середовище. Для більшості робочих місць найкращим вибором є комбіноване освітлення, яке поєднує загальне та локальне освітлення.

Правильне розташування джерел світла, вибір відповідного типу освітлення та його інтенсивності сприяє створенню безпечного, комфортного і продуктивного робочого середовища.

Кольорова температура і індекс передачі кольору (CRI) є критичними параметрами, що впливають на зоровий комфорт та психологічний стан працівників. Нейтральне біле світло (4000–5000 К) з CRI не менше 80 є оптимальним для більшості робочих місць.

Вибір кольорової температури та високий CRI забезпечують точне сприйняття кольорів, комфортне середовище для зору та підвищену продуктивність працівників.

Природне освітлення позитивно впливає на здоров’я, продуктивність і настрій працівників, підтримуючи природні біоритми та знижуючи рівень стресу. Однак, необхідно враховувати зміну інтенсивності природного світла протягом дня та можливість відблисків.

Оптимізація природного освітлення шляхом архітектурних рішень, використання світловодів і систем захисту від сонця дозволяє отримати максимальну користь від природного світла, зберігаючи комфорт і безпеку праці.

Робочі місця з екранними пристроями потребують особливого підходу до освітлення, щоб уникнути блиску, відблисків і зорової втоми. Для цього важливо правильно розташовувати монітори, вибирати джерела розсіяного світла і контролювати рівень пульсацій.

Встановлення антиблікових фільтрів, використання світильників з регульованою яскравістю та кольоровою температурою дозволяють забезпечити комфортну роботу з екранними пристроями, мінімізуючи навантаження на зір.

Аналіз вимог до освітлення робочого середовища показує, що якісне освітлення є важливим елементом для створення комфортних і безпечних умов праці. Дотримання нормативів, правильний вибір типу освітлення, кольорової температури, рівня освітленості, а також забезпечення зручних умов для роботи з екранними пристроями сприяють збереженню здоров'я працівників, підвищенню їхньої продуктивності та зниженню ризиків втоми і стресу. Оптимальне освітлення робочого середовища стає не лише необхідною умовою для ефективної роботи, але і важливим фактором, що впливає на загальний стан здоров’я та задоволеність працівників роботою.

3 ЕМПІРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ОСВІТЛЕННЯ У ФОРМУВАННІ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ

3.1 Адаптація норм освітлення до реальних експлуатаційних умов

Розглянемо принципи і методи адаптації норм проектування освітлення до реальних умовах експлуатації, а також наведмо приклади рішень, які дозволяють ефективно вирішувати всі завдання.

Реальні експлуатаційні умови часто вносять корективи в застосування норм. Зміни кліматичних умов, особливості архітектури, специфіка діяльності користувачів чи ресурсні обмеження можуть впливати на ефективність стандартного підходу. Тому адаптація норм проектування освітлення до конкретних експлуатаційних умов є ключовим завданням для забезпечення оптимального поєднання функціональності, економічності та екологічності.

В часному випадку ми будемо розглядати архітектурний об’єкт (шкільний заклад) «HELO SCHOOL» за адресою вулиця Володимира Моссаковського, 7, Дніпро, Дніпропетровська область. Освітлювальну частину якого було виконано за розрахунками виконаними наступними.

Підготовчий етап

Першим етапом у проведенні розрахунку є підготовчий.

Визначення мети розрахунку:

- Побудова навчального закладу (молодшої школи)

Вибір типу приміщення :

- Навчальний заклад.

Встановлення норм освітленості відповідно до ДБН, EN:

- У наступниїх розрахунках будемо керуватись нормами та стандартами закладеними в ДСТУ EN 12464-1:2016

Збір вихідних даних:

Розміри приміщення (довжина, ширина, висота).

- Надаються Архітектором проєкту

Характеристики поверхонь (коефіцієнти відбиття стін, підлоги, стелі).

- Надаються дизайнером проєкту

Джерела денного світла.

- Надаються Архітектором проєкту

Розробка моделі приміщення в AutoCAD

Створюємо 2D-план приміщення з нанесенням розташування стін, дверей, вікон та інших елементів.

Перевіряємо точності геометрії перед експортом у формат .DWG/.DXF.

Утворену схему показано на (рис. 3.1)

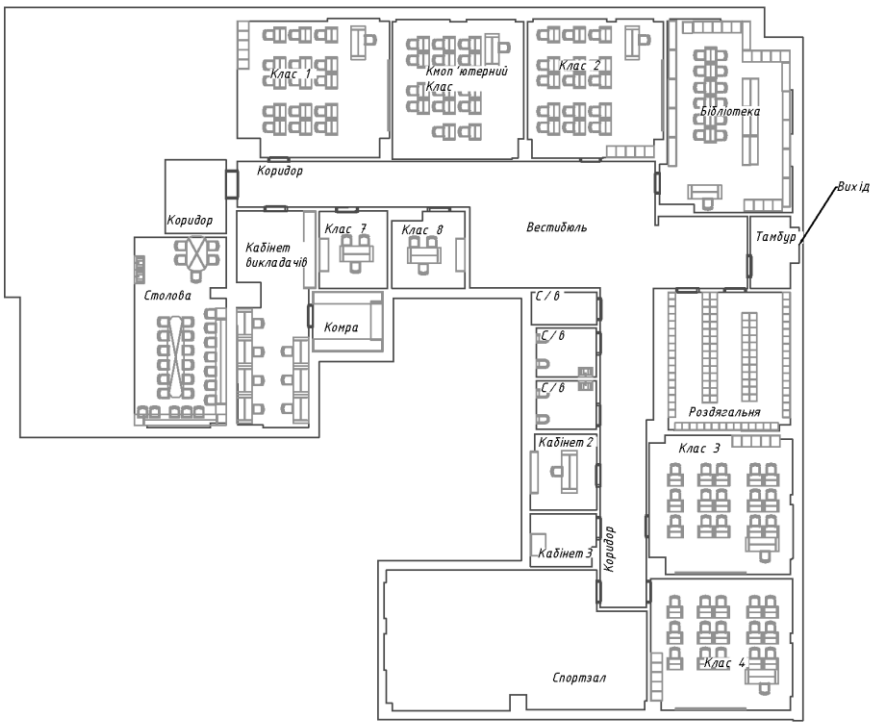


Рисунок 3.1 – План школи

3.2 Побудова моделі освітлення в DIALux

- Відкриваємо програму DIALux EVO.

- Створюємо новий проект.
- Вибираємо тип середовища (в нашому випадку інтер'єр).
- Імпорт плану приміщення (рис. 3.1) з AutoCAD:
    - Переходимо до вкладки "Імпорт планів".
    - Завантажуємо файл у форматі .DWG або .DXF.
    - Налаштовуєм масштаб креслення та вирівнювання.
    - Видаляємо зайві елементи креслення, які не стосуються моделі.
- Створюємо геометрії приміщень
- Вводимо характеристики приміщень:
    - Задаємо коефіцієнти відбиття для поверхонь:
        - Стеля (в нашому випадку 0,8).
        - Стіни (в нашому випадку 0,5).
        - Підлога (в нашому випадку 0,2).
- Визначаємо зони розрахунку:
    - Робочі поверхні (столи, підлога, дошка).
    - Області огляду (загальне освітлення).
- Вибір та розташування світильників:
    - У меню "Бібліотека" вибераємо світильники.
    - Завантажуємо світлотехнічні файли (IES, LDT) від виробників (Philips).
    - Вибираємо відповідний тип світильника (LED).
    - Розташувати світильники (вручну):
        - Перетягуємо світильники в потрібні точки моделі.
- Налаштовуємо параметри кожного світильника:
    - Висоту підвісу.
    - Кут нахилу світла.
    - Інтенсивність світлового потоку.
    - Налаштування джерел денного світла
- Додаємо вікна.

- Вказуємо напрямок денного світла, час доби та погодні умови (вкладка "Денне освітлення").
- Налаштовуємо умови розрахунку
  - Вказуємо стандарт, відповідно до якого буде виконуватись розрахунок (EN 12464-1).

Так як в розрахунках керуємось нормами та стандартами закладеними в ДСТУ EN 12464-1:2016 ствоюємо таблицю з ключовими приміщеннями та параметрами керуючись пунктом (5.36 Заклади освіти. Навчальні заклади) Табл 3.1:

Таблиця 3.1 – **Норми освітлення**

Кімната	Lx min	UGR	Uo	Ra
Клас	500	19	0.60	80
Вестибюль	200	22	0.40	80
Коридор	100	25	0.40	80
Кабінет викладачів	300	19	0.60	80
Туалет	200	25	0.60	80
Їдальня	200	22	0.60	80
Спортивна зала	300	22	0.60	80
Бібліотека	500	19	0.60	80
Комп'ютерний клас	300	19	0.60	80
Комора	100	25	0.40	80
Роздягальня	200	25	0.40	80

- Задаємо цільові параметри (Кожне приміщення задаємо індивідуально) :
  - Рівень освітленості (лк).
  - Однорідність освітлення.
  - Обмеження засліплення (UGR).
- Вмикаємо 3D-режим перегляду, щоб оцінити розташування світильників.
- Перевіряємо наявність затінених зон чи зон з недостатньою освітленістю.

- Запускаємо розрахунк освітлення.
  - Натиснути кнопку "Розрахунок" у верхньому меню.
  - Дочекатися завершення обчислень (час розрахунку залежить від складності моделі).
- Генеруємо звіти та експортуємо дані даних

Створюємо PDF-звіт із докладною інформацією про модель, результати розрахунків та специфікацію обладнання.

- Створюємо звіт з DIALux із детальним описом:
  - Рівні освітленості.
  - Типи використаних світильників.
  - Графіки розподілу освітленості.
  - Порівняння отриманих даних із нормами (ДБН В.2.5-28, EN 12464-1, CIE).

Розрахунок освітлення в середовищі DIALux

Розрахунок освітлення в приміщенні «Клас»

Метою розрахунку освітлення для приміщення «Клас» є створення оптимальної системи освітлення, яка забезпечить необхідний рівень освітленості (не менше 500 лк на робочій поверхні), однорідність світлорозподілу та відповідність нормам засліплення (UGR ≤ 19).

Виконуємо розрахунок «Класу» відповідно до описаної вище послідовності дій:

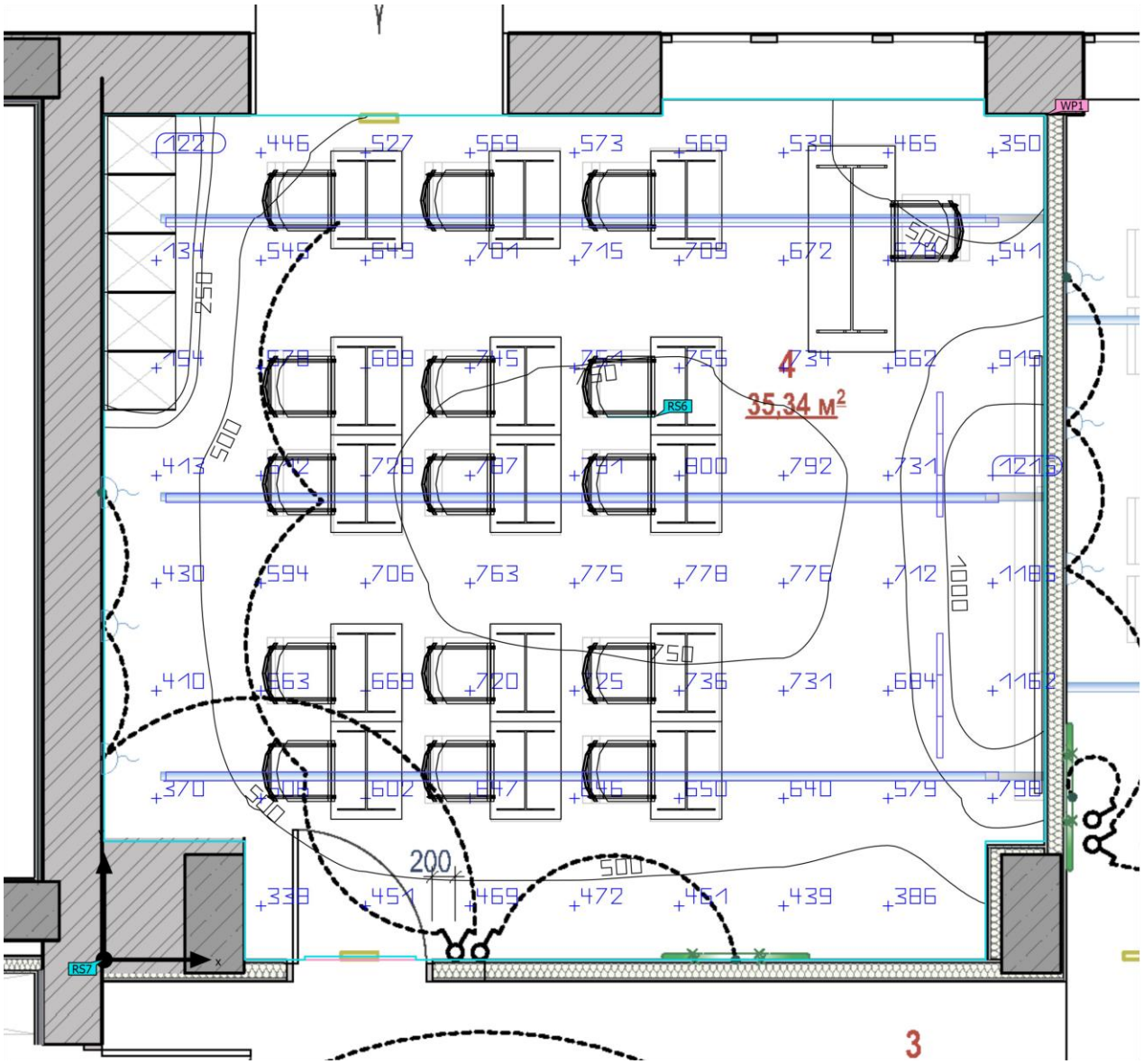


Рисунок 3.2 – Розрахункова площина в приміщенні «Клас»

