

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ  
ТА ТЕХНОЛОГІЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач випускової кафедри

В.П. Квасніков  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

**ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»**

**Тема: «Система електропостачання готелю на території аеропорту»**

Виконавець \_\_\_\_\_  
(підпис)

студентка групи ЕЕ-208М Болдовська  
Олександра Володимирівна  
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

д.т.н., професор Філоненко Сергій Федорович  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»: \_\_\_\_\_  
(підпис)

Козлітін О.О.  
(П.І.Б.)

Консультант розділу  
«Охорона навколишнього середовища»: \_\_\_\_\_  
(підпис)

Дмитруха Т.І.  
(П.І.Б.)

Нормоконтролер: \_\_\_\_\_  
(підпис)

Катаєва М.О.  
(П.І.Б.)

Київ 2022

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Аерокосмічний факультет

Кафедра: комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій

Освітній ступень: «Магістр»

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»,

Освітньо-професійна програма «Електротехнічні системи електроспоживання»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.П. Квасніков

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

## ЗАВДАННЯ

**на виконання дипломного проекту**  
**Болдовської Олександри Володимирівни**  
(П.ІБ. випускника)

1. Тема проекту «Система електропостачання готелю на території аеропорту» затверджена наказом ректора від «21» вересня 2022р № 1608ст
2. Термін виконання проекту: з 05.09.2022 по 30.11.2022.
3. Вихідні дані до проекту: планувальне рішення готелю в інфраструктурі аеропорту цивільної авіації.
4. Зміст пояснювальної записки: 110 с., 34 рис., 5 табл., 0 графіків, 16 літературних джерела.
5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: креслення електропроводки 1-3 поверхів.
6. Календарний план-графік

| № з/п | Завдання                      | Термін виконання | Підпис керівника |
|-------|-------------------------------|------------------|------------------|
| 1.    | Вивчення інформаційних джерел | 13.05–19.05.19   |                  |
| 2.    | Розділ 1. <i>(Назва)</i>      | 20.05–27.05.19   |                  |
| 3.    | Розділ 2. <i>(Назва)</i>      | 28.05-07.06.19   |                  |

|    |                   |                |  |
|----|-------------------|----------------|--|
| 4. | Розділ 3. (Назва) | 08.06-14.06.19 |  |
| 5. | Розробка креслень | 15.06–21.06.19 |  |

7. Дата видачі завдання: “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 р.

Керівник дипломної роботи (проекту) \_\_\_\_\_  
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис випускника) (П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ГОТЕЛЮ НА ТЕРИТОРІЇ АЕРОПОРТУ»: 110 с., 34 рис., 5 табл., 0 графіків, 16 літературних джерела.

Об'єкт дослідження: процес безперебійного забезпечення електричною енергією готелю в інфраструктурі аеропорту цивільної авіації.

Мета роботи: Проектування електропостачання та освітлення аеротелю. Успішна реалізація енергоефективної системи зі зниженими показниками витрат.

Методи дослідження: під час виконання дипломної роботи проведено розрахунок системи електропостачання готелю в інфраструктурі аеропорту, виконані розрахунки по вибору напруги та джерел живлення, а також електротехнічний розрахунок мереж. Запропоновано апарати захисту електричних мереж а також керування освітленням.

Результати роботи рекомендується використовувати при будівництві та монтажі освітлювальних установок готелю.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ЖИВЛЕННЯ, АЕРОДРОМ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ, ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ, ОСВІТЛЕННЯ, АПАРАТ ЗАХИСТУ, ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА, КЕРУВАННЯ ОСВІЛЕННЯМ, ГОТЕЛЬ, АЕРОТЕЛЬ.

## ЗМІСТ

|                                                                                                        | Стор. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ВСТУП.....                                                                                             | 8     |
| РОЗДІЛ 1. ЗАСОБИ І МЕТОДИ ПРОЕКТУВАННЯ<br>ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ОСВІТЛЕННЯ В ПРИМІЩЕННЯ.....            | 9     |
| 1.1. Актуальність проектування електричного освітлення в будівлях...                                   | 9     |
| 1.2. Загальні вимоги до електропостачання приміщень та будівель.....                                   | 13    |
| 1.3. Інформаційні технології проектування освітлення.....                                              | 17    |
| 1.4. Інформаційні технології проектування електропостачання.....                                       | 21    |
| РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ СТРУКТУРИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ<br>ГОТЕЛЮ В ІНФРАСТРУКТУРІ АЕРОПОРТУ.....           | 26    |
| Стисла характеристика об'єкту.....                                                                     | 26    |
| Вибір напруги та джерел живлення.....                                                                  | 31    |
| Опис схеми живлення. Вибір марки проводу та способу його<br>прокладання.....                           | 34    |
| Електротехнічний розрахунок мереж з підбором апаратів захисту.....                                     | 39    |
| РОЗДІЛ 3. ОПТИМІЗАЦІЯ СВІЛОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ГОТЕЛЮ<br>В ІНФРАСТРУКТУРІ АЕРОПОРТУ.....                 | 53    |
| 3.1. Аналіз зорових задач та характеристика об'єкту.....                                               | 53    |
| 3.2. Вибір нормованої освітленості та підбір джерел світла в<br>комплекті освітлювальних приладів..... | 57    |
| 3.3. Світлотехнічний розрахунок. Вибір системи освітлення та видів<br>освітлення.....                  | 65    |
| 3.4. Моделювання освітлювальної установки та їх раціональне<br>розміщення в будівлі.....               | 72    |
| РОЗДІЛ 4. ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕННЯМ.....                                                           | 79    |
| 4.1. Способи управління освітленням.....                                                               | 79    |
| 4.2. Керування освітленням будівлі готелю.....                                                         | 87    |

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....                                                 | 92  |
| 5.1 Вступ.....                                                               | 92  |
| 5.2. Аналіз умов праці. Шкідливі та небезпечні виробничі чинники.....        | 92  |
| 5.3. Заходи з охорони праці робітників. Електробезпека.....                  | 94  |
| 5.4. Пожежна та вибухова безпека.....                                        | 96  |
| 5.5 Інструкція з охорони праці.....                                          | 97  |
| РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЯ.....                                                      | 100 |
| 6.1. Охорона навколишнього середовища.....                                   | 100 |
| 6.2. Вплив на навколишнє середовище від виробництва електричної енергії..... | 101 |
| 6.3. Альтернативні джерела енергії.....                                      | 104 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                | 108 |
| Список бібліографічних посилань.....                                         | 110 |
| ДОДАТКИ.....                                                                 | 111 |
| Додаток А.....                                                               | 111 |
| Додаток Б.....                                                               | 112 |
| Додаток В .....                                                              | 113 |
| Додаток Г.....                                                               | 114 |

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ**

|     |   |                               |
|-----|---|-------------------------------|
| АЗ  | - | апарат захисту                |
| ДС  | - | джерело світла                |
| КЗ  | - | коротке замикання             |
| КЛ  | - | кабельна лінія                |
| НС  | - | навколишнє середовище         |
| НТД | - | нормативно-технічні документи |
| ОП  | - | охорона праці                 |
| ОУ  | - | освітлювальна установка       |
| ЦА  | - | цивільна авіація              |

## ВСТУП

**Актуальність теми:** Послуги готелів – невід’ємна частина діяльності будьяких міст, особливо в яких розташовані аеропорти, вокзали або підприємства, що так чи інакше пов’язані з пасажирськими перевезеннями. Готелі на території аеропортів, що також називають «аеротелі», можуть бути різних категорій, мати різну кількість поверхів та номерів, але вони мають бути спроектовані з врахуванням сприятливих умов перебування в них та вимог до будівництва громадських будівель.

Основним у врахуванні негативного впливу, є наближеність будівлі до злітно-посадкової смуги, та розташування транспортно – пересадкових вузлів в інфраструктурі аеропорту.

**Мета дипломної роботи:** проектування електропостачання та освітлення аеротелю. Успішна реалізація енергоефективної системи зі зниженими показниками витрат.

**Об’єкт дослідження:** процес безперебійного забезпечення електричною енергією готелю в інфраструктурі аеропорту цивільної авіації.

**Предмет дослідження:** система електропостачання готелю розташованого в інфраструктурі аеропорту цивільної авіації.

**Методи дослідження:** під час виконання дипломної роботи проведено розрахунок системи електропостачання готелю в інфраструктурі аеропорту, виконані розрахунки по вибору напруги та джерел живлення, а також електротехнічний розрахунок мереж. Запропоновано апарати захисту електричних мереж а також керування освітленням.

Результати даної кваліфікаційної роботи можуть бути використані при будівництві та монтажі освітлювальних установок готелю.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ЖИВЛЕННЯ, АЕРОДРОМ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ, ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ, ОСВІТЛЕННЯ, АПАРАТ ЗАХИСТУ, ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА, КЕРУВАННЯ ОСВІЛЕННЯМ, ГОТЕЛЬ, АЕРОТЕЛЬ.



# РОЗДІЛ 1

## ЗАСОБИ І МЕТОДИ ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ОСВІТЛЕННЯ В ПРИМІЩЕННЯХ

### 1.1. Актуальність проектування електричного освітлення в будівлях

Одним з найважливіших завдань стійкої енергетично є підвищення енергетичної ефективності (ЕЕ). Згідно з Європейською Економічною Комісією Організації Об'єднаних Націй (ЄЕК ООН), близько однієї третини всього енергоспоживання припадає на сектор будівель (ЄЕК ООН 2018). Таким чином, сектор будівель є унікальним потенціалом підвищення енергетичної ефективності.

Будинки споживають значну кількість енергії підтримки комфортних умов. Одним із напрямів підвищення енергоефективності будівель є оптимізація енергопостачання та оптимізація енергоспоживання, найважливішим з яких є оптимізація освітлення. Дійсно, за даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), на мережне електричне освітлення в середньому витрачається близько 20% світового виробництва електроенергії (рис. 1.1).

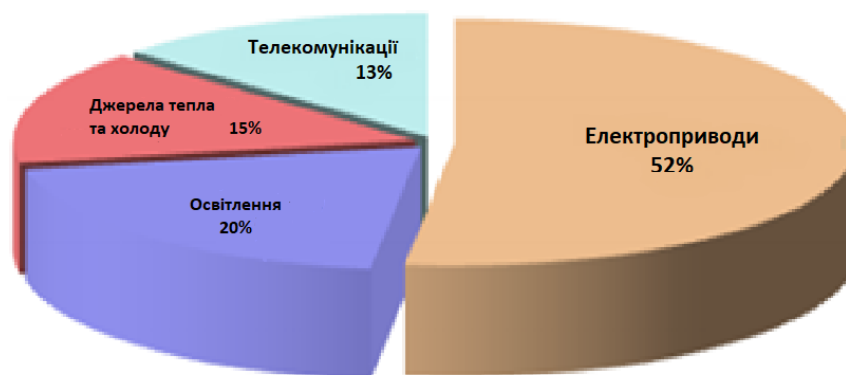


Рис. 1.1 Енергоспоживання, даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА)

Дані напрями, для зменшення втрат електроенергії, передбачають проведення необхідних розрахунків енергопостачання та енергоспоживання, з урахуванням особливостей та специфіки будівель та споруд.

При проектуванні електропостачання будівель, як правило, використовується єдина методика проведення розрахунків, яка може включати: розрахунок електричних навантажень, розрахунок струмів, розрахунок і вибір перерізу проводів, розрахунок втрат напруги і оптимізація перерізу проводів та інші.

При цьому проектування будь-якої системи електропостачання виходить з визначення електричних навантажень. Значення електричних навантажень визначає вибір всіх елементів електропостачання.

Під час визначення електричних навантажень використовуватися різні методи.

Емпіричні методи, до яких належать такі методи.

Метод коефіцієнта попиту, який полягає у використанні відомої (задається) встановленої потужності  $P_y$  та табличних значень коефіцієнта попиту  $K_c$ , що наводяться в довідкових таблицях:

$$\begin{cases} P_{расч} = K_c \cdot P_y; \\ P_{расч} = \sum_{i=1}^m K_{ci} \cdot P_{номі} \cdot n_i = \sum_{i=1}^m K_{ci} \cdot S_{номі} \cdot \cos\phi_i \cdot n_i, \end{cases} \quad (1.1)$$

де -  $K_{ci}$  - коефіцієнт попиту однотипних електроспоживачів (ЕП);

$P_{номі}$  - активна номінальна потужність однотипних ЕП;

$n$  – кількість однотипних ЕП;

$m$  – кількість груп однотипних ЕП;

$S_{номі}$  - повна номінальна потужність ЕП;

$\cos\phi_i$  - Коефіцієнт потужності ЕП.

Метод двочленних емпіричних виразів, згідно з яким загальне розрахункове навантаження обчислюється як сума середньої сумарної та розрахункової геометрично зваженої парціальної добавки:

$$P_{расч} = P_{ср} + \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta P_i^2}, \quad (1.2)$$

де  $\Delta P_i$  – парціальна розрахункова добавка, яка вноситься графіком  $i$ -ї групи до сумарного розрахункового навантаження.

Методи питомих показників пов'язані з визначенням електричних навантажень за питомими показниками та, як правило, є оціночними.

Метод технологічного графіка спирається графік роботи електрообладнання (добового, річного).

Однак при проектуванні електропостачання більшого поширення набули аналітичні методи, до яких належать такі.

Метод упорядкованих діаграм, згідно з яким упорядкована діаграма має такі ж, як і у реального графіка, електричні навантаження (середнє, ефективне, максимальне). Упорядкована діаграма практично збігається з кривою нормального закону розподілу, завдяки чому коефіцієнт максимуму навантаження  $K_m$  визначений математично суворо. Основна розрахункова формула методу УД:

$$P_{расч} = K_m \cdot P_{см} = K_m \cdot \sum_{i=1}^n K_{ui} \cdot P_{номі}, \quad (1.3)$$

де  $p_{номі}$  - номінальна потужність  $i$ -ої групи ЕП;

$K_{ii}$  - коефіцієнт використання  $i$ -ої групи ЕП, що визначається за довідковими даними;

$K_m$  - коефіцієнт максимуму, що визначається за довідковими даними.

Статистичний метод, в основі методу лежить припущення, що графік навантаження змінюється випадково і при числі ЕП більше восьми підпорядковується нормальному закону розподілу та розрахункове навантаження визначається як:

$$P_{расч} = P_{ср} \pm \beta \cdot \sqrt{DP}, \quad (1.4)$$

де  $\beta$  - коефіцієнт надійності (забезпеченості) розрахунку (коефіцієнт, що визначає ймовірність перевищення значення розрахункового навантаження);

$DP$  – дисперсія навантаження.

У цьому методі необхідно визначати ймовірнісні характеристики електричних навантажень.

Комплексний метод розрахунку електричних навантажень, застосовуваний до розрахунку електричних навантажень всіх рівнях системи електропостачання.

Комплексний метод, що передбачає визначення навантажень за питомою річною витратою електроенергії, за середньорічним коефіцієнтом попиту  $K_c$ , за питомими потужностями навантажень та іншими показниками.

Розрахунок електричних навантажень може проводитися як устаткування електроспоживання, так систем освітлення.

Як зазначалося вище, за електричними навантаженнями надалі визначаються перерізи проводів та струми споживання, а також втрати напруги та проводиться оптимізація вибору необхідної проводки із забезпеченням надійності електроспоживання та ефективності енергопостачання.

Одним із найважливіших елементів у енергоефективності будівель, як було зазначено вище, є освітлення.

## **1.2. Загальні вимоги до електропостачання приміщень та будівель**

Електропостачання потрібно розглядати в комплексі з можливостями і доцільністю технологічного резервування. На час вирішення питань резервування слід урахувати значну здатність елементів електроустановок, а також наявність резерву в технологічному обладнанні.

Типізація проектних рішень застосовується при їх неодноразовому використанні. Це зменшує обсяг та терміни проектування, а також скорочує трудові ресурси. Уніфікація методології проектування спрямована на розробку методів та методик ефективного проектування об'єктів відповідної групи чи класу. Наприклад, для розрахунку електричних навантажень використовується метод упорядкованих діаграм. Оптимізація передбачає прийняття таких рішень, які найбільшою мірою наближаються до критеріальних, наприклад, визначення числа, потужності та місць встановлення компенсуючих пристроїв або вибір перерізу проводів та жил кабельних ліній. Автоматизація дозволяє одержати максимальний ефект від розглянутих шляхів удосконалення проектування. При автоматизованому проектуванні всі або окремі проектні операції виконуються спільно людиною та ЕОМ в інтерактивному (діалоговому) режимі. Комплекс засобів автоматизації проектування, взаємопов'язаних із необхідними підрозділами проектної організації або колективом фахівців, отримав назву системи автоматизованого проектування (САПР).

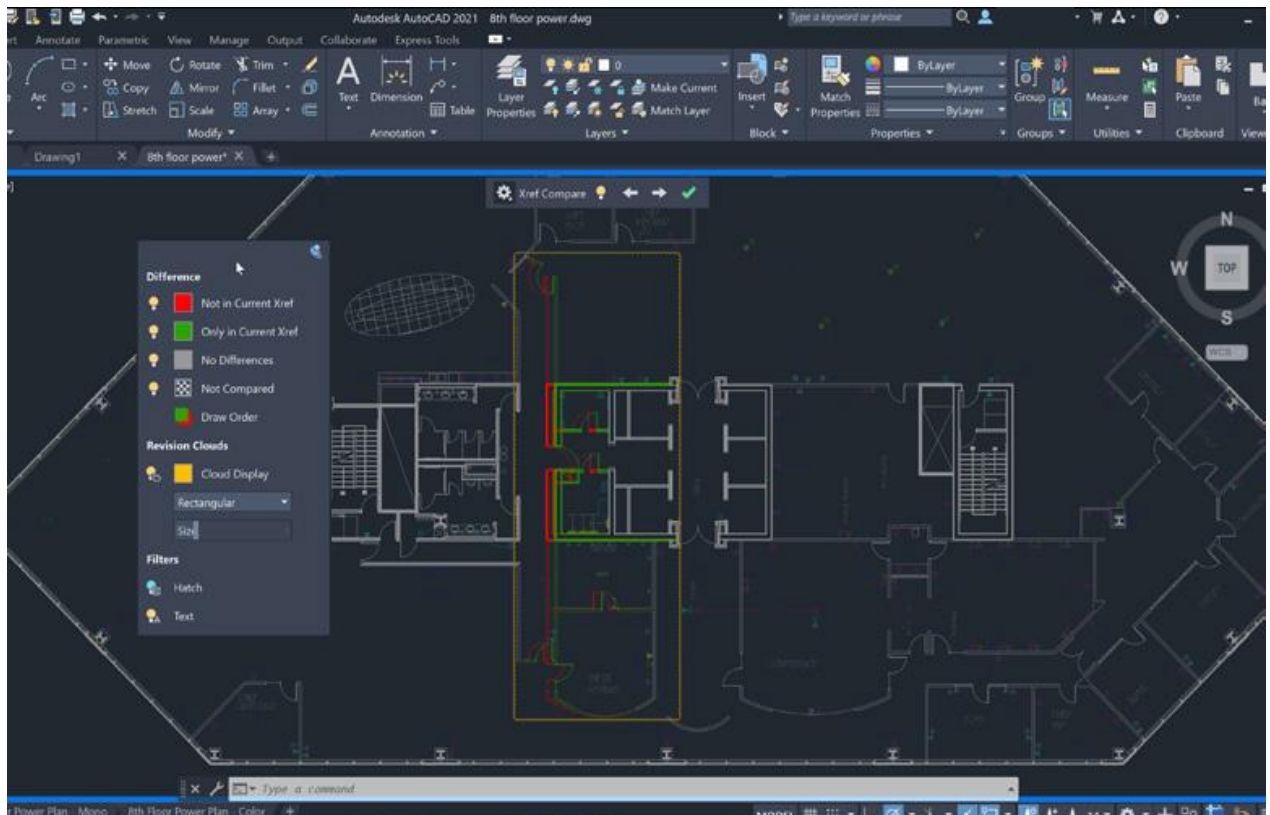


Рис.1.2. Приклад проектування електропостачання через САПР

Освітленість є одним із важливих фізичних чинників. Через око людина одержує 90% інформації з навколишнього середовища, що пов'язано зі сприйняттям сітківкою ока світлових (електромагнітних) коливань. В залежності від їх інтенсивності організм реагує по-різному - недостатнє освітлення, як і надлишкове, веде до передчасної втоми, що сприяє виникненню небезпечних травм.

Як сказано в [1]:

«Під час проектування систем електропостачання і реконструкції електроустановок мають розглядатися такі питання:

1) перспектива розвитку енергосистем і систем електропостачання з урахуванням раціонального поєднання новоспоруджуваних електричних мереж з діючими та новоспоруджуваними мережами інших класів напруги;

- 2) забезпечення надійного комплексного централізованого електропостачання всіх споживачів, розташованих у зоні дії електричних мереж;
- 3) обмеження струмів КЗ граничними рівнями, що визначаються на перспективу;
- 4) зниження втрат електричної енергії, енергозбереження;
- 5) відповідність рішень, що приймаються, умовам безпеки навколишнього природного середовища;
- б) електромагнітна сумісність запроєктованих автоматизованих систем управління, релейного захисту, диспетчерсько-технологічного зв'язку та інших технічних засобів.»

У будівлях, що лише будуються, а також тих будинках та спорудах, що мушуть бути реконструйовані і капітально відремонтовані, живлення електроприймачів належить здійснювати від мережі 380/220 В із системою заземлення TN-S або TN-C-S.

У будинках та спорудах із вбудованими і прибудованими трансформаторними підстанціями треба віддавати перевагу мережам із системою заземлення TN-S відповідно до ДБН В.2.5-27 та глави 1.7 ПУЕ.

Живлення силових електроприймачів і освітлення рекомендується здійснювати від спільних трансформаторів. Допустимі відхилення і коливання напруги в освітлювальних приладах не повинні перевищувати ті, що вказані у ГОСТ 13109.

Вимоги до допустимих коливань напруги не відносяться до ліній живлення аварійного освітлення. Допустимі відхилення напруги електроприймачів вказані в таблиці 1.1:

## Допустимі відхилення напруги електроприймачів.

| Тип електроприймача та режим роботи                                                                      | Відхил від номінальної напруги, % |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------|
|                                                                                                          | зниження                          | підвищення |
| Електродвигуни: а) тривала робота в сталому режимі – нормальна розрахункова величина;                    | 5                                 | 5          |
| б) тривала робота в сталому режимі – для окремих особливо віддалених електродвигунів:                    |                                   |            |
| 1) за номінальних умов                                                                                   | 8-10                              | -          |
| 2) за аварійних умов;                                                                                    | 10-12                             | -          |
| в) короткочасна робота в сталому режимі (наприклад, під час пуску сусіднього великого двигуна);          | 20-30                             | -          |
| г) на затискачах електродвигуна під час його пуску:                                                      |                                   |            |
| 1) за частих пусків;                                                                                     | 10                                |            |
| 2) за рідких пусків                                                                                      | 15*                               |            |
| Електроплити: тривала робота – нормальна розрахункова величина                                           | 5                                 | 5          |
| Зварювальні апарати                                                                                      | 8-10                              | -          |
| * Більший відхил може бути допущений тільки після перевірки розрахунком можливості пуску електродвигунів |                                   |            |



Також при виборі потужності силових трансформаторів необхідно враховувати їх здатність до перевантаження: масляних – згідно з рекомендаціями ДСТУ 3463, сухих – відповідно до технічних рекомендацій на конкретний трансформатор.

Розподільчі пристрої допускається розміщувати в одному приміщенні напругою вище 1 кВ, силові трансформатори і розподільні пристрої - напругою до 1 кВ, що експлуатуються за умови, що розподільні пристрої напругою вище 1 кВ і силові трансформатори захищені від доступу до них сторонніх осіб або в разі, коли вони експлуатуються однією організацією.

### **1.3 Інформаційні технології проектування освітлення**

Добре сплановане освітлення та відповідний світловий дизайн повинні враховувати важливий чинник – джерело світла. Саме воно створює атмосферу в інтер'єрі, підкреслює обрані меблі, прикраси і завдяки йому ми можемо отримати світлішу чи більш інтимну атмосферу в кімнаті.

При проектуванні освітлення завжди постає питання про вибір системи освітлення: загальне (рівномірне або локалізоване) і комбіноване (до загального освітлення додається місцеве). Система загального освітлення призначається не тільки для освітлення робочих поверхонь, але й всього приміщення, в зв'язку з чим світильники загального освітлення звичайно розміщують на стелі або в безпосередній близькості від неї, на достатньо великій відстані від робочих поверхонь.

В системі загального рівномірного освітлення розміщення світильників рівномірно у приміщенні: відстані між світильниками, а також відстань між їх рядами витримуються незмінними. Рівномірне розміщення світильників загального освітлення використовується, зазвичай, в тих випадках, коли бажано забезпечити рівномірність освітлення всієї площини приміщення в цілому. При

необхідності додаткового підсвітлення окремих ділянок освітлюваного приміщення, якщо ці ділянки досить великі за площею або за умовами роботи неможлива установка місцевого освітлення, використовують локалізоване розміщення світильників.

Інша система – система комбінованого освітлення – включає в себе світильники, розміщені безпосередньо біля робочого місця й призначені для освітлення лише робочої поверхні (місцеве освітлення), а також світильники загального освітлення, призначені для вирівнювання розподілу яскравості в полі зору і створення необхідної освітленості по проходах освітлюваного приміщення.

Основним елементом системи комбінованого освітлення являється світильник місцевого освітлення, правильним вибором типу та розміщення якого відносно робочої поверхні можна досягнути істотного підвищення рівня бачення рельєфних об'єктів розрізнення за рахунок підвищення контрасту їх з фоном.

Для найбільш вірного вирішення питання кількості освітлювальних приладів в приміщенні існують спеціальні програми для розрахунку освітлення.

Лідером серед програм для світлотехнічних розрахунків є Dialux.

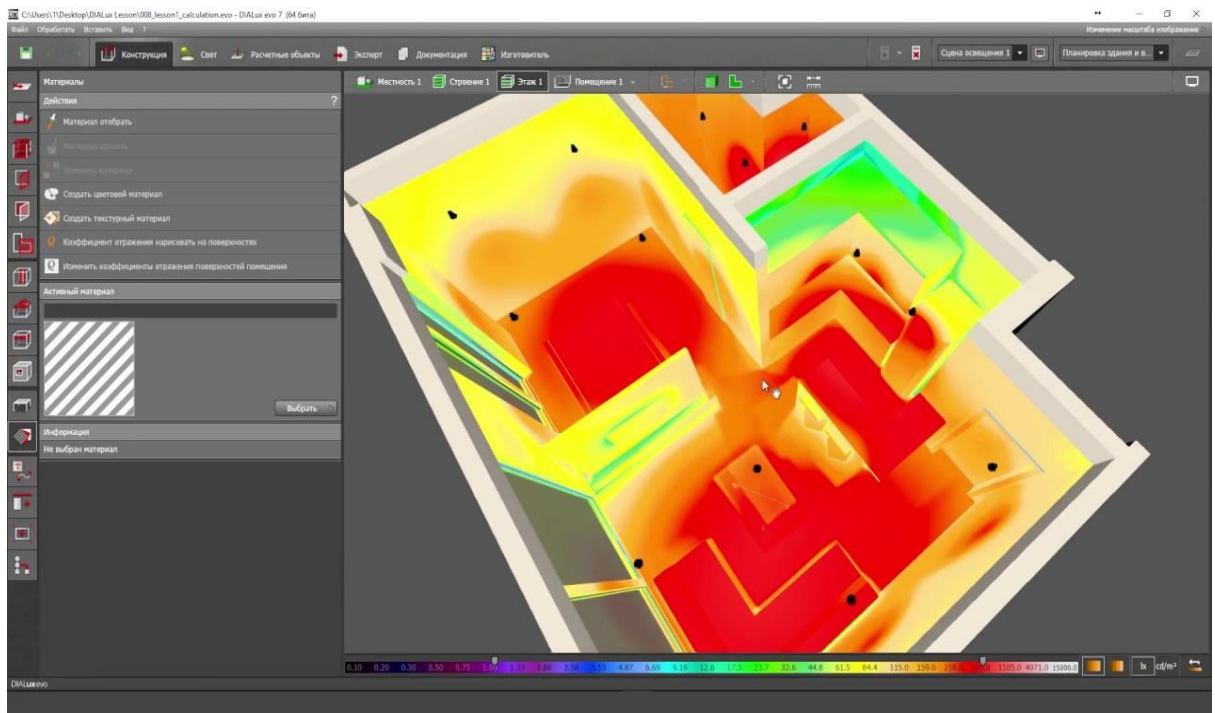


Рис.1.3 Наглядне зображення інтерфейсу програми Dialux Evo.