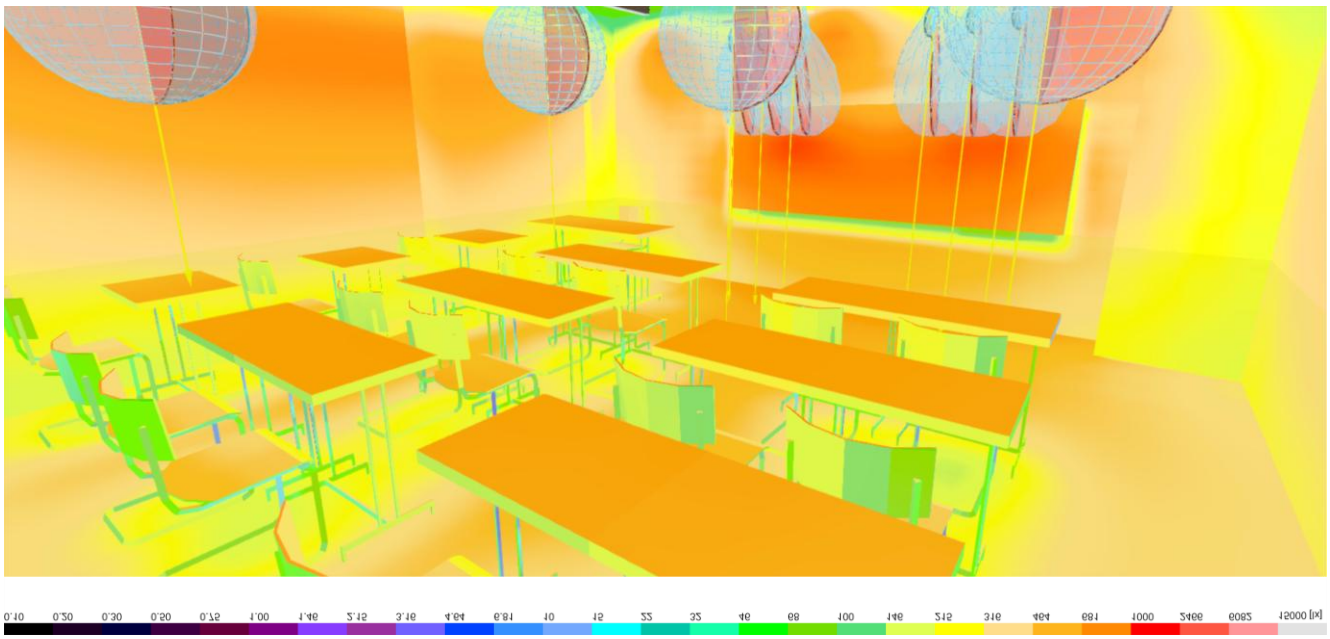


Рисунок 3.3 – Освітленість в приміщенні «Клас» [lx]

Таблиця 3.2 – Параметри приміщення «Клас»

Площа землі		35.35 m²
Коефіцієнти відбивання	Стеля	10.0 %,
	Стіни	10.0 %,
	Підлога	10.0 %,
Коефіцієнт експлуатації		0.80
Висота проміжку до стелі		2.800
Висота встановлення		2.500
Висота робочої площини		0.800
Відступ від стіни робочої площини		0.000

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку освітленості «Клас»

Результат	Розмір	Розраховано	Задано	Перевірка
Робоча площина	Ē	626 lx	≥ 500 lx	✓
	g1	0.69	≥ 0.60	✓
Параметри споживання	Споживання	492 kWh/a	макс. 1000 kWh/a	✓
Питома споживана потужність	Приміщення	10.87 W/m²	-	-
		1.67 W/m²/100 lx	-	-

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку яскравості «Клас»

Властивості	φ	мін	макс	$U_o(g_i)$	мін/макс	Позначення
Яскравість	11,1 cd/m²	0,73 cd/m²	28,4 cd/m²	0,066	0,026	RS1

Освітлення в приміщенні "Клас" відповідає нормативним вимогам за рівнем освітленості (середня освітленість — 620 лк, рівномірність — 0.69).

- Базується на прямокутному просторі 6.350 m x 5.810 m та SHR 0.25.
- Розраховано з використанням DIN:18599-4.

Профіль користування: Навчальні приміщення - Навчальні будівлі (5.36.1 Класні кімнати, навчальні кабінети)

Виконуємо розрахунок приміщення «Бібліотека» відповідно до описаної вище послідовності дій:

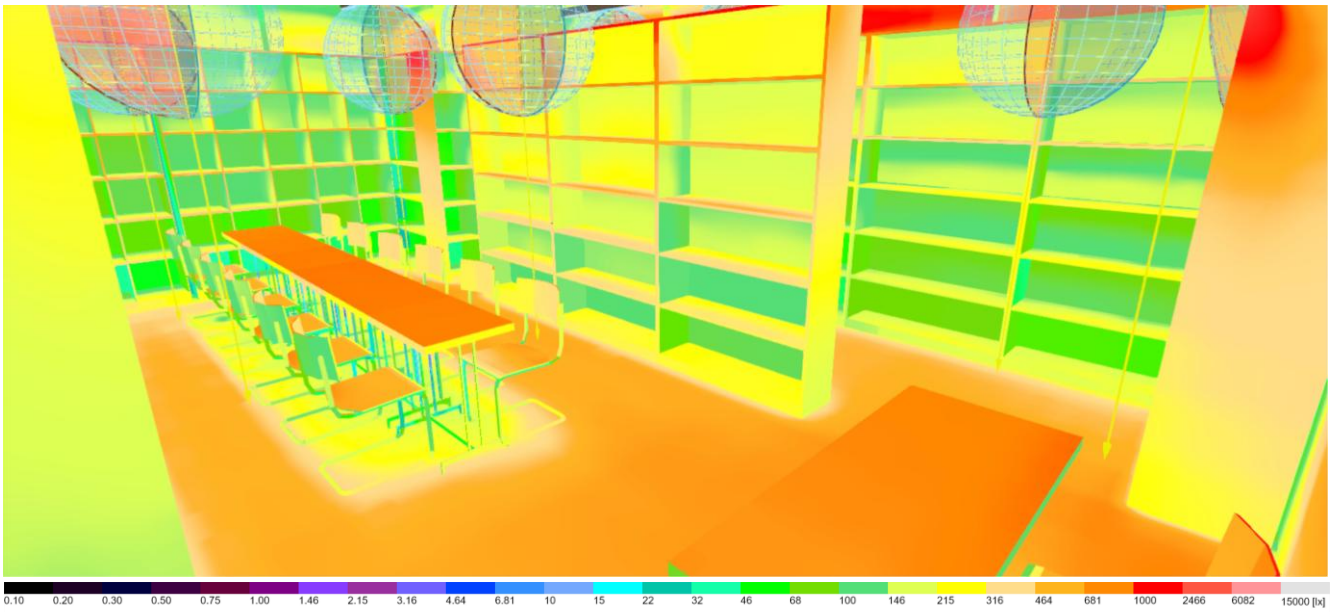


Рисунок 3.4 – Освітленість в приміщенні «Бібліотека» [lx]

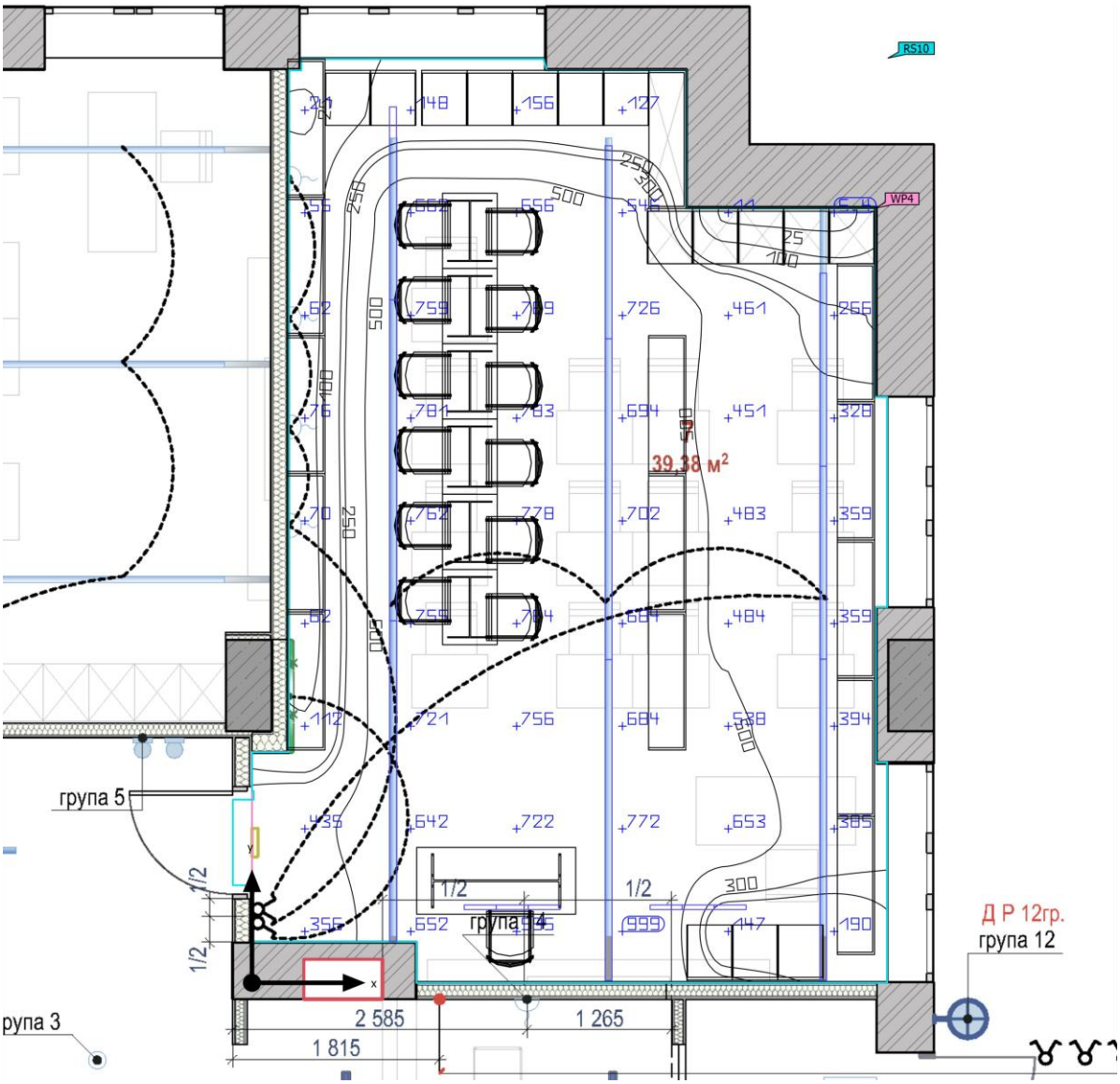


Рисунок 3.5 –Розрахункова площина в приміщенні «Бібліотека»

Таблиця 3.5 – Параметри приміщення «Бібліотека»

Площа землі		39.75 м²
Коефіцієнти відбивання	Стеля	10.0 %,
	Стіни	10.0 %,
	Підлога	10.0 %,
Коефіцієнт експлуатації		0.80
Висота проміжку до стелі		2.800
Висота встановлення		2.500
Висота робочої площини		0.800
Відступ від стіни робочої площини		0.000

Таблиця 3.6 – Результати розрахунку освітленості «Бібліотека»

Результат	Розмір	Розраховано	Задано	Перевірка
Робоча площина	Ē	580 lx	≥ 500 lx	✓
	g1	0.61	≥ 0.60	✓
Параметри споживання	Споживання	1743 kWh/a	макс. 2000 kWh/a	✓
Питома споживана потужність	Приміщення	12.89 W/m²	-	-
		2.54 W/m²/100 lx	-	-

Таблиця 3.7 – Результати розрахунку яскравості «Бібліотека»

Властивості	φ	мін	макс	Uo (g1)	мін/макс	Позначення
Яскравість	9,96 cd/m²	0,3 cd/m²	25,6 cd/m²	0,034	0,012	RS2

Освітлення в приміщенні "Бібліотека" відповідає нормативним вимогам за рівнем освітленості (середня освітленість — 580 лк, рівномірність — 0.61). Використання енергоефективних LED-світильників забезпечує економію енергоресурсів. Для поліпшення комфортності освітлення рекомендується встановити антивідблискові решітки на світильники для зменшення показника осліплення.

Виконуємо розрахунок приміщення «Вестибюль» відповідно до описаної вище послідовності дій:

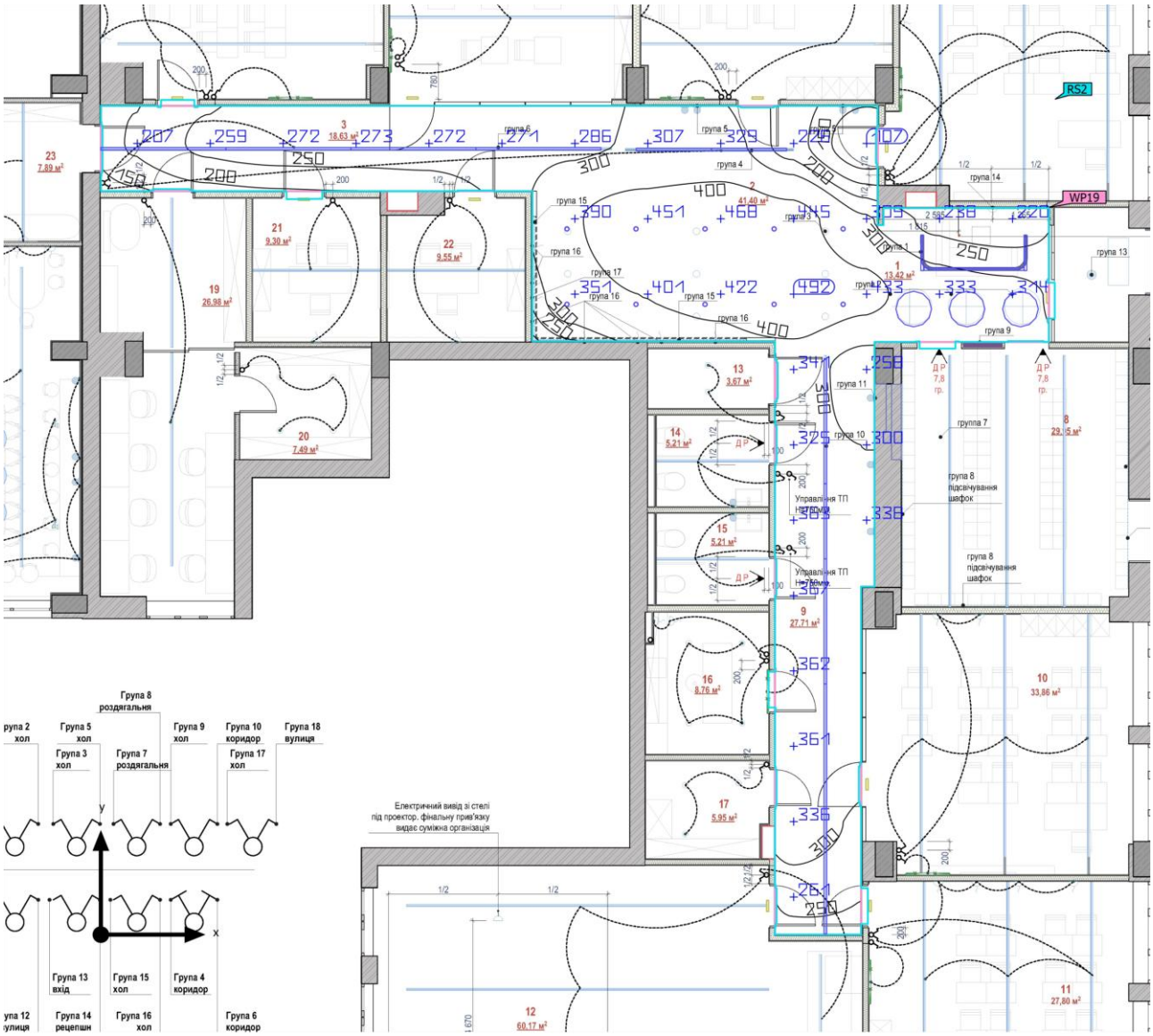


Рисунок 3.6 – Розрахункова площина в приміщенні «Вестибюль»

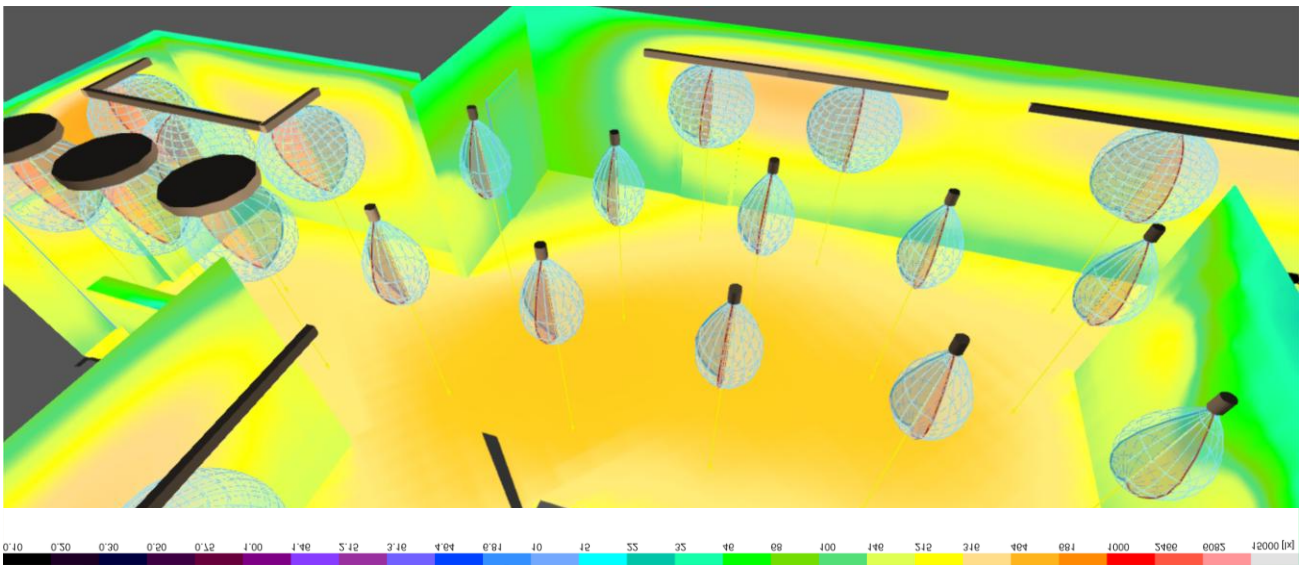


Рисунок 3.7 – Освітленість в приміщенні «Вестибюль» [lx]

Таблиця 3.8 – Параметри приміщення «Вестибюль»

Площа землі		98.76 m²
Коефіцієнти відбивання	Стеля	10.0 %,
	Стіни	10.0 %,
	Підлога	10.0 %,
Коефіцієнт експлуатації		0.80
Висота проміжку до стелі		2.800
Висота встановлення		2.800
Висота робочої площини		0.800
Відступ від стіни робочої площини		0.000

Таблиця 3.9 – Результати розрахунку освітленості «Вестибюль»

Результат	Розмір	Розраховано	Задано	Перевірка
Робоча площина	Ē	325 lx	≥ 100 lx	✓
	g1	0.41	≥ 40	✓
Параметри споживання	Споживання	724 kWh/a	макс. 1500 kWh/a	✓
Питома споживана потужність	Приміщення	7.44 W/m²	-	-
		2.29 W/m²/100 lx	-	-

Таблиця 3.10 – Результати розрахунку яскравості «Вестибюль»

Властивості	φ	мін	макс	Uo (g1)	мін/макс	Позначення
Яскравість	10,3 cd/m²	2,06 cd/m²	16,4 cd/m²	0,20	0,36	RS3

Освітлення в приміщенні "Вестибюль" відповідає нормативним вимогам за рівнем освітленості (середня освітленість — 320 лк, рівномірність — 0.41).

- Базується на SHR 0.25.
- Розраховано з використанням DIN:18599-4.

Профіль користування: Навчальні приміщення - Навчальні будівлі (5.36.17 Циркулярні зони. коридори)

Виконуємо розрахунок приміщення «Їдальня» відповідно до описаної вище послідовності дій:

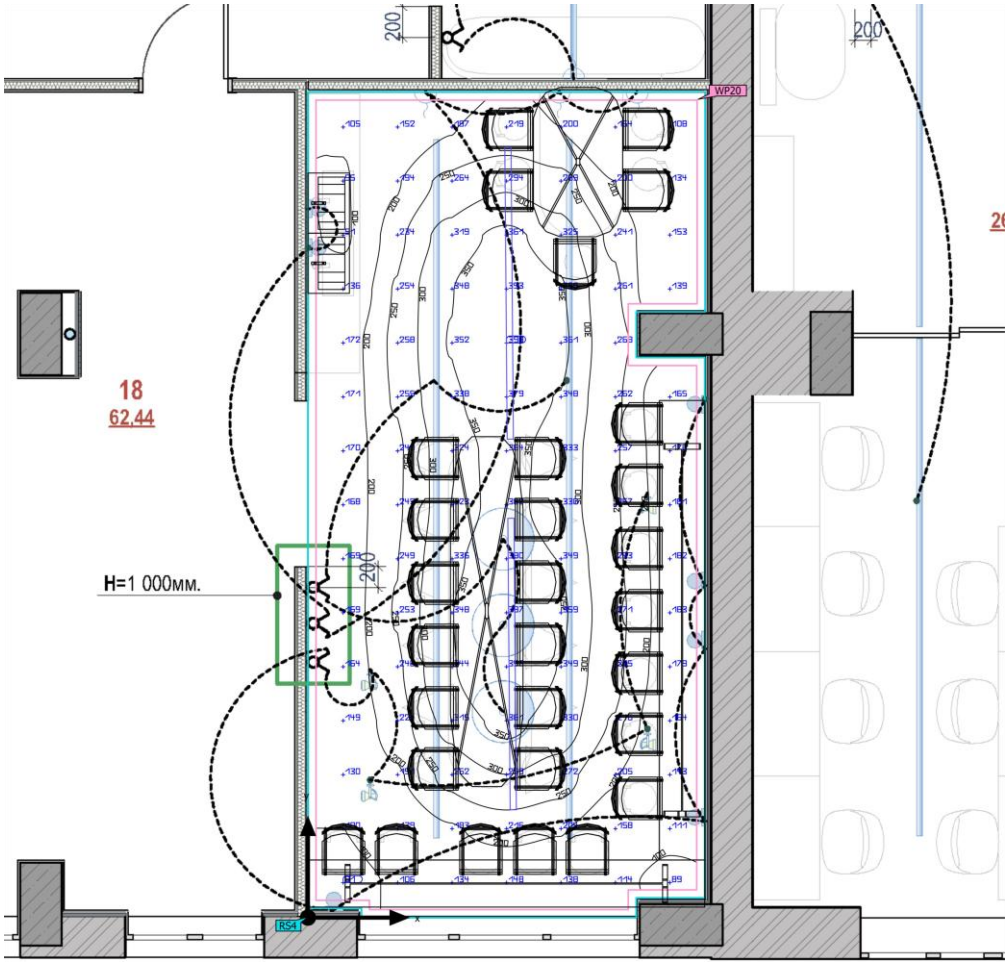


Рисунок 3.8 – Робоча площина в приміщенні «їдальня»