Проектування систем внутрішнього і вуличного освітлення. Цей програмний продукт підійде не тільки дизайнерам, а і професіоналам освітлювальних систем.

Основними функціями програми є:

1. Розрахунок освітленості.
2. Проектування різних приміщень, фасадів будівель чи об'єктів інфраструктури.
3. Врахування безлічі факторів, що впливають на розрахункові роботи.
4. На підставі даних і вказання світлотехнічного обладнання програма в якості результату видає розподіл освітлення з фіктивними кольорами, таблиці, 3d моделі і тд.
5. Є можливість підгрузки та роботи з будь-якими файлами в форматі .dwg і .dxf, а також .png.

З інших, менш популярних, проте все ж досить багатофункціональних утиліт хотілося б порекомендувати наступні:

- CalcuLuX (від компанії Philips);

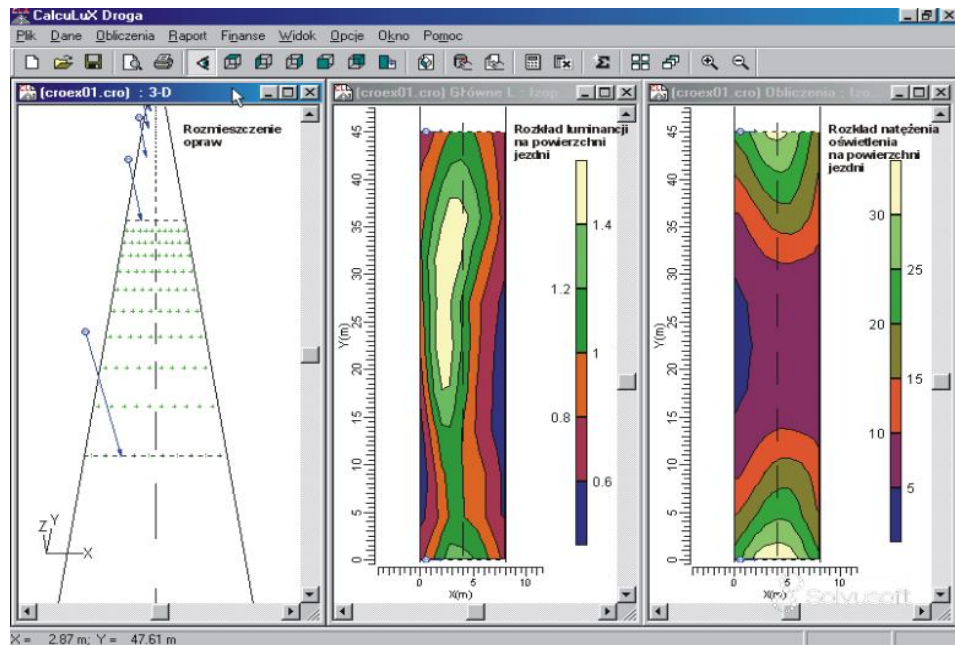


Рис. 1.4. Вигляд інтерфейсу CalcuLuX (від компанії Philips)

- Ulysse (від компанії Schreder);
- NanoCAD Електро;

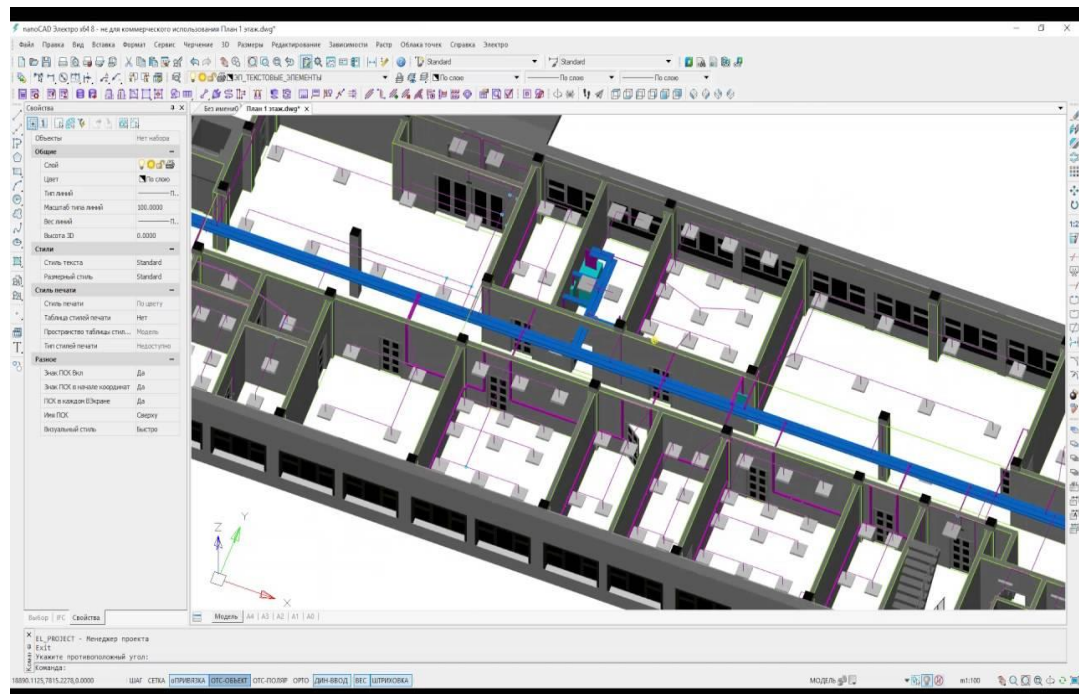


Рис. 1.5. Зображення інтерфейсу NanoCAD Електро

- КОМПАС. Електропостачання: ЕС / ЕМ. Ця програма допоможе не тільки виконати світлотехнічні розрахункові роботи, але і стане відмінною програмою для складання електричних схем (в тому числі і в частині електропостачання).

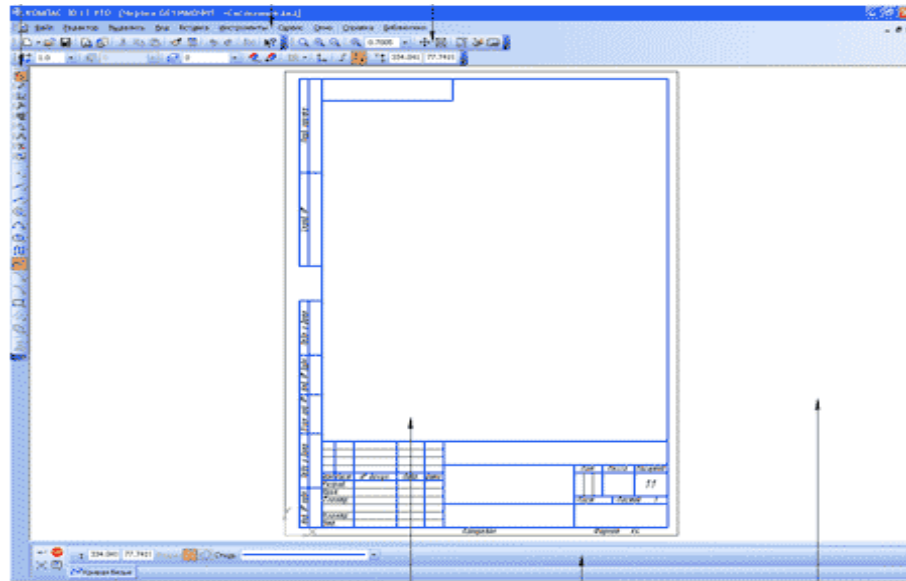


Рис.1.6. Интерфейс программы «Компас»

Штучне освітлення споживає значну частину електроенергії, тому в проекті повинен бути виконаний детальний електротехнічний розрахунок.

Інженери-світлотехніки а також електрики визначають загальне навантаження на електромережу об'єкта, необхідний перетин кабелю, визначають склад щитів електроживлення і передбачають захист від ураження електричним струмом.

Дана робота повинна бути виконана безпомилково, за всіма правилами електробезпеки, так як недбалість в розрахунках може створити загрозу життю та здоров'ю багатьох людей.

Без сумніву, це один з найважливіших етапів проектування електричного освітлення.

## 1.4 Інформаційні технології проектування електропостачання

Проектування електропостачання – один з етапів підготовки житла до комфортної експлуатації. На сьогодні важливо передбачити можливість автономності електропостачання, а в аварійних випадках, за допомогою генераторів чи на постійній основі завдяки “домашнім” електростанціям що виробляють енергію з альтернативних джерел – це істотно знизить всі витрати і зробить користування житлом більш комфортним. Адже зараз економічність – впливовий фактор в розробці та проектуванні електропостачання.

Таке проектування може бути потрібно не тільки новим будинкам – проводці може знадобитися заміна в старому приміщенні. Це, в першу чергу, безпека і можливість підключення потужнішої техніки, удосконалення системи освітлення і т.д.

Підготовчий етап включає підбір матеріалів – проводки, стабілізаторів і т.д. в спеціалізованих установах порекомендують вам підходящі комплектуючі з урахуванням навантаження і допоможуть підібрати оптимальний по співвідношенню ціни та якості варіант. Від якості комплектуючих безпосередньо залежить безперебійність роботи системи.

В основному широко використовуються освітлювальні мережі змінного струму з заземленою нейтраллю з напругою не вище 380/220 В.

Мережі з ізольованою нейтраллю з напругою не вище 220 В, при постійному струмі не більше 220 В, використовуються в основному в спеціальних установках при підвищених вимогах до електробезпеки, а постійний струм – для резервного живлення особливо відповідальних освітлювальних установок та в спеціальних електроустановках.

Для живлення світильників місцевого стаціонарного освітлення з світлодіодними лампами в приміщеннях без підвищеної небезпеки рекомендується використання напруги не вище 220 В.

Живлення освітлювальної мережі здійснюється від трансформаторів. При напрузі силових приймачів 380 В живлення установок повинно здійснюватись від трансформаторів 380/220 В, спільних для силового та освітлювального навантаження.

В приміщеннях небезпечних та особливо небезпечних вводяться обмеження з використання напруги 127 та 220 В для світильників загального освітлення з лампами розжарювання. Одне з них полягає в тому, що при висоті установки світильника менше 2,5 метри конструкція їх повинна виключати можливість доступу до ламп без використання будь-якого пристосування чи інструмента. Це викликано необхідністю підвищення електробезпеки людей, не кваліфікованих в області обслуговування електроустановок. Воно не обов'язкове для спеціально підготовленого персоналу.

Використання самостійних освітлювальних трансформаторів необхідне лише тоді, коли силове навантаження викликає недопустимі коливання напруги або напруга 380/220 В – 220/127 В не можна прийняти за умовами безпеки.

Сполучення трансформаторів для силового і освітлювального навантаження зменшує їх загальну кількість та сумарно встановлену потужність, скорочує кількість апаратури та об'єм приміщень підстанції, а також дозволяє спростити загальну схему електропостачання.

Існує багато програм, які полегшують роботу проектування електрикам:

1. AutoCAD Electrician. Цей додаток до однієї з популярних програм для креслення AutoCAD. Ця програма має велику кількість вбудованих бібліотек та функцій. Є можливість створювати відразу кілька проектів зі спільним доступом різних користувачів. Для коректної роботи потрібно виконати безліч налаштувань, це полегшує роботу. Унікальна особливість додатку полягає в наявності інтелектуальної системи, яка може аналізувати проект, відстежувати можливі помилки проектувальника та виправляти їх.

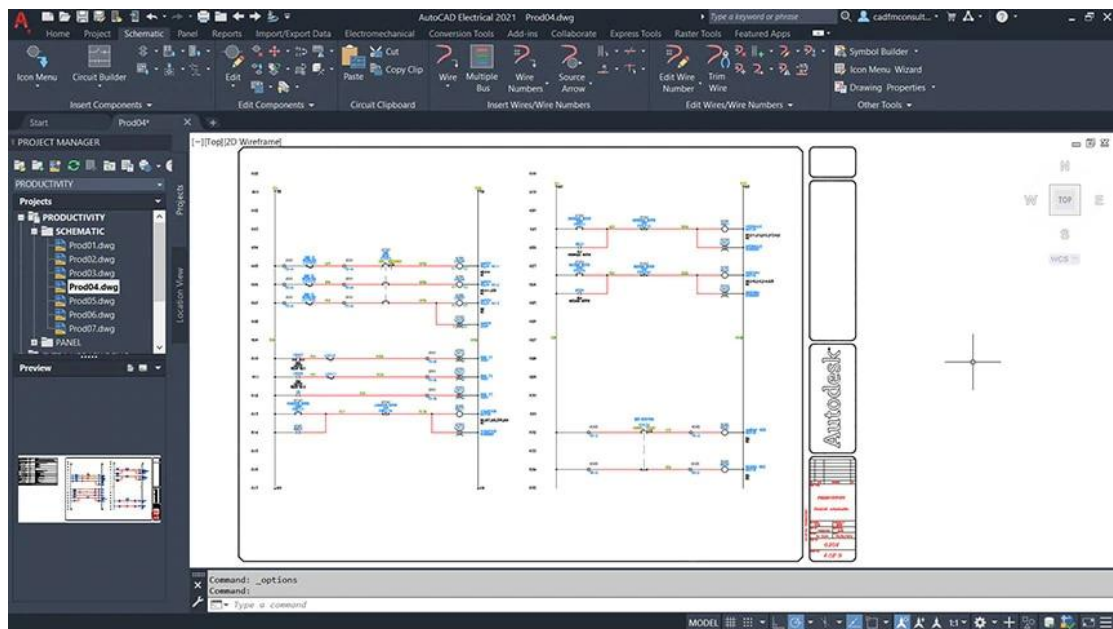


Рис.2.3. Інтерфейс AutoCAD Electrician

2. sPlan. Ця програма використовується для моделювання розводки електропроводки. Програмний пакет включає безліч готових бібліотек електронних компонентів. Офіційно додаток випускається тільки англійською мовою. Інтерфейс інтуїтивно зрозумілий, тому, навіть без знання мови, розібратися не складе труднощів.
3. КОМПАС-Электрик. Цей додаток до програми КОМПАС-3D або КОМПАС-Графік, розроблений для проектування електричних схем різної складності. Програма широко використовується професіональними електриками на території країн СНД. Вона має великі бібліотеки електронних компонентів з урахуванням вимог ЄСКД та ГОСТів. Також можна завантажувати власні шаблони елементів. Додаток складається з двох компонентів: бази даних та редактора схем та звітів. Окрім схем, є можливість створювати специфікації та таблиці.



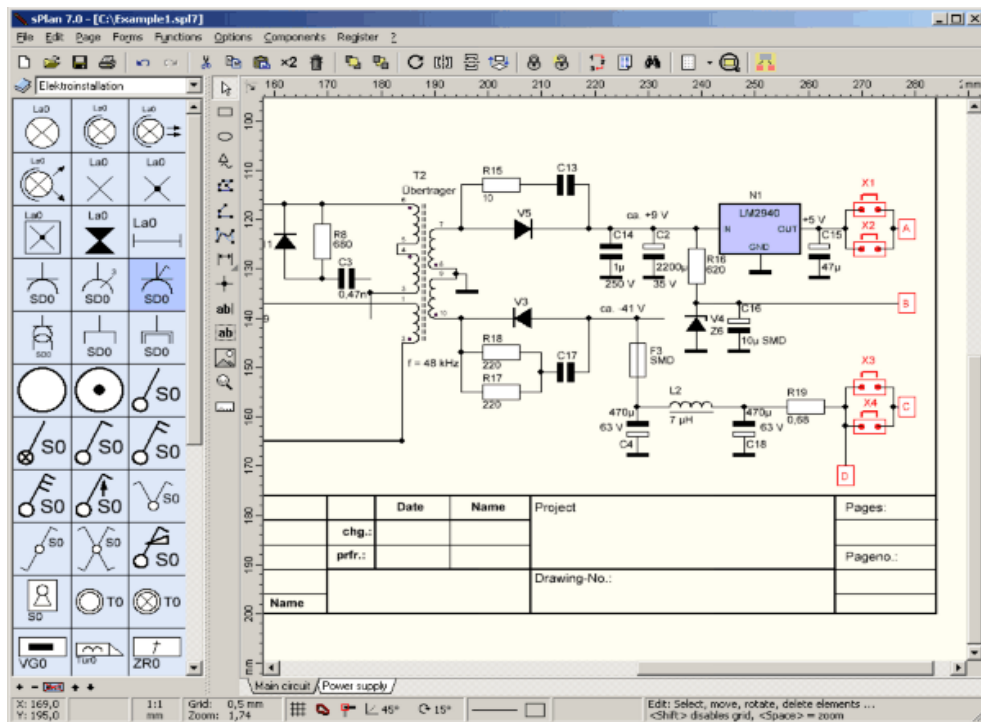


Рис.2.4. Інтерфейс sPlan

4. Eagle (Easily Applicable Graphical Layout Editor). Це пакет програм для складання принципових електричних схем та трасування друкованих плат. Додаток включає в себе три основні компоненти:
  - 4.1. Schematic Module — дає змогу створювати електросхеми з використанням стандартних елементів;
  - 4.2. Layout Editor — допомагає користувачеві вручну створювати креслення друкованих плат;
  - 4.3. Autorouter — призначено для автоматичного трасування друкованих плат.

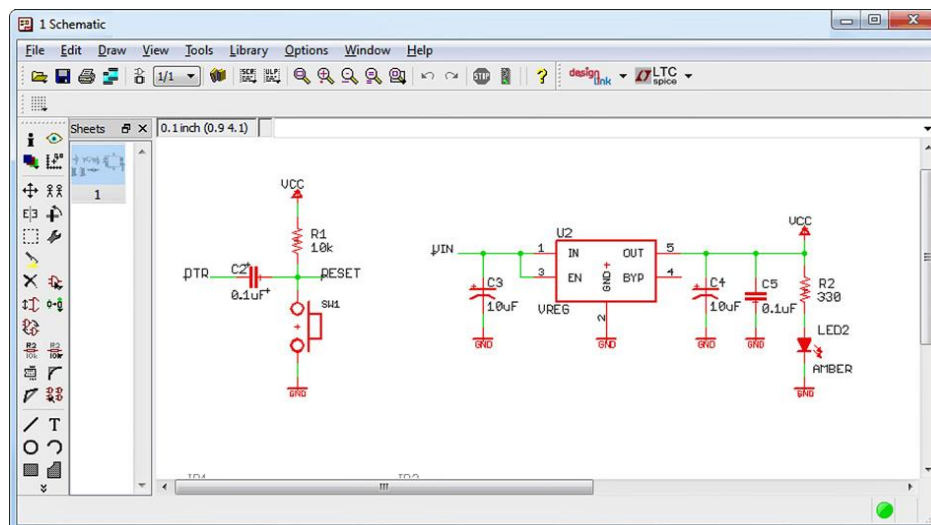


Рис.2.5. Інтерфейс програми Eagle

## Висновки

Близько третини від всього енергоспоживання займає побутовий сектор. При проектуванні електропостачання важливо враховувати всі фактори, включаючи електричні навантаження, струми, розрахунок перерізу проводів, втрати напруги та оптимізацію для його економного та безперебійного споживання.

При розрахунках не потрібно створювати формули, існують стандартні методи. В першу чергу визначаються електричні навантаження, тому що саме це число визначає вибір всіх елементів електропостачання. З часом інформаційні технології все більше входять в повсякденне життя, тож при проектуванні електропостачання вони теж мають місце. Вже існує деяка кількість програм, що спрощують виведення результатів при проектуванні інженерам завдяки автоматизації розрахунків.

Головне – при забезпеченні живлення приміщень і будівель проводяться індивідуальне проектування і розрахунки живлення і освітлення з урахуванням особливостей конкретних приміщень і будівель (конструкції будівлі, конструкції приміщень, загальної системи прстачання живлення, вимог до живлення,

обладнання тощо). Це дозволяє проводити оптимізацію енергопостачання та освітлення з забезпеченням мінімізації втрат електричної енергії і забезпечення необхідної техніки безпеки.

## РОЗДІЛ 2

# ПРОЕКТУВАННЯ СТРУКТУРИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ГОТЕЛЮ В ІНФРАСТРУКТУРІ АЕРОПОРТУ

### 2.1. Стисла характеристика об'єкту

При проектуванні і будівництві готелю потрібно детально ознайомитись з питанням, що стосується того, як обрати проект і які параметри важливі. Перед розробкою проекту майбутнього готелю потрібно оцінити земельну ділянку, наявність підземних вод, а також особливості клімату в зоні будівництва.

Не менш важливий фактор - визначитися з параметрами номерів та їх кількості. Для цього необхідно оцінити кількість постояльців в майбутньому, для яких буде розрахований комплекс. Крім того, слід визначити тип системи електропостачання та перелік послуг, які будуть надаватися гостям готелю. Це може бути спортивний зал, баня, сауна, ресторан або бар. Після детального планування та обговорення параметрів майбутнього готелю буде найбільш продуктивним проектування освітлення.

Аеровокзали, їдальні, готелі слід проектувати з урахуванням вимог до громадських будівель відповідно до СНіП 1.02.01-85 та 2.08.02-85.

Під час проектування будівель аеропортів слід враховувати норми, затверджені НТД. Будівлі та споруди аеропортів мають проектуватися з урахуванням вимог цивільної оборони.

Аеропорт, що розраховується, знаходиться на стадії проектування. В подальшому буде виконаний на території аеропорту, такі готелі мають назву «аеротелі».

Будівля має 3 повноцінних спроектованих поверхи, а загальна площа – 325м<sup>2</sup>, що надають особливої масштабності всій будові та буде розташовуватись

на ділянці аеропорту, що ніяким чином не загрожує життю чи здоров'ю проживаючих там людей.



Рис.2.6. Проект трьохповерхового готелю на території аеропорту

На кожному поверсі готелю розташовуються номери для гостей і коридор. У кожному номері передбачена наявність санвузла. Зручне розташування кожно з приміщень і затишна атмосфера зробить відпочинок гостей в такому готелі приємним та комфортним.

Оздоблення готелю виконано за сучасними тенденціями, що сприяє комфортному перебуванню гостей та обслуговуючого персоналу. Коефіцієнти відбиття поверхонь – високі.

Для підсвічування елементів декоративного оздоблення інтер'єру доцільно використовувати загальне освітлення приміщення або зони. Спеціальне (локальне) освітлення декоративних елементів доцільне лише в тому разі, якщо воно є органічною частиною композиції декоративного оздоблення інтер'єру. У вестибюлях, холах необхідне рівномірно розсіяне освітлення; сходи доцільно

виділяти більш інтенсивним і контрастним світлом як елемент, що пов'язує дві різні частини готелю: громадську і житлову; освітлення коридорів повинне сприяти швидкій орієнтації відвідувачів. При цьому основний потік світла повинний бути спрямований на двері номерів.

Місцеве освітлення призначається для освітлення робочих місць: бюро оформлення, місця відпочинку, столу чергового по поверху, тощо.

Місце адміністратора і бюро оформлення вважається добре освітленим, якщо його не затіняють ані працюючий, ані відвідувачі, якщо немає відбиття від паперу, ключів та інших блискучих і яскравих предметів. При цьому необхідно, щоб джерело світла залишалось схованим від очей.

Світло в холі повинно бути м'яким, розсіяним. Крім загального освітлення, тут повинне бути також передбачене освітлення місцеве: настільні світильники, підвіси або торшери з ков-паками з матеріалів, що розсіюють світло, а також вбудовані пристрої розсіяного і відбитого світла.

Місце чергового по поверху вважається добре освітленим, якщо працюючий також не затіняє робочу поверхню; має бути передбачене освітлення місця для ключів, пошти й ін. Дотримання цих умов досягається розташуванням освітлювального приладу з лівого боку, згори або спереду. При цьому світильник повинний бути широкого світлорозподілу із застосуванням розсіювача (щоб уникнути осліплення).

Таким чином, у різних приміщеннях вестибюльної групи повинні бути передбачені різні освітленість і насиченість світлом простору. Тому найбільш доцільною вважається локалізована система освітлення, ефективна не лише з погляду архітектурно-художнього, але і з експлуатаційних розумінь.

Готельні послуги є невід'ємною складовою діяльності підприємств, пов'язаних з авіаційними перевезеннями. Готелі в аеропортах (аеротелі) можуть мати різні категорії, місткість, поверховість, але місцезбудівні, архітектурні, планувальні, інженерні рішення повинні створювати належні умови перебування

всередині них. Визначальним при цьому є врахування негативних впливів наближеності до злітно-посадкової зони, розташування транспортних та пересадкових вузлів та іншого.

В той же час, аеропорт – складне за функціонуванням транспортне підприємство, робота якого супроводжується витратами енергоресурсів та потребує контролю за довкіллям. Тож, одна з основних вимог – розміщення аеротелю у сприятливих умовах набуває особливої уваги ще на стадії креслення проекту.

При виборі системи штучного освітлення необхідно брати до уваги особливості приміщення. Особливості приміщень громадського призначення готелів полягають у такому:

- єдність простору вестибюльної групи приміщень;
- поділ єдиного простору на окремі приміщення і зони;
- різний характер приміщень: парадний - вестибюля, інтимний - холів, офіційний - бюро оформлення тощо;
- чіткість орієнтування приїжджаючих.

Освітлення необхідне для виділення декоративних елементів інтер'єру. Разом з тим світло саме може бути декоративним елементом. В останньому випадку використовуються такі його властивості, як яскравість, світловий ритм, кольоровість, за допомогою яких можна створити ілюзію декоративної обробки поверхні. Якщо рівна поверхня асоціюється з незмінною її яскравістю, то рельєфна здається різною за яскравістю (грані рельєфу утворюють різкий перехід яскравостей, криволінійні форми - поступовий перехід від однієї яскравості до іншої).[1]

В ході дипломного проекту буде розроблено електрозабезпечення всієї будівлі готелю для того, щоб забезпечити безперебійну роботу електромереж та безпосередньо освітлення.

## 2.2. Вибір напруги та джерел живлення

В наш час для живлення споживачів в будівлях, включаючи і будівлі готелів, використовуються два типи енергопостачання, які різняться типом використовуваного заземлення - TN-S і TN-C-S.

Спосіб TN-S (рис. 2.7) полягає в тому, що при подачі електричної енергії з підстанції нульовий захисний і нульовий робочий провідники розділені на всьому їх протязі до споживачів.

Суть способу TN-C-S (рис. 2.7) заключається в тому, що при подачі електричної енергії з підстанції, застосовується комбінований нульовий провідник PEN, який з'єднаний з глухою заземленою нейтраллю, тобто нульовий захисний і нульовий робочий провідники суміщені в одному провіднику на всьому його протязі. На ввводі в будівлю він розділяється на два провідники: нульовий захисний PE і нульовий робочий N.