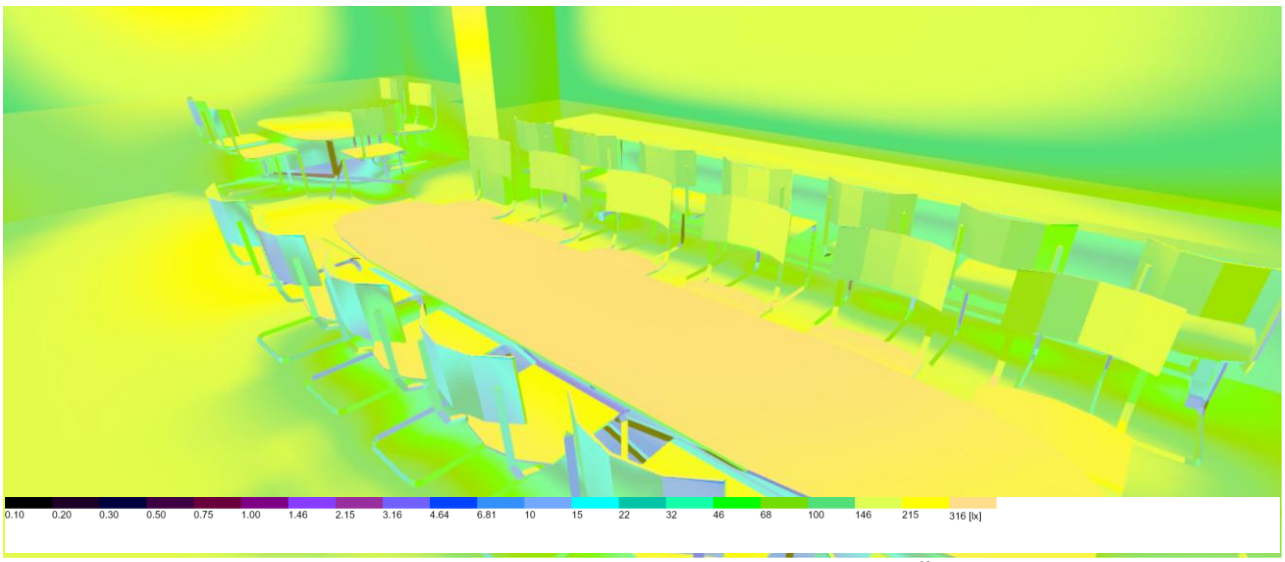


Рисунок 3.9 – Освітленість в приміщенні «Їдальня» [lx]

Таблиця 3.11 – Параметри приміщення «Їдальня»

Площа землі		30.00 m²
Коефіцієнти відбивання	Стеля	10.0 %,
	Стіни	10.0 %,
	Підлога	10.0 %,
Коефіцієнт експлуатації		0.80
Висота проміжку до стелі		2.800
Висота встановлення		2.800
Висота робочої площини		0.800
Відступ від стіни робочої площини		0.077

Таблиця 3.12 – Результати розрахунку освітленості «Їдальня»

Результат	Розмір	Розраховано	Задано	Перевірка
Робоча площина	Ē	238 lx	≥ 200 lx	✓
	g1	0.44	≥0.40	✓
Параметри споживання	Споживання	200 kWh/a	макс. 750 kWh/a	✓
Питома споживана потужність	Приміщення	3.87 W/m²	-	-
		1.63 W/m²/100 lx	-	-

Таблиця 3.13 – Результати розрахунку яскравості «Їдальня»

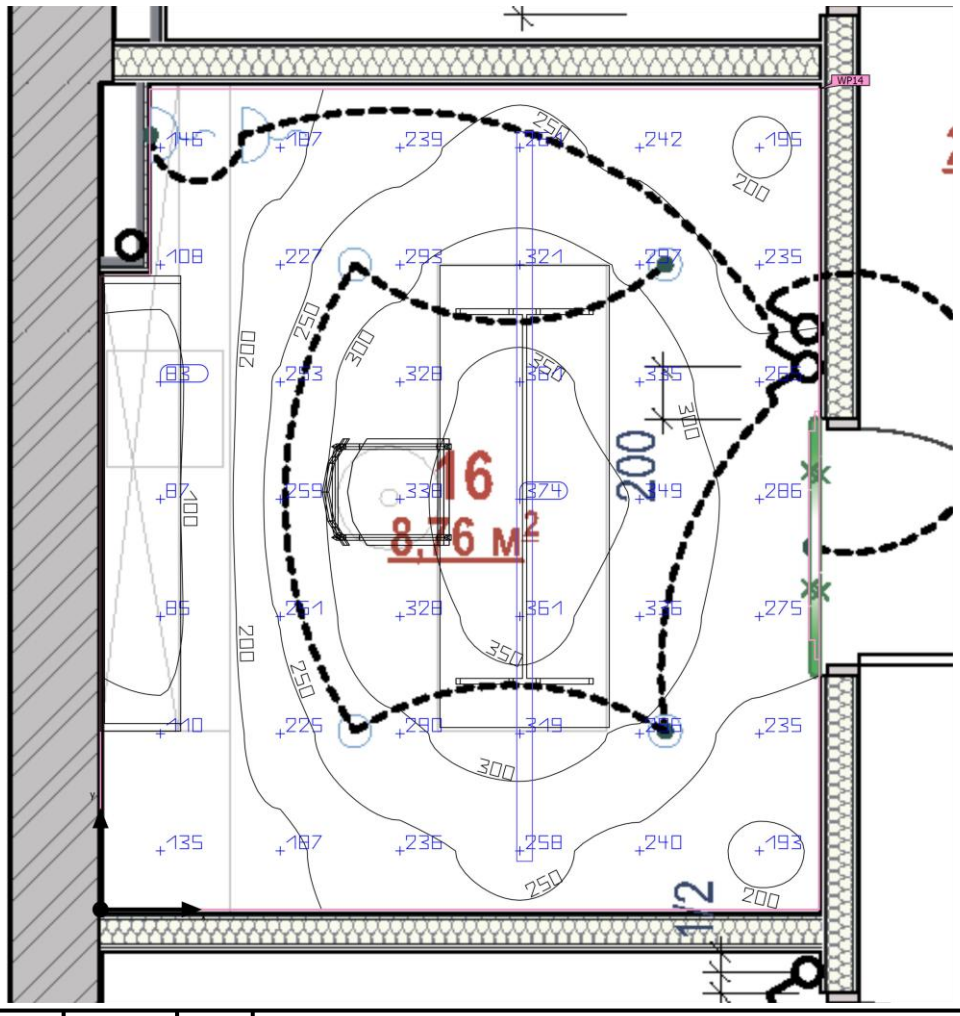
Властивості	ф	мін	макс	$U_0(g_1)$	мін/макс	Позначення
Яскравість	3,58 cd/m²	0,24 cd/m²	8,04 cd/m²	0,067	0,030	RS4

Освітлення в приміщенні "Їдальня" відповідає нормативним вимогам за рівнем освітленості (середня освітленість — 230 лк, рівномірність — 0.44).

- Базується на прямокутному просторі 7.959 m x 3.830 m та SHR 0.25.
- Розраховано з використанням DIN:18599-4.

Профіль користування: Навчальні приміщення - Навчальні будівлі (5.36.25 Шкільні їдальні)

Виконуємо розрахунок приміщення «Кабінет» відповідно до описаної вище послідовності дій:



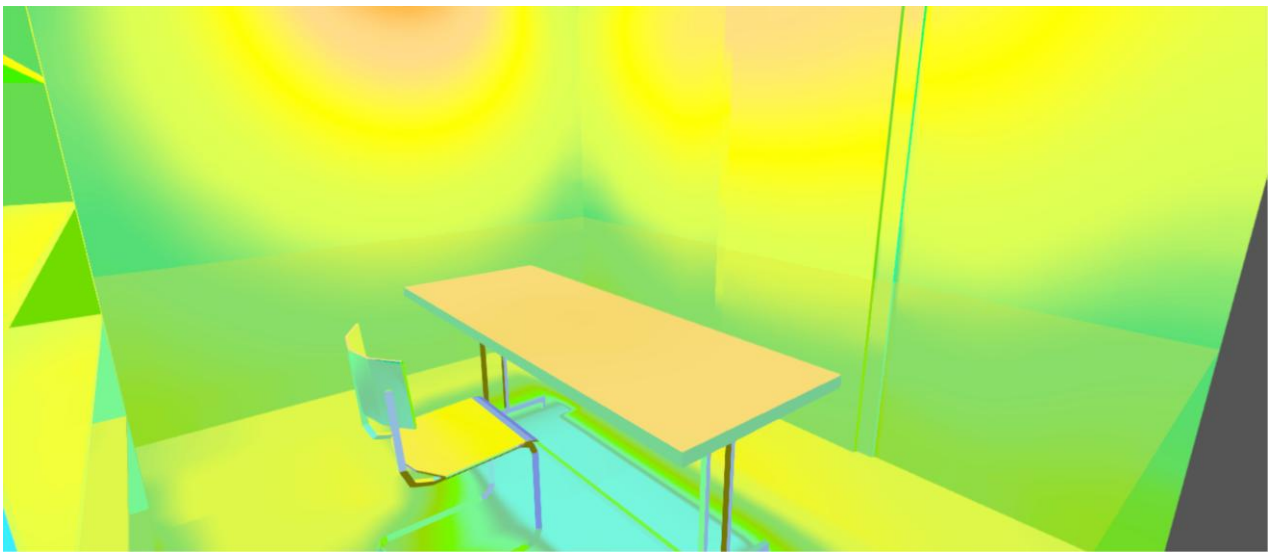


Рисунок 3.10 – Розрахункова площина в приміщенні «Кабінет»

Рисунок 3.11 – Освітленість в приміщенні «Кабінет» [lx]

Таблиця 3.14 – Параметри приміщення «Кабінет»

Площа землі		8.62 m²
Коефіцієнти відбивання	Стеля	10.0 %,
	Стіни	10.0 %,
	Підлога	10.0 %,
Коефіцієнт експлуатації		0.80
Висота проміжку до стелі		2.800
Висота встановлення		2.500
Висота робочої площини		0.800
Відступ від стіни робочої площини		0.000

Таблиця 3.15 – Результати розрахунку освітленості «Кабінет»

Результат	Розмір	Розраховано	Задано	Перевірка
Робоча площина	Ē	548 lx	≥ 500 lx	✓

	g1	0.64	≥ 0.60	✓
Параметри споживання	Споживання	144 kWh/a	макс. 500 kWh/a	✓
Питома споживана потужність	Приміщення	6.73 W/m²	-	-
		2.71 W/m²/100 lx	-	-

Таблиця 3.16 – Результати розрахунку яскравості «Кабінет»

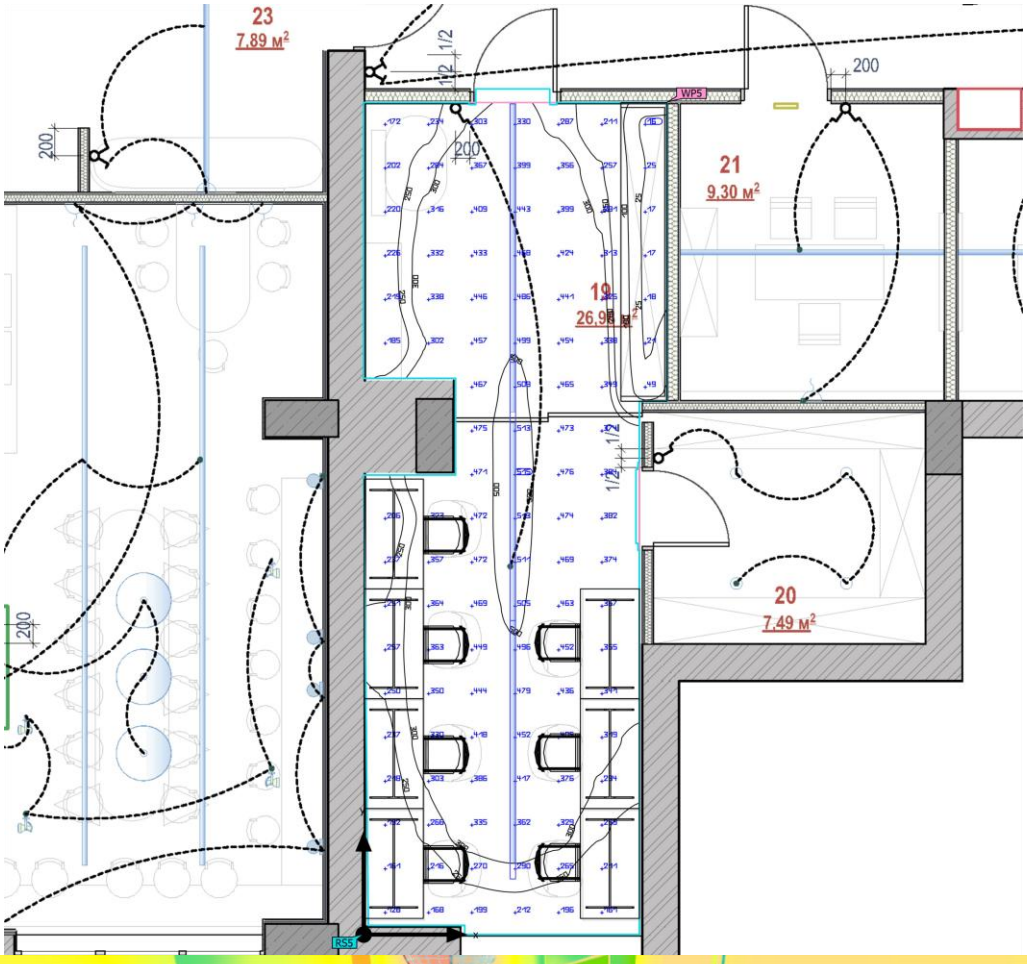
Властивості	φ	мін	макс	Uo (g1)	мін/макс	Позначення
Яскравість	11,1 cd/m²	0,73 cd/m²	28,4 cd/m²	0,066	0,026	RS7

Освітлення в приміщенні "Кабінет" відповідає нормативним вимогам за рівнем освітленості (середня освітленість — 540 лк, рівномірність — 0.64).

- Базується на прямокутному просторі 2.770 m x 3.160 m та SHR 0.25.
- Розраховано з використанням DIN:18599-4.

Профіль користування: Навчальні приміщення - Навчальні будівлі (5.26.2 Стандарт (офісний))

Виконуємо розрахунок приміщення «Кабінет викладачів» відповідно до описаної вище послідовності дій:



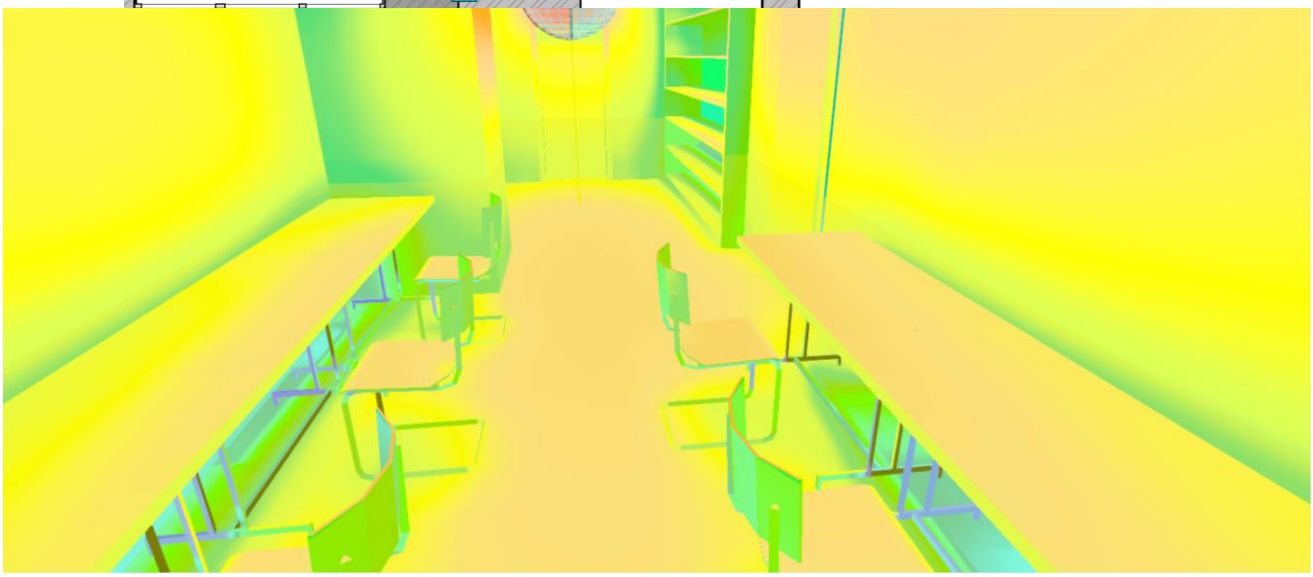


Рисунок 3.12 – Розрахункова площина в приміщенні «Кабінет викладачів»

Рисунок 3.13 – Освітленість в приміщенні «Кабінет викладачів» [lx]

Таблиця 3.17 – Параметри приміщення «Кабінет викладачів»

Площа землі		26.84 m²
Коефіцієнти відбивання	Стеля	10.0 %,
	Стіни	10.0 %,
	Підлога	10.0 %,
Коефіцієнт експлуатації		0.80
Висота проміжку до стелі		2.800
Висота встановлення		2.500
Висота робочої площини		0.800
Відступ від стіни робочої площини		0.000

Таблиця 3.18 – Результати розрахунку освітленості «Кабінет викладачів»

Результат	Розмір	Розраховано	Задано	Перевірка
Робоча площина	Ē	331 lx	≥ 300 lx	✓
	g1	0.61	≥ 0.60	✓
Параметри споживання	Споживання	335 kWh/a	макс. 750 kWh/a	✓
Питома споживана потужність	Приміщення	6.48 W/m²	-	-
		1.96 W/m²/100 lx	-	-

Таблиця 3.19 – Результати розрахунку яскравості «Кабінет викладачів»

Властивості	ф	мін	макс	$U_0(g_1)$	мін/макс	Позначення
Яскравість	11,1 cd/m²	0,73 cd/m²	28,4 cd/m²	0,066	0,026	RS7

Освітлення в приміщенні "кабінет викладачів" відповідає нормативним вимогам за рівнем освітленості (середня освітленість — 330 лк, рівномірність — 0.61).

- Базується на прямокутному просторі 3.300 m x 9.050 m та SHR 0.25.
- Розраховано з використанням DIN:18599-4.

Профіль користування: Навчальні приміщення - Навчальні будівлі (5.36.20 Кімнати для вчителів)

Виконуємо розрахунок приміщення «Комірка» відповідно до описаної вище послідовності дій:

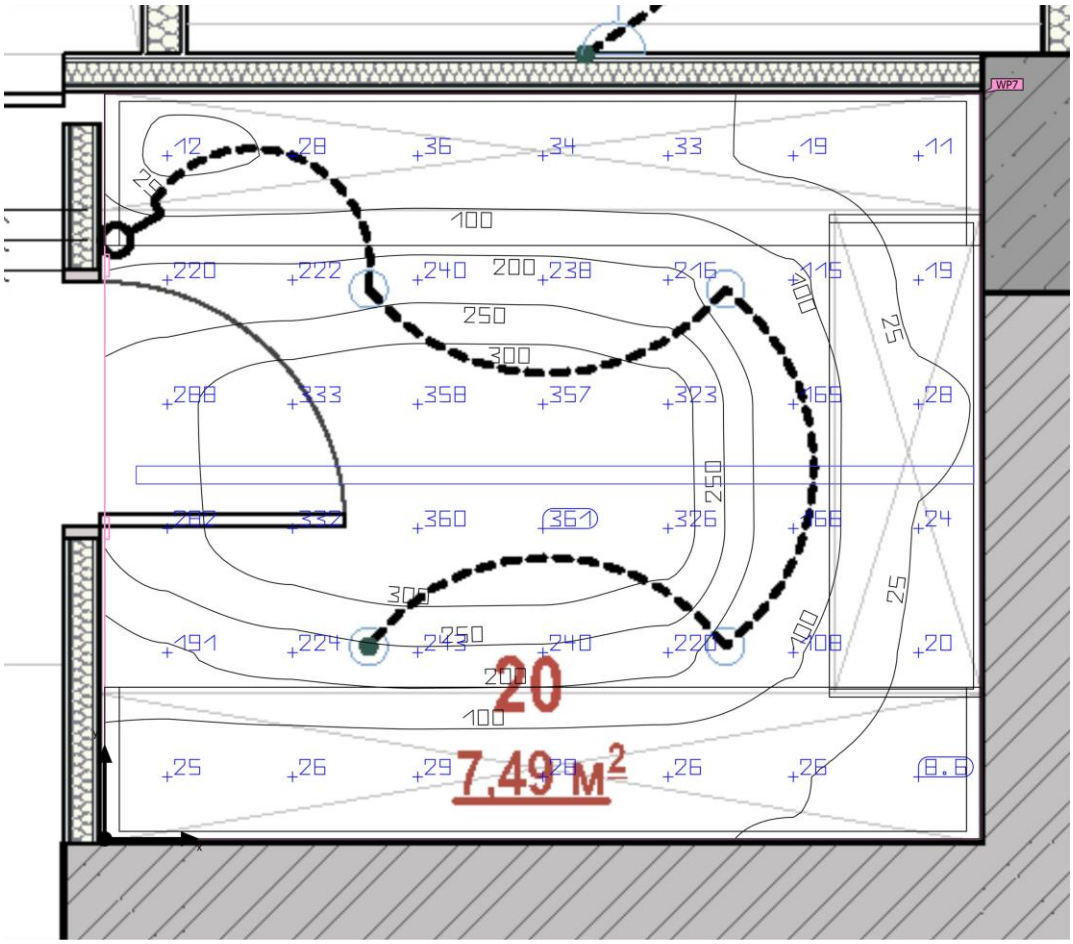
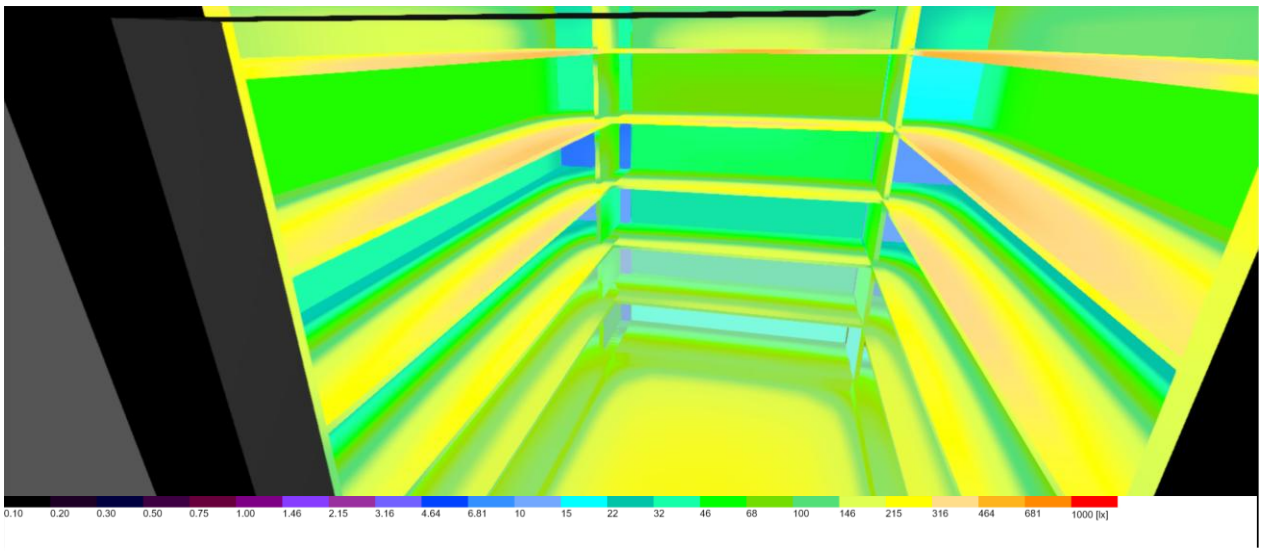


Рисунок 3.14 – Розрахункова площина в приміщенні «Комірка»

Рисунок 3.15 – Освітленість в приміщенні «Комірка» [lx]



Таблиця 3.20 – Параметри приміщення «Комірка»

Площа землі		7.35 m²
Коефіцієнти відбивання	Стеля	10.0 %,
	Стіни	10.0 %,
	Підлога	10.0 %,
Коефіцієнт експлуатації		0.80
Висота проміжку до стелі		2.800
Висота встановлення		2.500
Висота робочої площини		0.800
Відступ від стіни робочої площини		0.000

Таблиця 3.21 – Результати розрахунку освітленості «Комірка»

Результат	Розмір	Розраховано	Задано	Перевірка
Робоча площина	Ē	156 lx	≥ 100 lx	✓
	g1	0.55	≥ 0.40	✓
Параметри споживання	Споживання	9.57 kWh/a	макс. 100 kWh/a	✓
Питома споживана потужність	Приміщення	7.89 W/m²	-	-
		5.05 W/m²/100 lx	-	-

Таблиця 3.22 – Результати розрахунку яскравості «Комірка»

Властивості	φ	мін	макс	$U_o(g_1)$	мін/макс	Позначення

Яскравість	9,4 cd/m²	1,37 cd/m²	32,4 cd/m²	0,017	0,046	RS7

Освітлення в приміщенні "Комірка" відповідає нормативним вимогам за рівнем освітленості (середня освітленість — 150 лк, рівномірність — 0.55).