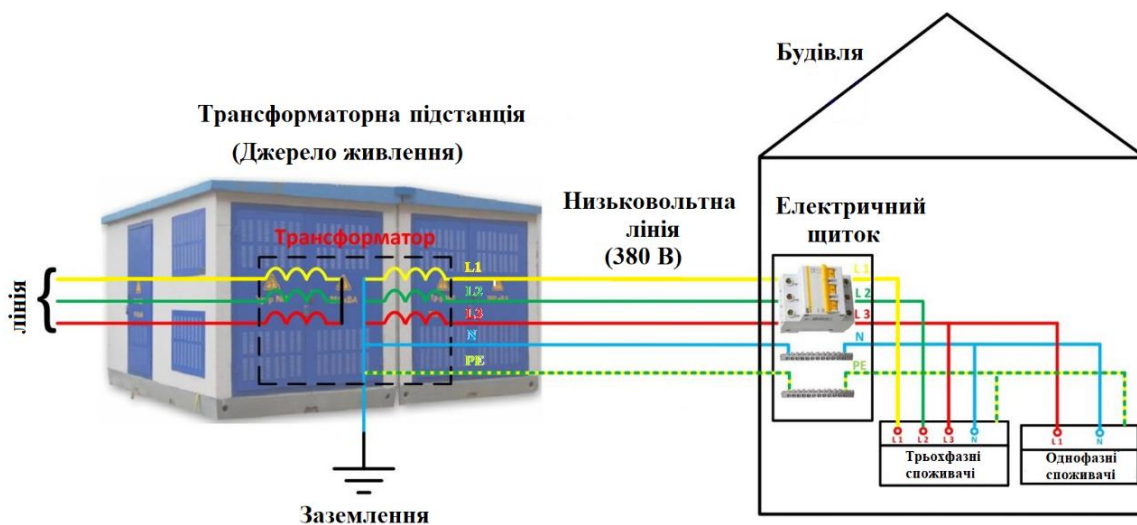


Рис. 2.7 Загальна схема живлення будівлі за способом TN-S

Такі способи енергопостачання використовуються при живленні в будівлях як освітлення, так і живлення різного роду електричного обладнання.



При освітленні широко використовуються освітлювальні мережі змінного струму з заземленою нейтраллю з напругою не вище 380/220 В.

Мережі з ізольованою нейтраллю з напругою не вище 220 В, при постійному струмі не більше 220 В, використовуються в основному в спеціальних установках при підвищених вимогах до електробезпеки, а постійний струм – для резервного живлення особливо відповідальних освітлювальних установок та в спеціальних електроустановках.

Для живлення світильників місцевого стаціонарного освітлення з світлодіодними лампами в приміщеннях без підвищеної небезпеки рекомендується використання напруги не вище 220 В.

Живлення освітлювальної мережі здійснюється від трансформаторів. При напрузі силових приймачів 380 В живлення установок повинно здійснюватись від трансформаторів 380/220 В, спільних для силового та освітлювального навантаження.

В приміщеннях небезпечних та особливо небезпечних вводяться обмеження з використання напруги 127 та 220 В для світильників загального освітлення з лампами розжарювання. Одне з них полягає в тому, що при висоті установки світильника менше 2,5 метри конструкція їх повинна виключати можливість доступу до ламп без використання будь-якого пристосування чи інструмента. Це викликано необхідністю підвищення електробезпеки людей, не кваліфікованих в області обслуговування електроустановок. Воно не обов'язкове для спеціально підготовленого персоналу. [2, с.29]

Використання самостійних освітлювальних трансформаторів необхідне лише тоді, коли силове навантаження викликає недопустимі коливання напруги або напруга 380/220 В – 220/127 В не можна прийняти за умовами безпеки. Сполучення трансформаторів для силового і освітлювального навантаження зменшує їх загальну кількість та сумарно встановлену потужність, скорочує

кількість апаратури та об'єм приміщень підстанції, а також дозволяє спростити загальну схему електропостачання.

### **2.3. Опис схеми живлення. Вибір марки проводу та способу його прокладання**

Схеми живлення освітлювальних установок повинні забезпечувати:

- необхідний рівень надійності живлення;
- регламентовані рівні напруги і постійність напруги джерела живлення;
- простоту і зручність експлуатації;
- економічність установки.

Вибір схеми живлення виконується тільки при сукупності всіх показників відповідно до конкретних умов освітлення.

Освітлювальні мережі внутрішнього освітлення поділяють на лінії: живильну, що прокладається від трансформаторної підстанції до групових щитків, та групову – від групових щитків до світильників.

За надійністю електропостачання освітлювальні установки поділяються на три категорії:

I категорія – перерва в електропостачанні не допускається або допускається лише на час автоматичного ввімкнення резерву. Такими аварійними джерелами можуть бути: акумуляторні батареї, тощо, а також електричні зв'язки з найближчими незалежними джерелами, які залишаються в роботі при знеструмленні підприємства, а в нормальному режимі не використовуються.

II категорія – допускається перерва в електропостачанні на час, необхідний для ручного вмикання резерву черговим персоналом або виїздною бригадою. Такі установки практично забезпечуються авто-матичним вводом резерву.

III категорія – всі інші освітлювальні установки, в яких допускається перерва в роботі на час ремонту або заміну пошкодженого елемента на протязі доби.

Живлення навантажень III категорії може створюватись від однієї однострумкової підстанції. Всі види навантаження живляться самостійними лініями від шин нижчої напруги підстанції (рис.2.8) або від вводу в будівлю.

Живильна лінія з'єднує джерело живлення з груповими щитками освітлення.

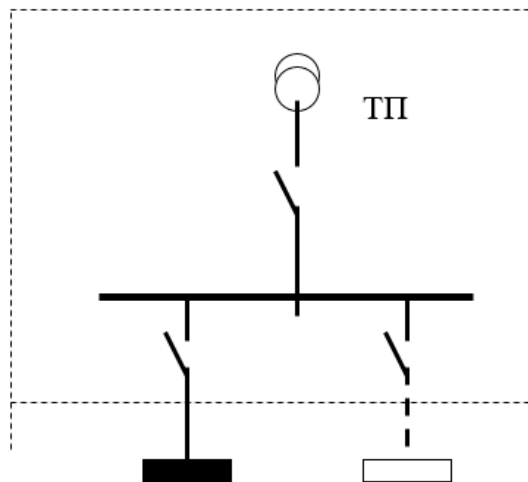
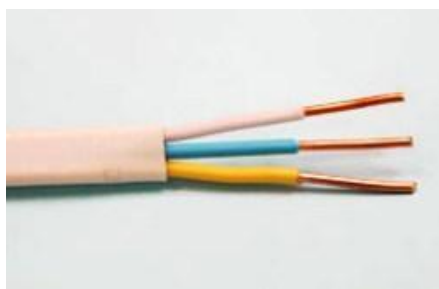


Рис.2.8. Схема живлення освітлення від однієї однострумкової підстанції.

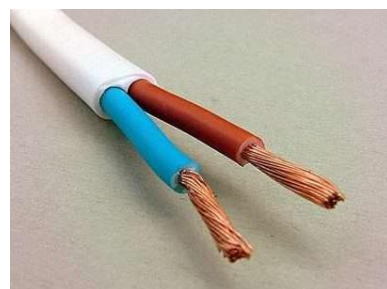
Для розрахунку обираємо схему живлення від однієї однострумкової підстанції.[ 2, с.31]

Використання електрики в нашому житті стало настільки звичним і обов'язковим, що ми вже не уявляємо собі життя без електроприладів. Але не можна забувати, що електрика в будинку – не тільки фактор комфорту, але і джерело підвищеної небезпеки.

При електропостачанні живлення в будинки використовуються різні типи проводів (рис. 2.9) - ПБПП, ПБППг, АПУНП, ППВ, АППВ, АПВ, ШВВП та інші.



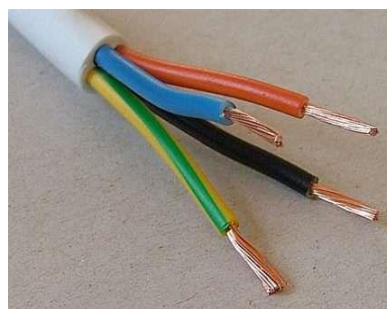
а



б



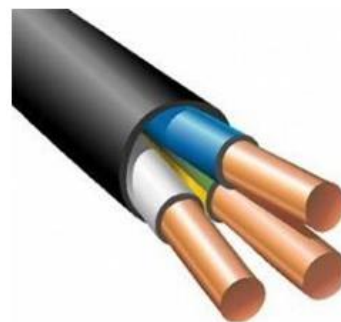
в



г



д



е

Рис. 2.9 Типи проводів, що застосовуються  
для проведення електропроводки:

а -ПБПП; б – ПБППг; в – ПВ; г – ПВС; д - ВБШВ; е – ВВГ

Проводи, що застосовуються при проведенні електропроводки для постачання живлення, різняться між собою за різними характеристиками: діаметром, застосованими матеріалами; температурним режимом роботи; напругою, струмом, ізоляцією, надійністю та іншими параметрами.

Від довговічності та надійності електропроводок залежить безперебійність роботи електроспоживачів, безпека людей і тварин. Вид електропроводки, марку та спосіб прокладання провoda або кабеля вибирають залежно від призначення, цінності та архітектурних особливостей будівлі, умов оточуючого середовища, характеристики та режиму роботи електроприймачів, вимог техніки безпеки та протипожежних правил тощо.

Ізоляція проводів і кабелів в усіх випадках повинна відповідати номінальній напрузі електроустановки, а захисні оболонки - активності оточуючого середо-вища та способу прокладання .

З маркування кабеля можна відразу зрозуміти його характеристики. Букви в абрeвіатурі позначають матеріали, з яких він зроблений, цифри – кількість жил і перетин. Абрeвіатури типу АВВГ або ВВГ – маркування неброньованого провodu або кабелю, або як кажуть майстри, «голоого». Буква А говорить про те, що алюмінієва жила. Якщо вона відсутня, значить, провід мідний.

Для прихованої проводки в стандартних сухих приміщеннях житлового або офісного призначення найчастіше використовуються ВВГ – плоский або круглий шнур з одножильним мідним провідником. У електрокабелі може бути від 1 до 4 жил.

Провід ПРГ встановлюють в місцях, де потрібна підвищена гнучкість для прокладки силових ліній з напругою 600, 1500, 3000, 4000, 5000 В. Жила дроту складається з мідних проволоок, як ізолятор використовується гума. Оболонка виконана з волокон гуми у вигляді обплетення. Розшифровка дроту ПРГ: П - провід, Р - ізолятор гума, Г - гнучкий.

Для данного дипломного проекту використовуємо закрити(сховану) проводку.

Схована електропроводка — прокладена усередині конструктивних елементів будинків і споруджень (у стінах, підлогах, фундаментах, перекриттях,

а також по перекриттях у підготовці підлоги, безпосередньо під знімною підлогою тощо).

При схованій електропроводці застосовуються наступні способи прокладки проводів і кабелів: у трубах, гнучких металевих рукавах, коробах, замкнених каналах і порожнечих будівельних конструкцій, у борознах, що заштукатурюються, під штукатуркою, а також замонолічуванням у будівельній конструкції при їхньому виготовленні.[3]

Вирішуючи питання про застосування групових щитків в тому чи іншому приміщенні, варто орієнтуватися на припустиме для даного середовища конструктивно найбільш просте і дешеве виконання. Розміщуючи щитки, треба по можливості вибирати для їхньої установки приміщення з більш легкими умовами середовища. Конструкція щитка повинна допускати заміну захисних комутуючих апаратів (автоматів, запобіжників, рубильників, вимикачів) без демонтажу щитків. Контактні затискачі для приєднання живильних ліній, що відходять, повинні допускати приєднання як мідних, так і алюмінієвих проводів чи кабелів. Повинна бути забезпечена можливість введення ліній як зверху, так і знизу щитка.

Дверцята щитка повинні вільно відчинятися на кут не менше 120° для забезпечення зручності експлуатації. Дверцята повинні мати вбудований замок, що виключає їх мимовільне відкривання в незамкненому стані і що замикається по бажанню ключем. Відповідно до ПУЕ в щитках для промислових будинків затискачі для приєднання нульових проводів електрично з'єднуються з металевим корпусом.

Промисловістю випускаються щитки з різним ступенем захисту від впливу навколишнього середовища з кількістю модулів для автоматичних вимикачів від 2 до 70.

Групові лінії служать для приєднання світильників до групових щитків.

Групові щитки мають як ввідний апарат захисту, так і апарати захисту на кожен групову лінію, що відходить. Згідно ПУЕ струм захисних апаратів на групових лініях не повинний перевищувати 25А за винятком ліній, що живлять лампи одиничною потужністю 500Вт і більше, у цьому випадку струм захисного апарата не повинний перевищувати 63А. Кількість світильників, що підключається на одну фазу групової мережі для світлодіодних ламп не повинна перевищувати – до 20;

Для встановлення робочого та аварійного освітлення готелю обрано групові щитки ЩА-601, що мають 3-модульне виконання з ввідними автоматами.[4]

#### **2.4. Електротехнічний розрахунок мереж з підбором апаратів захисту**

Формування електричних систем здійснюється за допомогою електричних мереж, які виконують функції передачі енергії та електропостачання споживачів. З урахуванням цього ведеться проектування.

Розрахункові завдання вирішуються за певними формулами за відомою методикою на основі необхідних даних. Вибір найбільш вдалого варіанта електричної мережі випроваджує шляхом теоретичних розрахунків і на основі різних міркувань.[ 2, с.36]

Є можливий варіант рохрахунків:

- визначається потужність на ділянках споживання. Сюди входять кількість споживачів електричної енергії на ділянці, а також кількість освітлювальних приборів та їх потужностей;
- згідно потужностей на ділянці визначаються струми за формулою:

$$I_m = \frac{P}{U} \cos \varphi, \quad (2.1)$$

де  $P$  – потужність на ділянці;  $U$  – напруга живлення, дорівнює 220 В;  $\cos \varphi$  - коефіцієнт потужності ( $\cos \varphi = 1$ );

- у відповідності до результатів розрахунків струмів, відповідно до таблиці даних обирається перетин проводу за двома параметрами: напруги та струму. Таблиця наведена нижче.

Таблиця 2.1

Вибір перерізу проводу в залежності від навантаження

| Прокладання в трубі дроти              |             |                 |       |
|----------------------------------------|-------------|-----------------|-------|
| Перетин<br>проводу,<br>мм <sup>2</sup> | Мідні жили  |                 |       |
|                                        | Струм,<br>А | Потужність, кВт |       |
|                                        |             | 220 В           | 380 В |
| 1                                      | 14          | 3               | 5,3   |
| 1,5                                    | 15          | 3,3             | 5,7   |
| 2                                      | 19          | 4,1             | 7,2   |
| 2,5                                    | 21          | 4,6             | 7,9   |
| 4,0                                    | 27          | 5,9             | 10,0  |
| 5,0                                    | 34          | 7,4             | 12,0  |
| 10,0                                   | 50          | 11,0            | 19,0  |
| 16                                     | 80          | 17              | 30    |

- на кожній ділянці відповідно до проводу, враховуючи його опір, проводиться розрахунок втрат. При цьому опір визначається за формулою (2.2):

$$R = \frac{\rho L}{S}, \quad (2.2)$$

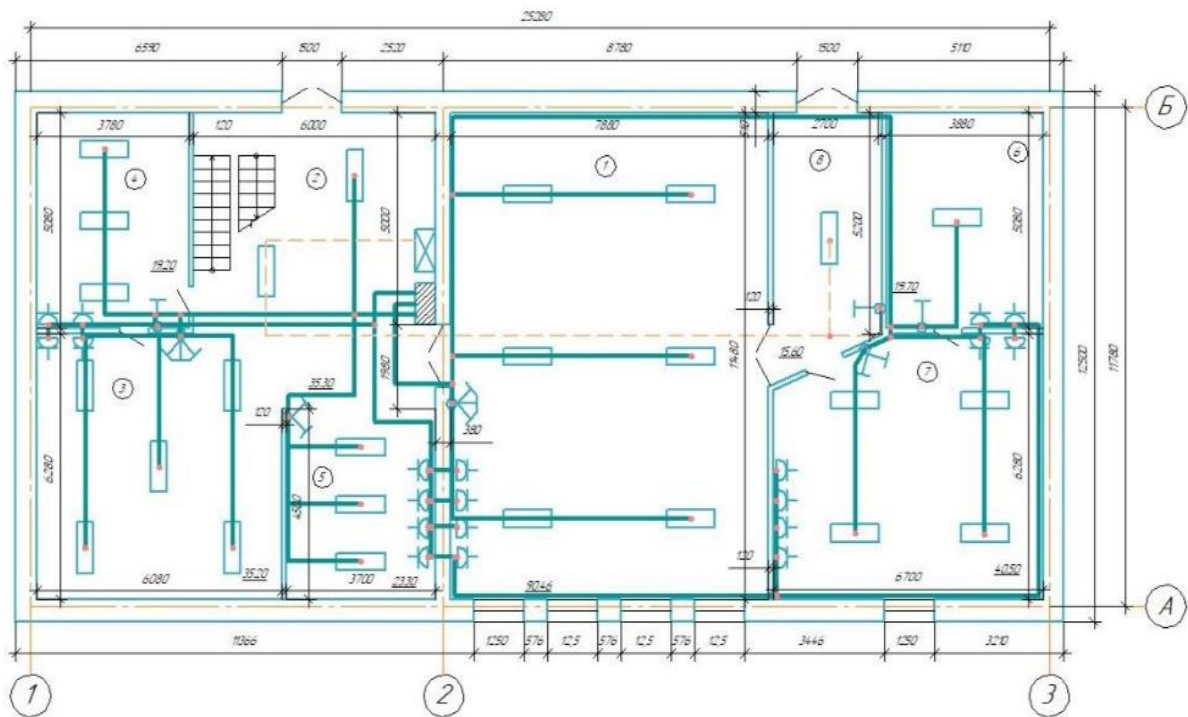


де  $L$  – довжина проводу у м;  $S$  – площа перерізу проводу;  $\rho$  - питомий опір матеріалу. За результатами проведених розрахунків опору проводів і струмів на ділянках проведемо розрахунки втрати напруги на ділянках за формулою 2.3:

$$U_V = IR, \quad (2.3)$$

де  $I$  – максимальний струм на ділянці;  $R$  – опір проводу на ділянці;

- далі потрібно перерахувати втрати у відсотковому відношенні. Згідно вимог по втратам до споживачів допускається не більше 2,5 % на освітленні і 5 % на інших споживачах. Якщо втрати перевищують вказану цифру, відбувається повторний вибір перерізу, більший за попередній
- Після вибору перерізу проводиться повторний розрахунок.



| Експлікація приміщень |                     |       |         | Умовні позначення                                      |                     |
|-----------------------|---------------------|-------|---------|--------------------------------------------------------|---------------------|
| №                     | Найменування        | Площа | Еср. лк | Тип СП                                                 | Графічне зображення |
| 1                     | Зала ресторану      | 94,20 | 200     | Люстра Blitz 9359-48                                   |                     |
| 2                     | Хол                 | 35,30 | 150     | Kanlux RSTR 418 PT-EVG-H                               |                     |
| 3                     | Ресторатура         | 35,30 | 300     | Kanlux RSTR 418 PT-EVG-H                               |                     |
| 4                     | Службове приміщення | 19,23 | 200     | Kanlux RSTR 418 PT-EVG-H                               |                     |
| 5                     | Зона відпочинку     | 23,30 | 200     | Kanlux RSTR 418 PT-EVG-H                               |                     |
| 6                     | Склад               | 23,00 | 75      | Kanlux RSTR 418 PT-EVG-H                               |                     |
| 7                     | Кухня               | 4,15  | 200     | Kanlux RSTR 418 PT-EVG-H                               |                     |
| 8                     | Коридор             | 15,30 | 75      | Kanlux RSTR 418 PT-EVG-H                               |                     |
|                       |                     |       |         | Вимикач одноклавішний                                  |                     |
|                       |                     |       |         | Вимикач двоклавішний                                   |                     |
|                       |                     |       |         | Вимикач трьохклавішний                                 |                     |
|                       |                     |       |         | Автоматичний вимикач з електромеханічним розщеплювачем |                     |
|                       |                     |       |         | Трансформаторна підстанція                             |                     |

Рис.2.10. ділянка АБ з експлікацією приміщени та умовними позначеннями.

Але в дипломній роботі було обрано інший варіант розрахунків. Для повної довжини проводів проведені на всій ділянці АБ (рис. 2.10).

До електричної мережі пред'являються певні техніко-економічні вимоги, з урахуванням яких проводиться вибір найбільш прийняттого варіанту. Други алгоритмом є розрахунок зводиться до вирішення питання: як розподілити допустимі втрати напруги між окремими ділянками мережі, щоб одержати найменший перетин  $S$  провідників ділянки.

Площу поперечного перерізу провідників та кабелів визначають по формулі (2.4):

$$S = \frac{\sum M + \sum sm}{c \Delta U}, \quad (2.4)$$

де  $S$  - перетин даної ділянки мережі, мм<sup>2</sup>;

$\sum M$  - сума моментів даного і всіх наступних ділянок з тим же числом провідників, що і на даній ділянці, квт·м;

$\sum m$  - сума моментів відгалуджень, що живляться через дану ділянку і мають відмінне число ліній від числа ліній даної ділянки, квт·м;

$\alpha$  - коефіцієнт приведення моментів, що залежить від числа проводів на даній ділянці і відгалуджень;

$\Delta U$  - розрахункові втрати напруги, що допускаються від початку даної лінії до кінця відгалуджень, %;

$C$  - коефіцієнт, що залежить від напруги мережі і матеріалу провідників.

Визначаємо моменти навантажень кожної групової лінії. Для цього необхідно перемножити довжину ділянки проводу  $L$  на потужність  $P$ , що встановлена на цій ділянці, тобто [5. с.10]:

$$M = \sum L_i \cdot \sum P_i, \quad (2.5)$$

Знаходимо моменти для групових ліній всіх щитків. Результати розрахунку заносимо до таблиці 2.2

Таблиця 2.2

Моменти групових ліній щитків робочого та аварійного освітлення

| № щитка | № групи | Встановлена потужність, кВт | Приведений момент, кВт·м |
|---------|---------|-----------------------------|--------------------------|
| ОЩ – 1  | 1       | 1,8                         | 67,5                     |
|         | 2       | 0,48                        | 27,12                    |
|         | 3       | 0,648                       | 23,97                    |
| ОЩ – 2  | 1       | 2,34                        | 84,24                    |
|         | 2       | 0,537                       | 44,62                    |
|         | 3       | 0,581                       | 48,8                     |
| ОЩ – 3  | 1       | 2,34                        | 84,24                    |
|         | 2       | 0,537                       | 44,62                    |
|         | 3       | 0,581                       | 48,8                     |
| ОЩА     | 1       | 0,576                       | 31,48                    |

До початку розрахунків приведених моментів живильної освітлювальної мережі, знайдемо потужність силового навантаження. При цьому будемо враховувати, що зазвичай силове навантаження складає 80% від освітлювального. Тоді знаючи, що  $P_{осв} = 10,42$  кВт по формулі (2.6)

$$P_{осв} = P_{ОЩ1} + P_{ОЩ2} + P_{ОЩ3} + P_{ОЩА} \quad (2.6)$$

і склавши пропорцію, визначимо силове навантаження (2.7):

$$P_{сил} = P_{осв} * 80 / 20 \quad (2.7)$$

$$P_{сил} = 10,42 * 80 / 20 = 41,68 \text{ кВт}$$

Тоді загальна потужність трансформатора буде становити:

$$P_{тр} = P_{осв} + P_{сил} \quad (2.8)$$

$$P_{тр} = 10,42 + 41,68 = 52,1 \text{ кВт}$$

Визначимо приведені моменти на кожній ділянці живильної мережі за формулою (2.2).

$$M_{АБ} = P_{АБ} * L_{АБ} = 52,1 * 50 = 2605 \text{ кВт*м}$$

$$M_{БВ} = P_{БВ} * L_{БВ} = 2,928 * 7 = 20,5 \text{ кВт*м}$$

$$M_{БГ} = P_{БГ} * L_{БГ} = 3,458 * 17 = 49,77 \text{ кВт*м}$$

$$M_{БД} = P_{БД} * L_{БД} = 3,458 * 17 = 49,77 \text{ кВт*м}$$

$$M_{БЕ} = P_{БЕ} * L_{БЕ} = 0,144 * 7,2 = 1,037 \text{ кВт*м}$$

Визначимо площу перетину провідників кожної ділянки освітлювальної мережі і дійсних втрат напруги в них.

Ділянка АБ:

$$S_{AB} = \frac{2605 + 1,85 \cdot 327,73}{72 \cdot 5} = 8,92 \text{ ,мм}^2$$

Визначаємо найближче стандартне значення перерізу кабеля в сторону збільшення: [2, с.41]

$$S_{ст AB} = 10 \text{ мм}^2$$

За допомогою формули (2.9) знаходимо втрати напруги на ділянці AB [6,с.12]:

$$U = \frac{M}{C \cdot S_{cm}}, \quad (2.9)$$

$$U_{AB} = \frac{2605}{72 \cdot 10} = 3,62\%$$

Тоді можемо визначити допустимі втрати напруги, які будуть на ділянці, починаючи з точки Б:

$$U_B = 5,0 - 3,62 = 1,38 \%$$

Де 5,0 – втрати напруги в трансформаторі. При розрахунку наступних ділянок замість цього значення підставляємо значення втрат напруги попередньої ділянки. Таким чином визначаємо площу перерізу провідників та втрати напруги для кожної ділянки живильних, розподільчих та групових мереж.

Розраховуємо струм кожної ділянки мережі. Для цього скористаємося наступними формулами:

$$I_p = \frac{P \cdot 10^3}{3 \cdot U_\phi \cdot \cos \varphi} \quad (2.10)$$

для живильної й розподільчої мереж.

Всі ділянки для розрахунків зображено в Додатках до Дипломної роботи.

Розрахунки всіх ділянок живильної, розподільчої та групової мереж заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3

Розрахунок площі перерізу кабелів та проводів

| Ділянка | Spозр<br>, мм2 | Sст,<br>мм2 | Уділ,<br>% | U□,<br>% | Iрозр,<br>А | Ід.д.,<br>А | Тип кабеля,<br>провода |
|---------|----------------|-------------|------------|----------|-------------|-------------|------------------------|
| АБ      | 8,92           | 10          | 3,62       | 1,38     | 88,3        | 90          | ВРБ-4(1x10)            |
| БВ      | 0,66           | 1,5         | 0,18       | 1,2      | 4,96        | 23          | ПРГ-3(1x10)            |
| БГ      | 1,07           | 1,5         | 0,54       | 0,84     | 5,86        | 23          | ПРГ-3(1x10)            |
| БД      | 1,07           | 1,5         | 0,54       | 0,84     | 5,86        | 23          | ПРГ-3(1x10)            |
| БЕ      | 0,17           | 1,5         | 0,009      | 1,371    | 0,98        | 23          | ПРГ-3(1x10)            |
| ОЩ – 1: | 6,23           | 10          | -          | -        | 5,7         | 10          | ПРГ-3(1x10)            |
|         | 2,5            | 2,5         | -          | -        | 6,46        | 10          | ПРГ-3(1x2,5)           |
|         | 2,2            | 2,5         | -          | -        | 6,05        | 10          | ПРГ-3(1x2,5)           |
| ОЩ – 2: | 11,12          | 10          | -          | -        | 7,46        | 8           | ПРГ-3(1x10)            |
|         | 5,88           | 6           | -          | -        | 7,46        | 8           | ПРГ-3(1x6)             |
|         | 6,44           | 10          | -          | -        | 5,7         | 8           | ПРГ-3(1x10)            |
| ОЩ – 3: | 11,12          | 10          | -          | -        | 5,6         | 8           | ПРГ-3(1x10)            |
|         | 5,88           | 6           | -          | -        | 5,7         | 8           | ПРГ-3(1x6)             |

|          |      |    |   |   |     |   |             |
|----------|------|----|---|---|-----|---|-------------|
|          | 6,44 | 10 | - | - | 5,6 | 8 | ПРГ-3(1x10) |
| ОЩА – 1: | 2,54 | 4  | - | - | 3,4 | 4 | ПРГ-3(1x4)  |

Всі електричні мережі повинні мати захист від струму короткого замикання. Даний захист повинен забезпечувати най-менший час вимкнення і вимогу селективності. Захист освітлювальних мереж здійснюється запобіжниками або вимикачами, що називаються апаратами захисту.

Апаратом захисту - апарат, що автоматично вимикає електричну мережу, що захищається, при аномальних режимах.