- Базується на прямокутному просторі 2.500 m x 3.050 m та SHR 0.25.
- Розраховано з використанням DIN:18599-4.

Профіль користування: Навчальні приміщення - Навчальні будівлі (5.36.23 Приміщення для зберігання навчальних матеріалів)

Виконуємо розрахунок приміщення «Комп’ютерний клас» відповідно до описаної вище послідовності дій:

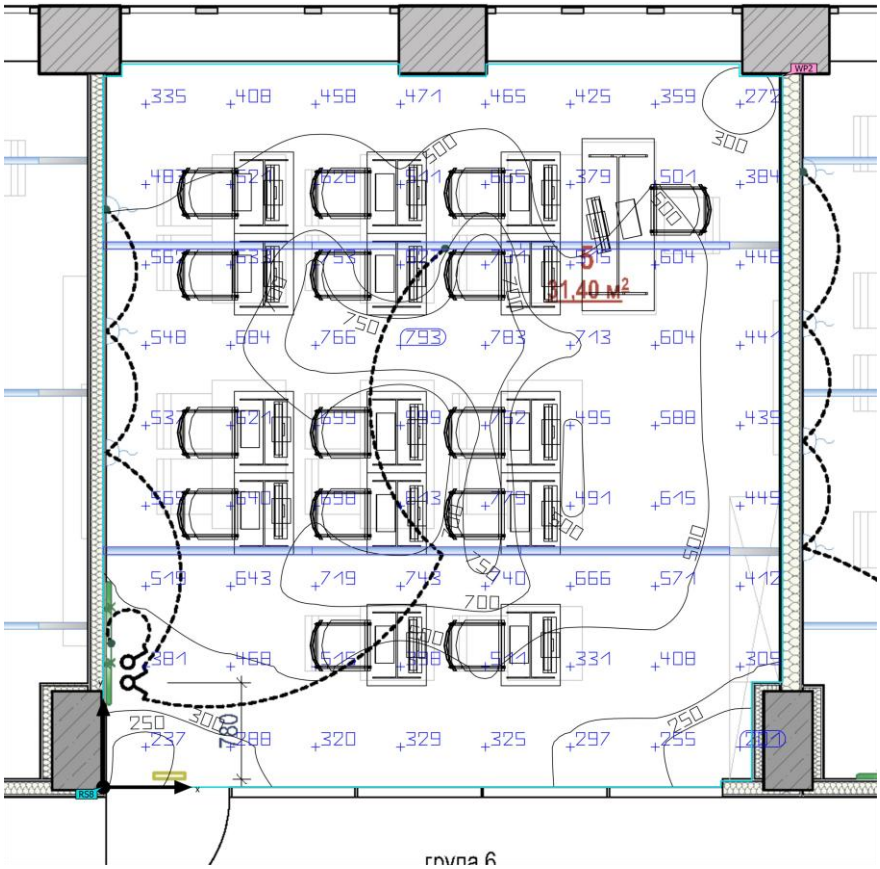


Рисунок 3.16 – Робоча площина в приміщенні «Комп’ютерний клас»

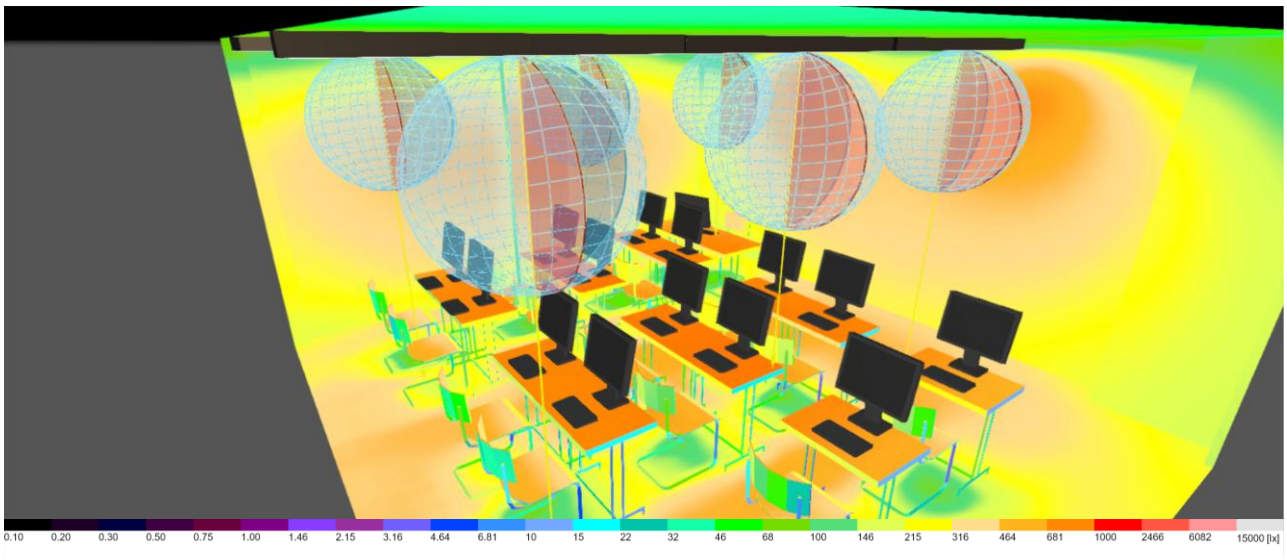


Рисунок 3.17 – Освітленість в приміщенні «Комп'ютерний клас» [lx]

Таблиця 3.23 – Параметри приміщення «Комп'ютерний клас»

Площа землі		31.83 m²
Коефіцієнти відбивання	Стеля	10.0 %,
	Стіни	10.0 %,
	Підлога	10.0 %,
Коефіцієнт експлуатації		0.80
Висота проміжку до стелі		2.800
Висота встановлення		2.500
Висота робочої площини		0.800
Відступ від стіни робочої площини		0.000

Таблиця 3.24 – Результати розрахунку освітленості «Комп'ютерний клас»

Результат	Розмір	Розраховано	Задано	Перевірка
Робоча площина	Ē	523 lx	≥ 300 lx	✓
	g1	0.68	≥ 0.60	✓
Параметри споживання	Споживання	439 kWh/a	макс. 1000 kWh/a	✓
Питома споживана потужність	Приміщення	10.37 W/m²	-	-
		1.98 W/m²/100 lx	-	-

Таблиця 3.25 – Результати розрахунку яскравості «Комп’ютерний клас»

Властивості	φ	мін	макс	$U_o(g_1)$	мін/макс	Позначення
Яскравість	8,60 cd/m²	0,87 cd/m²	15,5 cd/m²	0,1	0,056	RS8

Освітлення в приміщенні "Комп’ютерний клас" відповідає нормативним вимогам за рівнем освітленості (середня освітленість — 520 лк, рівномірність — 0.68).

- Базується на прямокутному просторі 5.500 m x 5.850 m та SHR 0.25.
- Розраховано з використанням DIN:18599-4.

Профіль користування: Навчальні приміщення - Навчальні будівлі (5.36.13 Комп'ютерні тренувальні класи)

Виконуємо розрахунок приміщення «Роздягальня» відповідно до описаної вище послідовності дій:

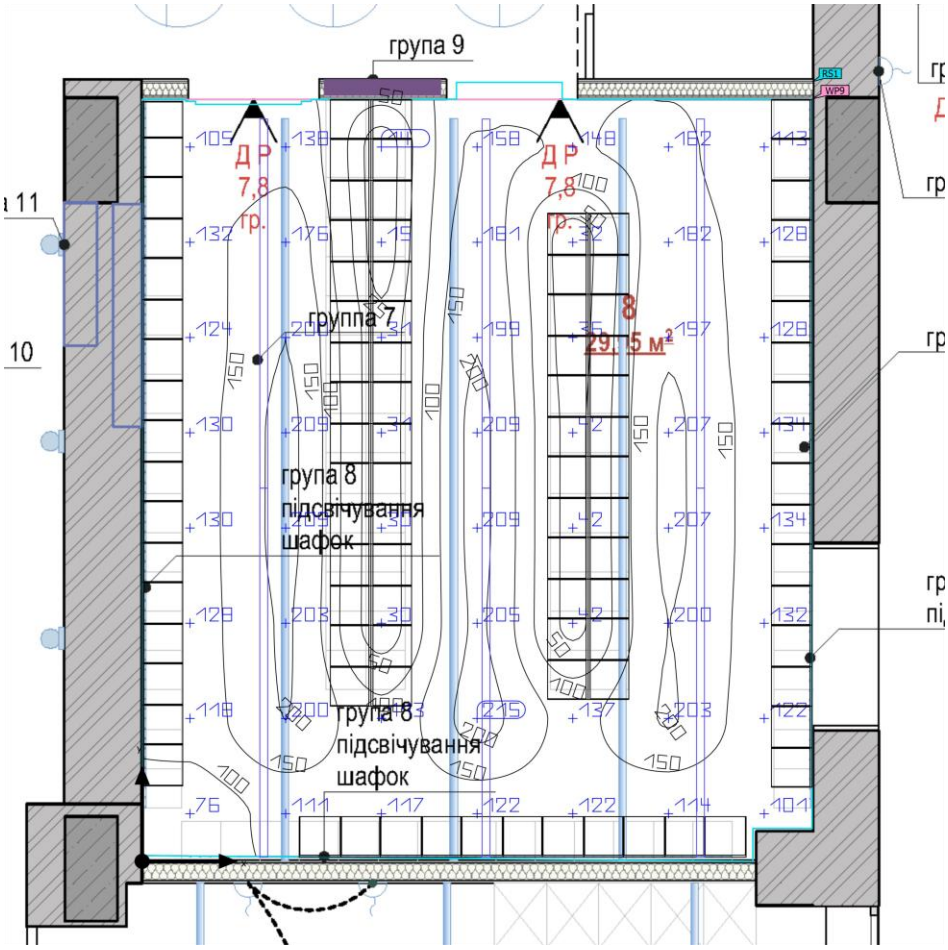


Рисунок 3.18 – Робоча площина в приміщенні «Роздягальня»

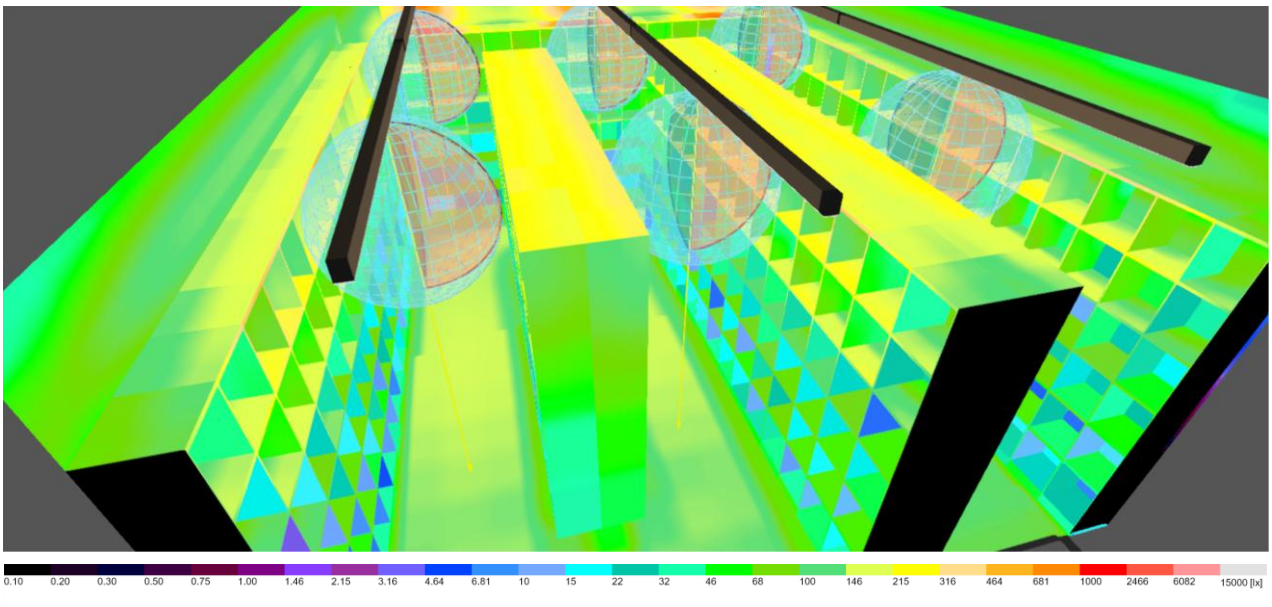


Рисунок 3.19 – Освітленість в приміщенні «Роздягальня» [lx]

Таблиця 3.26 – Параметри приміщення «Роздягальня»

Площа землі		29.37 m²
Коефіцієнти відбивання	Стеля	10.0 %,
	Стіни	10.0 %,
	Підлога	10.0 %,
Коефіцієнт експлуатації		0.80
Висота проміжку до стелі		2.800
Висота встановлення		2.500
Висота робочої площини		0.800
Відступ від стіни робочої площини		0.000

Таблиця 3.27 – Результати розрахунку освітленості «Роздягальня»

Результат	Розмір	Розраховано	Задано	Перевірка
Робоча площина	Ē	231 lx	≥ 200 lx	✓
	g1	0.71	≥70	✓
Параметри споживання	Споживання	192 kWh/a	макс. 1000 kWh/a	✓
Питома споживана потужність	Приміщення	4.90 W/m²	-	-
		3.74 W/m²/100 lx	-	-

Таблиця 3.28 – Результати розрахунку яскравості «Роздягальня»

Властивості	φ	мін	макс	$U_o(g_1)$	мін/макс	Позначення
Яскравість	2,73 cd/m²	0,23 cd/m²	4,77 cd/m²	0,084	0,048	RS9

Освітлення в приміщенні "Роздягальня" відповідає нормативним вимогам за рівнем освітленості (середня освітленість — 230 лк, рівномірність — 0.71).