Апарати захисту призначені для запобігання пожежонебезпечним наслідкам ненормальних режимів роботи, а саме: розплавленню і загорянню ізоляційних матеріалів; розплавленню металу провідників і розлітання крапель, нагрітих до високої температури; тривалому горінню електричної дуги, температура якої може сягати +4000 °С; обриву ділянок електропроводки в результаті динамічного впливу струмів КЗ; передчасному старінню ізоляції.

Для захисту внутрішньої мережі приміщень використовуються, як правило, автоматичні вимикачі, обладнання захисного відключення (ОЗВ), диференційні автомати, реле напруги:



Рис. 2.11 Засоби захисту внутрішньої мережі приміщень

Реле напруги (РН) призначене для відключення внутрішньої мережі при неприпустимих коливаннях напруги з наступним автоматичним включенням після його відновлення. Головним параметром реле напруги є швидкодія. Це досить ефективне обладнання для захисту встаткування при аварійних ситуаціях. Залежно від навантаження обладнання можуть бути розраховані на номінальні струми в 16; 30; 40; 60; 80 А. Ця характеристика позначає силу струму, яку реле здатне пропустити без виходу з ладу. Реле напруги вибирають за значенням номінального струму в ланцюзі з 20-30%-ним запасом. Тобто, якщо головний автоматичний вимикач має номінальний струм в 25 А, те реле напруги повинне бути розраховано на 32 або 40 А. Звичайно в будинках і квартирах досить 30 або 40 А, що відповідає потужності приблизно 6 і 8 кВт.

Автоматичний вимикач служить для захисту проводки від струмів перевантаження й короткого замикання. ОЗВ є ефективним засобом захисту від поразки електричним струмом і виникнення пожеж, пов'язаних з порушенням проводки. Включення в схему реле напруги дозволяє забезпечити надійний захист дорогого встаткування від аварійних стрибків напруги.

Вибір автоматичного вимикача виконується в першу чергу по припустимій величині номінального струму для проводки. Автоматичний вимикач служить для захисту від надструмів саме електропроводки, що йде до розетки, а не підключеного до неї встаткування. Не захищає автоматичний вимикач і людей від поразки електричним струмом. Тому номінальний струм автоматичного вимикача вибирається, насамперед, виходячи з можливостей проводки й у жодному разі не повинен перевищувати максимально припустимий струм для даного перетину проведення.

Для побутових мереж виготовляються автоматичні вимикачі з номінальними струмами 6; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63 А

При виборі автомата необхідно враховувати також клас приладу, його, що відключає здатність і клас струмообмежувача. Автоматичні вимикачі класу В



необхідно застосовувати для захисту ланцюгів з лампами розжарювання й нагрівальними приладами. Для всіх інших побутових навантажень використовують автомати з характеристикою С. На рис.2.12 зображений автоматичний вимикач на 16 А, класу С із здатністю, що відключає, до 4500А.

Серед автоматичних вимикачів різних виробників найбільше поширення одержали обладнання серії ВА фірм ІЕК, ДЭК, ИНТЭС, ЕКФ.



Рис. 2.12. Автоматичний вимикач на 16 А, класу С

ОЗВ виготовляють електромеханічні й електронні. Електромеханічні ОЗВ відрізняються високим ступенем надійності й здатні гарантовано спрацьовувати при будь-якому рівні напруги в мережі. Робота електронних ОЗВ залежить від стабільності напруги в мережі. Однак найчастіше вони працюють цілком стабільно, тому перевага віддається електронним.

Основними характеристиками ОЗВ є струм витоку (струм спрацьовування), час спрацьовування й максимальний величина струму короткого замикання. При виборі типу ОЗВ (АС, А, В, S, G) слід урахувати характер навантаження в групі, що захищається. Вибір ОЗВ можна виконати, використовуючи значення номінального струму в ланцюзі конкретної групи. Номінальний струм ОЗВ вибирається з наступного ряду; 10; 13; 16; 20; 25; 32; 40; 63; 80; 100; 125 А

Для захисту УЗО від струмів короткого замикання й струмів перевантаження перед ним обов'язково встановлюється автоматичний вимикач. При цьому номінальний струм УЗО повинен бути на щабель більше.

Замість комбінації із двох обладнань (ОЗВ і автомат відключення) можна використовувати диференціальний автомат, що поєднує в собі функції обох приладів. Такий розв'язок у значній мірі спрощує їхній вибір і монтаж.

Апарати захисту варто розташовувати по можливості в доступних для обслуговування місцях таким чином, щоб була виключена можливість їхнього механічного ушкодження. Апарати захисту встановлюються в наступних пунктах освітлювальної мережі:

- у місцях приєднання мережі до джерела живлення;
- на вводах в будинок;
- на групових щитках;
- -у місцях зменшення перетину проводу в напрямку електричного приймача.

Апарати захисту повинні надійно вимикати значні перенавантаження та не створювати несправжніх вимикань.

Захисні апарати вимикають лінії при струмах короткого замикання в мінімальний час та з дотриманням вимоги селективності. В мережах, що захищаються від перенавантажень, захист при коротких замиканнях надійно виконується апаратами, вибраними за умовами важливого навантаження.

Для мереж, не захищених від перенавантажень, в установках з глухим заземленням нейтралі при замиканнях в дво- та трифазних мережах з ізольованою нейтраллю вимикання забезпечується, якщо струм короткого замикання перевищує номінальний плавкої вставки запобіжника або розмикача автомата не менше, ніж в три рази.

В усіх випадках переріз проводів незахищеної ділянки повинен пропускати розрахунковий струм розгалуження та бути не менше перерізу провідника після

захисного апарату. В нульових провідниках захисні та вимикаючі апарати не встановлюються, за виключенням нульових провідників двопровідних ліній в пожежонебезпечних приміщеннях. [2, с.42]

В проектуванні освітлення готелю з урахуванням розрахунків варто обрати апарати захисту: для ділянки АБ з кабелем ВРБ- 4(1×10) обираємо S290-В, для ділянки БВ з кабелем ПРГ-3(1×10) – S290-В, для ділянок БГ та БД з кабелем ПРГ-3(1×10) – S290-В, та для ділянки БЕ з кабелем ПРГ-3(1×10) – S290-С.

Таблиця 2.4

Перевірка струмі апаратів захисту.

| Ділянка | Розраховане значення струму I, А | Іа.в., А | Тип автоматичного вимикача |
|---------|----------------------------------|----------|----------------------------|
| АБ      | 88,3                             | 90       | S 290-В                    |
| БВ      | 4,96                             | 6        | S 264-В                    |
| БГ      | 5,86                             | 6        | S 264-В                    |
| БД      | 5,86                             | 6        | S 264-В                    |
| БЕ      | 0,98                             | 1        | S 264-С                    |
| ОЩ – 1: |                                  |          |                            |
| 1       | 9,09                             | 10       | S 264-В                    |
| 2       | 2,42                             | 2,5      | S 264-В                    |
| 3       | 3,27                             | 4        | S 264-В                    |
| ОЩ – 2: |                                  |          |                            |
| 1       | 11,81                            | 16       | S 264-В                    |

|         |       |    |         |
|---------|-------|----|---------|
| 2       | 2,71  | 4  | S 264-B |
| 3       | 2,61  | 4  | S 264-B |
| ОЩ – 3: |       |    |         |
| 1       | 11,81 | 16 | S 264-B |
| 2       | 2,71  | 4  | S 264-B |
| 3       | 2,61  | 4  | S 264-B |
| ОЩА:    | 6,8   | 8  | S 264-C |

### **Висновки**

Проектований готель знаходиться на території аеропорту, тож потрібно враховувати всі його особливості. Ще на стадії розробки будівля пройшла всі можливі перевірки та утвердження.

Для електротехнічного розрахунку була обрана напруга та схема живлення з врахуванням всіх норм, що прописані в діючих нормативних документах. Схема живлення за результатами розрахунків відповідає вимогам та забезпечує необхідний рівень надійності живлення, регламентовані рівні напруги і постійність напруги джерела живлення, зручність експлуатації та економічність всієї установки, що є вагомим фактором подальшої експлуатації готелю.

В будівлі обрані проводи, типи яких підходять за розрахунками та нормами, це підвищує надійність електропостачання.

Проведення електротехнічного розрахунку може проводитись декількома способами. В дипломній роботі наведено декілька способів, один з яких обрано основним для розрахунків. Також важливим чинником надійності подальшої експлуатації будівлі є апарати захисту, які повинні надійно вимикати значні перенавантаження та не створювати несправжніх вимикань. Для захисту освітлювальних мереж використовуються автомати з тепловими та

комбінованими нерегулюючими розмикачами і лише на щитах підстанцій використовуються автомати з комбінованими регульованими розмикачами, таке рішення є сучасним та практичним.

## РОЗДІЛ 3

# ОПТИМІЗАЦІЯ СВІЛОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ГОТЕЛЮ В ІНФРАСТРУКТУРІ АЕРОПОРТУ

### 3.1. Аналіз зорових задач та характеристика об'єкту

Штучне освітлення в приміщеннях готелів виконує утилітарну й естетичну функції.

Утилітарна функція визначається гігієнічними нормами, що забезпечують нормальну зорову працездатність людини.

Естетична функція визначається архітектурно-художніми вимогами. Штучне освітлення виявляє і підкреслює внутрішній простір і тектонічну систему, масштабність інтер'єру, забезпечує єдність стилістичного вирішення за допомогою форм світильників і їхнього світлорозподілу.

Рівень освітленості приміщення визначає його комфортність, що залежить від обраного прийому освітлення.

Сучасні принципи пристроїв штучного освітлення залежать від об'ємно-просторового вирішення приміщення і його функцій. Функції приміщення впливають на вибір прийому освітлення, що визначає види джерел світла і світильників, їхній світлорозподіл і місце розташування, декоративність і систему освітлення. У приміщеннях готелів можуть використовуватися як загальні, так і місцеві системи освітлення.

Виконуючи утилітарне призначення, штучне освітлення бере участь одночасно в загальній композиції інтер'єру. Освітлення впливає на зорову оцінку інтер'єру - сприйняття його просторового і планового вирішення. Роль світла як художнього засобу особливо велика в архітектурі інтер'єру настільки складного комплексу, якими є приміщення громадського призначення готелів.

Вирішальне значення для художньої і психологічної оцінки штучного освітлення мають такі фактори: насиченість приміщення світлом, яскравість поверхні та її розподіл.

Різні варіанти насиченості світлом і розподілу яскравостей надають приміщенню індивідуальний характер, завдяки чому той самий інтер'єр може сприйматися при різних системах освітлення по-різному.

При виборі системи штучного освітлення необхідно брати до уваги особливості приміщення. Особливості приміщень громадського призначення готелів полягають у такому:

- єдність простору вестибюльної групи приміщень;
- поділ єдиного простору на окремі приміщення і зони;
- різний характер приміщень: парадний - вестибюля, інтимний - холів, офіційний - бюро оформлення тощо;
- чіткість орієнтування приїжджаючих.

Крім, власне, освітлення, світло може виконувати також композиційні завдання. За допомогою освітлення можна зонувати приміщення. Це може бути досягнуто різним шляхом. На-приклад, для цієї мети може бути використана комбінована система освітлення. Тут загальне освітлення здійснюється вбудованими крапковими світильниками, місцеве - підвісними світильниками. Світильники місцевого освітлення використовуються як засіб локалізації окремих зон.

В наступний час існує багато типів ламп (рис. 3.1), які застосовуються у штучному освітленні.

Однак ефективність джерел світла, що випускаються, різниться між собою (рис. 3.2). Крім того вони мають різний вплив на зоровий комфорт, що досягається за рахунок певного рівня багатьох світлотехнічних параметрів: оптимальної освітленості; мінімальної сліпучої дії; правильної передачі кольору. При цьому найбільш бажаним є наближення до природньої освітленості.

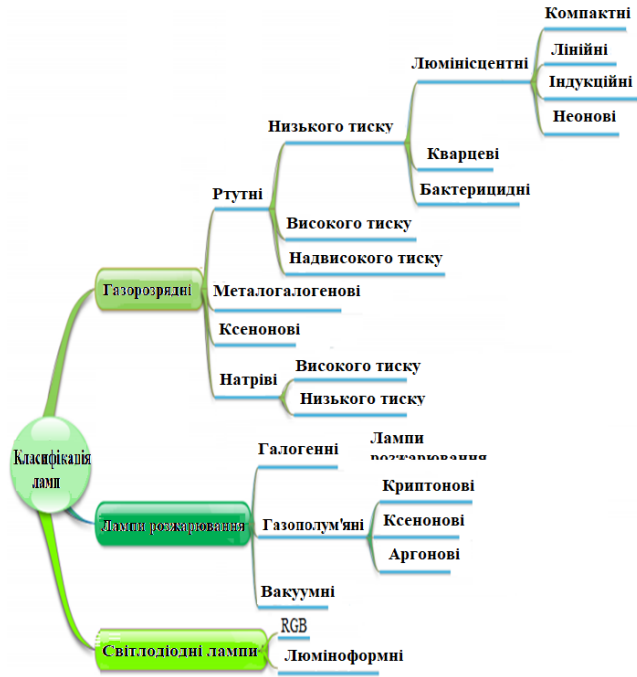


Рис. 3.1. Типи ламп, що застосовуються при проведенні освітлення

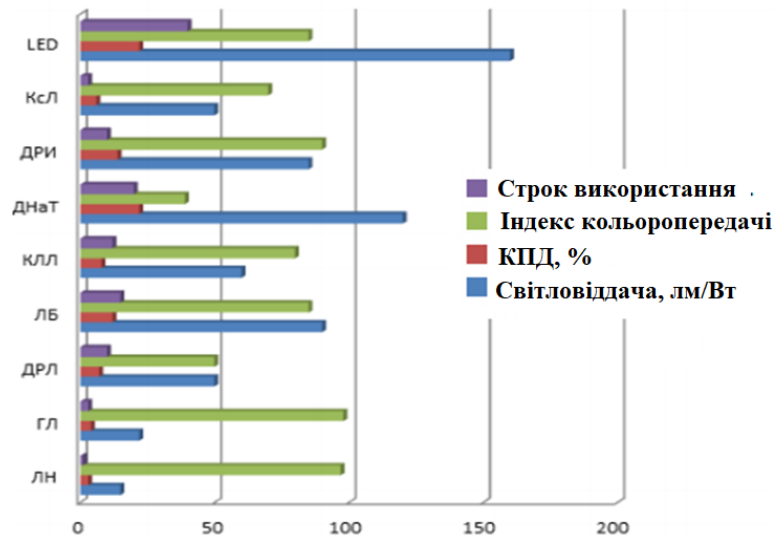


Рис. 3.2. Ефективність джерел світла

Найбільш виправданим з художньої точки зору є одночасне використання для створення зорової ілюзії світла і кольору.