- Базується на прямокутному просторі 5.800 m x 5.100 m та SHR 0.25.
- Розраховано з використанням DIN:18599-4.

Профіль користування: Навчальні приміщення - Навчальні будівлі (5.36.8 Технічні кабінети)

Виконуємо розрахунок приміщення «Спортзал» відповідно до описаної вище послідовності дій:

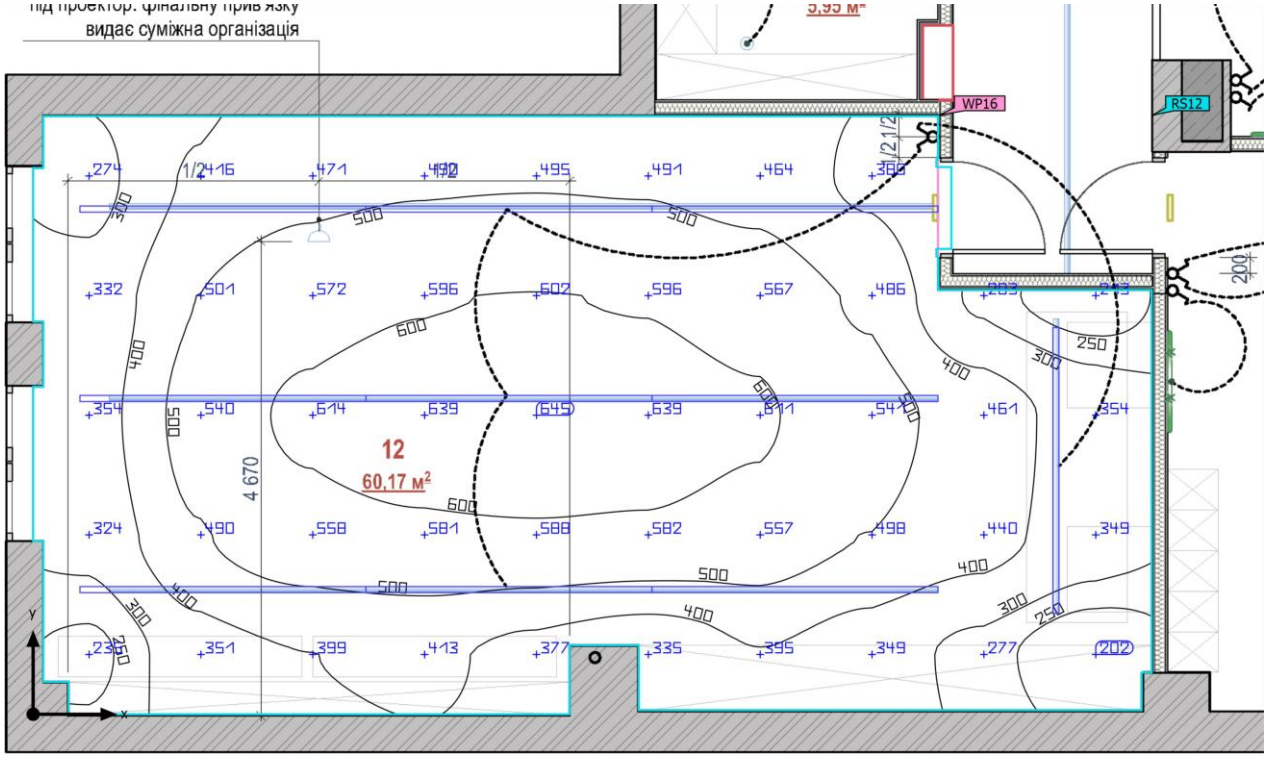


Рисунок 3.20 – Розрахункова площина в приміщенні «Спортзал»

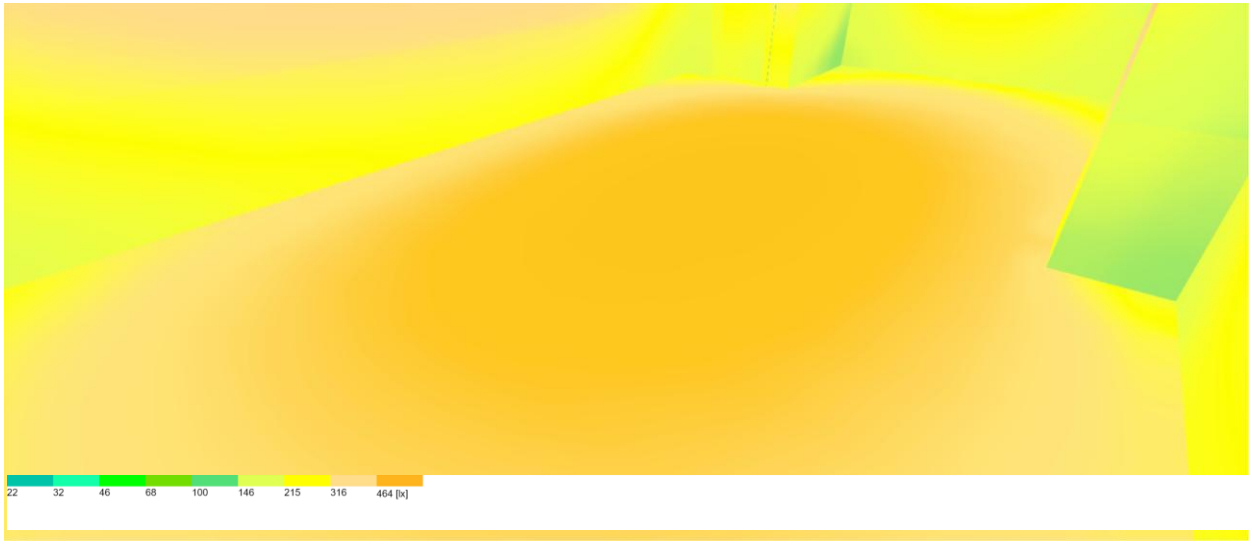


Рисунок 3.21 – Освітленість в приміщенні «Спортзал» [lx]

Таблиця 3.29 – Параметри приміщення «Спортзал»

Площа землі		60.00 m²
Коефіцієнти відбивання	Стеля	10.0 %,
	Стіни	10.0 %,
	Підлога	10.0 %,
Коефіцієнт експлуатації		0.80
Висота проміжку до стелі		2.800
Висота встановлення		2.800
Висота робочої площини		1000
Відступ від стіни робочої площини		0.000

Таблиця 3.30 – Результати розрахунку освітленості «Спортзал»

Результат	Розмір	Розраховано	Задано	Перевірка
Робоча площина	Ē	457 lx	≥ 300 lx	✓
	g1	0.64	≥ 0.60	✓
Параметри споживання	Споживання	1620 kWh/a	макс. 2100 kWh/a	✓
	LENI	6.67 kWh/a/m²	макс. 15 kWh/a/m²	✓
		1.46 W/m²/100 lx	-	-

Таблиця 3.31 – Результати розрахунку яскравості «Спортзал»

Властивості	ф	мін	макс	$U_0(g_1)$	мін/макс	Позначення
Яскравість	11,7 cd/m²	4,51 cd/m²	16,4 cd/m²	0,39	0,28	RS10

Освітлення в приміщенні "Спортзал" відповідає нормативним вимогам за рівнем освітленості (середня освітленість — 450 лк, рівномірність — 0.64).

- Базується на прямокутному просторі 11.000 m x 5.900 m та SHR 0.25.
- Розраховано з використанням DIN:18599-4.

Профіль користування: Навчальні приміщення - Навчальні будівлі (5.36.24 Спортивні зали, тренажерні зали, басейни)

Виконуємо розрахунок приміщення «Туалет» відповідно до описаної вище послідовності дій:

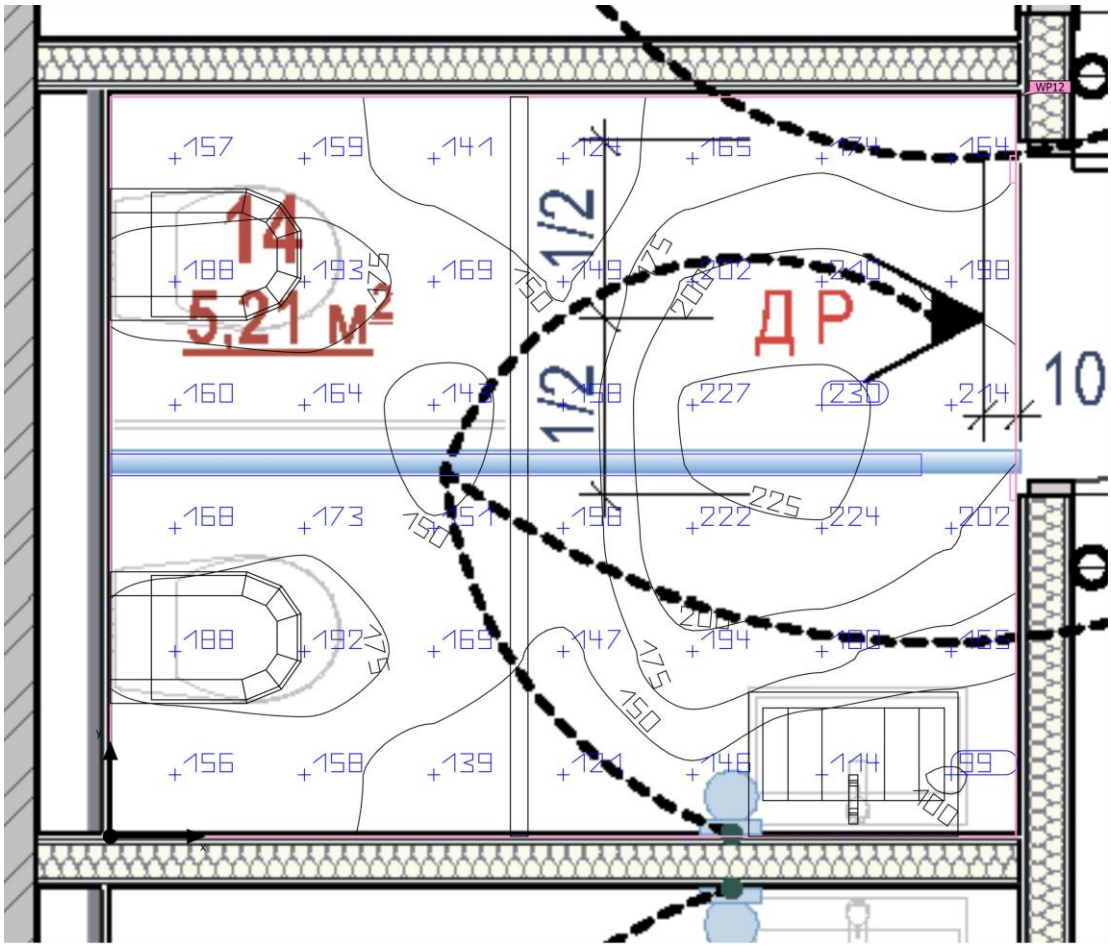


Рисунок 3.22 – Розрахункова площина в приміщенні «Туалет»

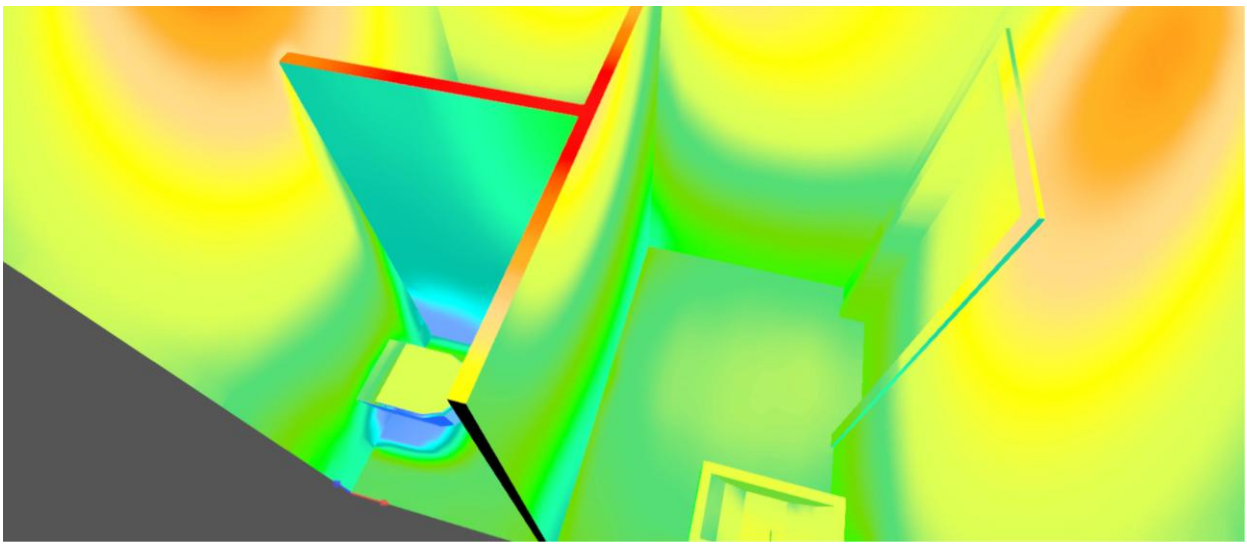


Рисунок 3.23 – Освітленість в приміщенні «Туалет» [lx]

Таблиця 3.32 – Параметри приміщення «Туалет»

Площа землі		5.15 m²
Коефіцієнти відбивання	Стеля	10.0 %,
	Стіни	10.0 %,
	Підлога	10.0 %,
Коефіцієнт експлуатації		0.80
Висота встановлення		2.500
Висота робочої площини		0.800
Відступ від стіни робочої площини		0.000

Таблиця 3.33 – Результати розрахунку освітленості «Туалет»

Результат	Розмір	Розраховано	Задано	Перевірка
Робоча площина	Ē	270 lx	≥ 200 lx	✓
	g1	0.58	≥ 0.40	✓
Параметри споживання	Споживання	34.6 kWh/a	макс. 200 kWh/a	✓
Питома споживана потужність	Приміщення	8.16 W/m²	-	-
		4.79 W/m²/100 lx	-	-

Таблиця 3.34 – Результати розрахунку яскравості «Туалет»

Властивості	φ	мін	макс	$U_o(g_1)$	мін/макс	Позначення
Яскравість	7,61 cd/m²	0,63 cd/m²	18,45 cd/m²	0,082	0,068	RS12

Освітлення в приміщенні "Туалет" відповідає нормативним вимогам за рівнем освітленості (середня освітленість — 270 лк, рівномірність — 0.58).

- Базується на прямокутному просторі 2.500 m x 2.000 m та SHR 0.25.
- Розраховано з використанням DIN:18599-4.

Профіль користування: Навчальні приміщення - Навчальні будівлі (5.2.4 Гардеробні, умивальні, ванні кімнати, туалети).

Використання енергоефективних LED-світильників забезпечує економію енергоресурсів. Для поліпшення комфортності освітлення рекомендується встановити антивідблискові решітки на світильники для зменшення показника осліплення.

Висновок до розділу 3

За результатами світлового розрахунку приміщень школи встановлено, що рівень штучного та природного освітлення відповідає нормативним вимогам, визначеним ДБН В.2.5-28:2018 "Природне та штучне освітлення".

Освітленість забезпечує комфортні умови для виконання навчальних завдань в класах (середня освітленість становить 350–500 лк).

Рівномірність освітлення відповідає вимогам, мінімізуючи ризик втоми зору учнів.

Для актової зали реалізовано гнучке управління освітленням для проведення різних заходів.

У спортивній залі забезпечено рівень освітленості понад 300 лк, що сприяє безпечному виконанню фізичних вправ.

Освітлення коридорів забезпечує належну видимість та безпечне пересування, середня освітленість становить 150–200 лк.

Забезпечено комфортні умови для роботи адміністрації та персоналу, освітленість становить 300–400 лк.

Рівень освітлення відповідає вимогам (понад 150 лк), що забезпечує належні умови для гігієни.

У всіх приміщеннях застосовано сучасні енергоефективні джерела світла (LED-світильники), що знижує енергоспоживання школи на 30–40% у порівнянні з традиційними лампами.

Ураховано природне освітлення у приміщеннях, де це можливо, що сприяє економії електроенергії.

Світильники розташовані з урахуванням рівномірності розподілу світла та мінімізації затінення.

Для підвищення загальної ефективності системи освітлення рекомендується:

- Періодично перевіряти стан освітлювальних приладів.
- Встановити системи автоматичного регулювання освітлення залежно від рівня природного світла в коридорах та класах.
- Використовувати антивідблискові насадки на світильники в навчальних кабінетах для зниження показника осліплення.

Загалом, система освітлення школи забезпечує комфортні, безпечні та енергоефективні умови для навчання, роботи та проведення позакласних заходів.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

В результаті проведених досліджень та розрахунків системи освітлення приміщень школи зроблено наступні висновки

Проектування системи освітлення було здійснено відповідно до нормативних документів, таких як ДБН В.2.5-28:2018 "Природне та штучне освітлення". В усіх приміщеннях забезпечено необхідний рівень освітленості відповідно до їх функціонального призначення:

Для навчальних класів: 350–500 лк.

Для спортивного залу: понад 300 лк.

Для коридорів та сходових клітин: 150–200 лк.

В усіх основних зонах школи забезпечено достатню рівномірність освітлення (коефіцієнт рівномірності > 0.7), що сприяє зниженню зорового навантаження для учнів та персоналу.

Використання сучасних енергоефективних джерел світла (LED-ламп) дозволяє знизити енергоспоживання на 30–40% порівняно з традиційними освітлювальними приладами.

Запроваджено системи автоматичного регулювання освітленості, що враховують рівень природного світла та дозволяють додатково зменшити витрати електроенергії.

Забезпечено комфортні умови для навчання та роботи завдяки правильному вибору кольорової температури освітлення (3500–4000 K) та високому індексу кольоропередачі (CRI > 80).

У спортзалах, коридорах та евакуаційних шляхах встановлено аварійне освітлення для забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Встановлені світильники мають сучасний дизайн, що сприяє створенню приємного враження від приміщень школи.

Обрана система освітлення є надійною та легкою в обслуговуванні, що дозволяє зменшити витрати на експлуатацію.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Андрійчук В.А. Світлотехніка й електротехніка: історія, проблеми й перспективи. Праці II міжнародної науково-технічної конференції, приуроченої 160-річчю видатного українського фізика, піонера в галузі світлотехніки і електротехніки професора Івана Пулюя. Тернопіль, 2005. 170с.

2. Економія електроенергії на підприємстві. URL : https://eenergy.com.ua/energoefectyvnist/ekonomiya-elektroenergiyi-na-pidpryyemstvi/ (дата звернення: 14.11.2024).

3. ДП «НЕК»УКРЕНЕРГО» Огляд аналітичних робіт міжнародних енергетичних організацій щодо стану та сценаріїв розвитку світової енергетичної сфери з прогнозом інвестування в енергоефективність. Відокремлений підрозділ. К: 2018. 94 с.

4. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення.Технічні норми. Чинні з 28.02.2019. К.: 2018. 133с.

5. Безпека праці та промислова санітарія.Навчальний посібник до курсу «Охорони праці»:К.Н. Ткачук та ін.: 2018. 213с.

6. Освітлення виробничих приміщень — види промислових світильників URL: https://stolb.com.ua/osvitlennya-virobnichikh-primishchen-vidi-promislovikh-svitilnikiv/(дата звернення 16.08.24).

7. The International Dark-Sky Association (IDA) is the recognized authority on light pollution and is the leading organization combating light pollution worldwide. URL:https://www.darksky.org/about/ (дата звернення 1.08.24).

8. Що ми знаємо про добові біоритми. URL: https://www.bbc.com/ukrainian/features-45950536 (дата звернення 1.09.24).

9. Іоффе К. І., Черкашина О. Л. Конспект лекцій з дисципліни «Системи керування світлотехнічними пристроями». Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 56 с.

10. Герба І.А., Якімішина В.В. Розробка системи автоматичного керування освітлювальними установками зовнішнього та внутрішнього

освітлення на Донецькому електротехнічному заводі. URL: http://masters.donntu.org/2017/etf/gerba/diss/indexu.htm (дата звернення 11.09.24).

11. Постанова Кабінету міністрів України «Про затвердження вимог до світлодіодних світлотехнічних пристроїв та електричних ламп, що використовуються в мережах змінного струму з метою освітлення». від 15 жовтня 2012р. №992. Київ.

12. Гозак С.В. Вплив чинників навчального процесу на показники здоров'я школярів.*Довкілля та здоров'я*. 2012. № 3. С. 17–20.

13. Коцур Н.І. Гармаш Л.С., Товкун Л.П. Шкільна гігієна: Навчально-методичний посібник. К.: ТОВ «Панот», 2010. 229 с.

14. Обуховська Е.В. Мартинюк М.С. Особливості вибору освітлювальних приладів для інтер'єрів середніх навчальних закладів. *Вісник ХДАДМ*. 2011. № 2.

15. Товкун Л.П. Освітлення навчальних приміщень як чинник впливу на здоров'я учнів: *Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди*. *Молодий вчений*. 2016. № 11 (38). С. 10-14.

16. Гнатюк Л.Р. Кучеренко Ю.Е. Особливості освітлення загальноосвітніх шкіл. *Проблеми розвитку міського середовища*. 2015. Вип.,. С.103–107.

17.Енергоефективні світлодіодні освітлювальні системи: монографія / за ред. В. Сорокіна. Київ : Авіцена, 2016. 334 с.

18. Салтиков В. О. Освітлення міст: Навч. посібник. Харків: ХНАМГ, 2009. 221 с.

19. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці : вид. 2-е, стереотипне. Львов: Афиша, 2000. 348 с.

20. Положення про навчальні кабінети загальноосвітніх навчальних закладів, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 20 липня 2004 року № 601, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 09 вересня 2004 року за № 1121/9720.

21. ДБН В.2.5-28-2006 «Державні будівельні Норми України. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення»

22. Державні санітарні правила і норми по устаткуванню, утриманню загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу. ДСанПіН 5.5.2.008-01. К, 2001. 54 с.

23. Як коректно освітити робоче місце? URL: https://5watt.ua/uk/blog/statti/vimogi-do-osvitlennya-robochikh-misc. (дата звернення: 12.11.2024).

24. Що таке освітлення, орієнтоване на людину, та як штучне світло впливає на продуктивність і сон людей? URL: https://maxus.com.ua/blog. (дата звернення: 15.11.2024).

25. Вплив освітленості на працездатність людини: URL: https://5watt.ua/uk/blog/statti/ (дата звернення: 14.10.2024).

26. Типи освітлення: URL: https://5watt.ua/uk/blog/statti/ (дата звернення: 3.11.2024).

27. Освітленість робочих місць сучасні підходи до вимірів і оцінки: URL: https://ua-referat.com/ (дата звернення: 8.11.2024).

28. Як проводять оцінку освітлення робочих місць?: URL: https://5watt.ua/uk/blog/ (дата звернення: 18.11.2024).

29. Робоче місце: URL: https://uk.wikipedia.org/wiki. (дата звернення: 24.11.2024).

30. Значення світла для працездатності та здоров'я людини. Види освітлення. URL: https://library.if.ua/book/-9/946.html. (дата звернення: 5.10.2024).

31. Природне і штучне освітлення ДБН В.2.528:2018. URL: https://ledeffect.com.ua/images. (дата звернення: 26.10.2024).