Оздоблення готелю виконано за сучасними тенденціями, що сприяє комфортному перебуванню гостей та обслуговуючого персоналу. Коефіцієнти відбиття поверхонь - високі.

Освітлення необхідне для виділення декоративних елементів інтер'єру. Разом з тим світло саме може бути декоративним елементом. В останньому випадку використовуються такі його властивості, як яскравість, світловий ритм, кольоровість, за допомогою яких можна створити ілюзію декоративної обробки поверхні. Якщо рівна поверхня асоціюється з незмінною її яскравістю, то рельєфна здається різною за яскравістю (грані рельєфу утворюють різкий перехід яскравостей, криволінійні форми - поступовий перехід від однієї яскравості до іншої).[7]

Для підсвічування елементів декоративного оздоблення інтер'єру доцільно використовувати загальне освітлення приміщення або зони. Спеціальне (локальне) освітлення декоративних елементів доцільне лише в тому разі, якщо воно є органічною частиною композиції декоративного оздоблення інтер'єру.

Основним завданням при проектуванні штучного освітлення є вибір освітлювальних приладів та їхнє розташування.

У вестибюлях, холах необхідне рівномірно розсіяне освітлення; сходи доцільно виділяти більш інтенсивним і контрастним світлом як елемент, що пов'язує дві різні частини готелю: громадську і житлову; освітлення коридорів повинне сприяти швидкій орієнтації відвідувачів. При цьому основний потік світла повинний бути спрямований на двері номерів.

Місцеве освітлення призначається для освітлення робочих місць: бюро оформлення, місця відпочинку, столу чергового по поверху, тощо.

Місце адміністратора і бюро оформлення вважається добре освітленим, якщо його не затіняють ані працюючий, ані відвідувачі, якщо немає відбиття від паперу, ключів та інших блискучих і яскравих предметів. При цьому необхідно, щоб джерело світла залишалось схованим від очей.

Світло в холі повинно бути м'яким, розсіяним. Крім загального освітлення, тут повинне бути також передбачене освітлення місцеве: настільні світильники, підвіси або торшери з ков-паками з матеріалів, що розсіюють світло, а також вбудовані пристрої розсіяного і відбитого світла.

Місце чергового по поверху вважається добре освітленим, якщо працюючий також не затінює робочу поверхню; має бути передбачене освітлення місця для ключів, пошти й ін. Дотримання цих умов досягається розташуванням освітлювального приладу з лівого боку, згори або спереду. При цьому світильник повинний бути широкого світлорозподілу із застосуванням розсіювача (щоб уникнути осліплення).

Таким чином, у різних приміщеннях вестибюльної групи повинні бути передбачені різна освітленість і насиченість світлом простору. Тому найбільш доцільною вважається локалізована система освітлення, ефективна не лише з погляду архітектурно-художнього, але і з експлуатаційних розумінь.

### **3.2. Вибір нормованої освітленості та підбір джерел світла в комплекті освітлювальних приладів**

Освітленість є одним із важливих фізичних чинників. Через око людина одержує 90% інформації з навколишнього середовища, що пов'язано зі сприйняттям сітківкою ока світлових (електромагнітних) коливань. В залежності від їх інтенсивності організм реагує по-різному - недостатнє освітлення, як і надлишкове, веде до передчасної втоми, що сприяє виникненню небезпечних травм.

Око реагує на фізичні параметри світла: просторова щільність світлового потоку у визначеному напрямку - сила світла ( $I$ ), яка вимірюється в канделлах (кд); яскравість ( $U$ ) - відношення сили світла ( $I$ ) до площі освітленої поверхні, світловий потік ( $\Phi$ ), що вимірюється в люменах (лм), освітленість  $E$  (люкс, лк) -

щільність світлового потоку, що припадає на одиницю поверхні ( $S, \text{m}^2$ ). Між цими розмірами існує залежність:  $E = \Phi/S$  ( $1 \text{лк} = 1 \text{лм}/\text{м}^2$ ).

Важливою характеристикою є коефіцієнт природної освітленості (КПО) - відношення освітленості природним світлом у помешканні ( $E_{\text{пм}}$ ) до зовнішньої освітленості ( $E_{\text{зв}}$ ):  $\text{КПО} = (E_{\text{пм}}/E_{\text{зв}}) \times 100\%$  (Додаток 5, табл. 7). Освітленість вимірюють приладом - люксометром, фотоелемент якого перетворює світлову енергію в електричну, параметри якої вимірює електроприлад - гальванометр. Його шкала градуйована в люксах.

Зорову роботу ока характеризують показники: мінімальний розмір об'єкта розрізнення, відбивна спроможність поверхні - фон, контраст об'єкта розрізнення з фоном, коефіцієнт пульсації освітленості. Для орієнтовних, приблизних розрахунків можна користуватися співвідношенням:  $\text{КПО} = S_{\text{в}}/S_{\text{п}} = 1/3$ , де:  $S_{\text{в}}$  - сумарна площа вікон,  $S_{\text{п}}$  - площа підлоги.

Око людини має широкий діапазон пристосування до умов освітленості - від 20 до 100 000 лк, але вузький до чутливості довжини хвилі електромагнітного випромінювання (0,38-0,76 мкм). Його максимальна працездатність пристосована до природного денного освітлення, тобто визначається спектральним складом світла і тому дуже важливе значення мають штучні джерела освітлення.

Найбільш близькими до природного освітлення є люмінесцентні джерела або лампи денного світла, але для них характерна пульсація світла з частотою електричного струму - 50 Гц. Це викликає перенапруження м'язової системи ока, кришталика, нервової системи, що сприяє швидкій стомлюваності, захворюваності. В останній час розроблені нові джерела світла, у яких ці вади відсутні, але вони ще не знайшли широкого вжитку з-за високої вартості, але все ж поступово вводяться в експлуатацію.

Отже, освітленість як у побуті, так і у виробництві, має велике значення для збереження здоров'я.

Виходячи з вище сказаного освітлення приміщень визначається ДБН В.2.5-28-2006 та наводимо їх у додатку Д.

Коефіцієнт запасу, який що враховує зниження світлового потоку джерела світла внаслідок його старіння, а також зниження коефіцієнту корисної дії (к.к.д.) світильника в результаті забруднення ламп, освітлювальної арматури й огорожуючих поверхонь освітлюваного приміщення теж приведені у додатку .[додаток Д]

Обираючи світлодіодні лампи або світлодіодні світильники, потрібно розуміти, що це світлотехнічні вироби для побутового, промислового та вуличного освітлення, у яких джерелом світла є світлодіоди. Світлодіодна лампа – це набір світлодіодів і схеми живлення для перетворення мережевої енергії на постійний струм низької напруги.

На світлодіоди має несприятливий вплив висока температура, через що, світлодіодні лампи, як правило, мають теплові елементи розсіювання, такі як радіатори й охолоджувальні ребра. Термін їх служби й електричний ККД (відносяться до енергоощадних ламп) у рази кращі, ніж у звичайних ламп розжарення і більшості люмінесцентних ламп. Щоб спростити заміну ламп розжарення на світлодіодні, останні конструктивно виконують зі стандартними цоколями: E27 та іншими.

На відміну від більшості люмінесцентних ламп (наприклад трубок або компактних), світлодіоди набирають повної яскравості без потреби часу на прогрівання; окрім цього, строк служби люмінесцентних ламп знижується частими вмиканнями та вимиканнями, оскільки вони мають вольфрамові нитки розжарення. Таких вад не мають світлодіодні лампи, але їх первісна вартість, зазвичай, набагато вище. Більшість світлодіодних ламп не випромінюють світло у всіх напрямках, проте лампи, які розповсюджують світло на усі боки (360 °), стають усе більш поширеними.

Істотною відмінністю від інших джерел світла є те, що світлодіодне випромінювання більш спрямоване, тобто виглядає як вузький промінь.

Світлодіодні лампи використовуються для загального освітлення та спеціального призначення. Там, де потрібно світло одного кольору, дуже зручно застосовувати світлодіоди, адже їм не потрібні світлофільтри, які поглинають частину світлової енергії.

Світлодіодні лампи, мають більш тривалий термін служби (до 50000 годин) та вищу ефективність (світлову віддачу 100 Лм/Вт), ніж більшість інших відомих ламп (у лампи розжарення — 12 Лм/Вт), у разі використання за належної температури. Світлодіодні джерела, малорозмірні, що дає гнучкість у проектуванні світильників і хороший контроль над розподілом світла з малими відбивачами або лінзами. Через невеликий розмір світлодіодів, керування просторовим розподілом освітленості світлодіодних ламп, є надзвичайно гнучким. Світлодіоди, що використовують принцип кольорового змішування, можуть випромінювати широку смугу кольорів, змінюючи співвідношення світла, що створюється у кожному з основних кольорів. Це допускає повне їх змішування, у лампах зі світлодіодами різних кольорів. Деякі сучасні світлодіодні лампи, можна використовувати з димерами (регуляторами світла), так само як із застарілими лампами розжарення, або галогеновими. Світлодіоди використовуються у велосипедних та автомобільних фарах, ліхтариках, садових світильниках, у медицині, святковій ілюмінації, побуті, виробництві та інше.

Перевагами таких ламп, є також, повна відсутність ультрафіолетового випромінювання, що корисно для комах, які не люблять ці промені.

Світлодіодні лампи не містять шкідливих речовин (ртуті, свинцю тощо) та утилізуються як побутові відходи, що також розширює межі їх застосування. Виробники світлодіодних ламп, пропонують гарантійний термін їх роботи до 3 років.

Придатну робочу температуру навколишнього середовища не зазначено, однак, із досвіду використання, відомо, що вони можуть працювати від  $-40^{\circ}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ .

У розрахунках використовуються світлодіодна лампа LED з цоколем E27 та E14 (рис. 3.3), потужність якої ми обираємо в залежності від світильника. [7]



Рисунок 3.3. Світлодіодна лампа LED

Світлодіодна лампа T-8 з цоколем G13 (рис.3.4), яка може на перший погляд здатись люмінісцентною. [8]



Рисунок 3.4. Світлодіодна лампа T-8

Потужність джерела світла обираємо виходячи з обставин, у яких лампа буде використовуватись.

Головне призначення освітлювального приладу – перерозподіл світлового потоку джерела світла в необхідних напрямках, захист ламп, оптичної системи, електричної апаратури від дії навколишнього середовища, пилу, вологи механічного пошкодження. Для перерозподілу світлового потоку в необхідному напрямку в освітлювальних приладах встановлюють відбивачі, розсіювачі, переломлюючі оптичні системи.

Стельовий світильник Redo 01-1452 Najі (рис. 3.5)- гарний освітлювальний прилад для внутрішнього використання, виготовлений компанією Redo (Румунія). В основі використовується метал, в плафоні - скло. Колір підставки срібло відмінно гармонує з білим відтінком та прозорим склом, в якому виконаний плафон. Габарити: висота – 18 см, діаметр – 23 см. Технічні характеристики Redo 01-1452 Najі:

- Потужність основної лампи становить 20 Вт, світловий потік якої - 1900 Лм, цоколь типу E27.
- Кількість джерел світла в моделі 01-1452 Najі - 1 шт.
- Стельовий світильник підключається від мережі 220в.
- Модель 01-1452 Najі має ступінь пиловологозахисту IP44, яка захищає поверхню освітлювального приладу від твердих предметів діаметром більше 1 мм і бризок, що потрапляють на пристрій в будь-якому напрямку. Такий світильник сміливо можна розташовувати у ванній кімнаті біля дзеркала або умивальника. [9]



Рисунок 3.5. Стельовий світильник Redo 01-1452 Naji

Стельовий світильник CHARTERHOUSE EGLO (рис.3.6) - прекрасний освітлювальний прилад для внутрішнього використання, виготовлений компанією Eglo (Австрія). Флористичні візерунки цього світильника стануть прикрасою будь-якого приміщення. В основі CHARTERHOUSE EGLO використовується сталь, в плафоні - скло. Колір підставки чорний відмінно гармонує з прозорим склом, в якому виконаний плафон. Габарити: довжина - 36см, ширина - 36см, висота - 16см. Технічні характеристики світильника CHARTERHOUSE:

- Потужність лампи становить 12 Вт, світловий потік- 1200 Лм, цоколь типу E27.
- Кількість джерел світла в моделі CHARTERHOUSE EGLO - 2шт.
- Стельовий світильник підключається від мережі 220в.
- Світильник CHARTERHOUSE має ступінь пиловологозахисту IP20, яка забезпечує захист поверхні освітлювального приладу від свідомого контакту з пальцями і предметами з подібними параметрами. [10]





Рисунок 3.6. Стельовий світильник CHARTERHOUSE EGLO

Растровий світильник Nowodvorski 9528 Soft LED (рис. 3.7) – надійний освітлювальний прилад для внутрішнього використання, виготовлений компанією Nowodvorski (Польща). В основі і плафоні використовується метал. Колір підставки фарбований метал, відмінно гармонує з відтінком, в якому виконаний плафон. Габарити: висота - 8,4см, довжина - 62,5см, ширина - 59,5см.

Технічні характеристики Nowodvorski 9528 Soft LED:

- Потужність основної лампи складає 18Вт, цоколь типу G13.
- Кількість джерел світла в моделі 9528 Soft LED - 4 шт.
- Стельовий світильник підключається від мережі 220в. Світильник

Nowodvorski 9528 Soft LED має ступінь пиловологозахисту IP20, яка забезпечує захист поверхні освітлювального приладу від свідомого контакту з пальцями і предметами з подібними параметрами.[11]

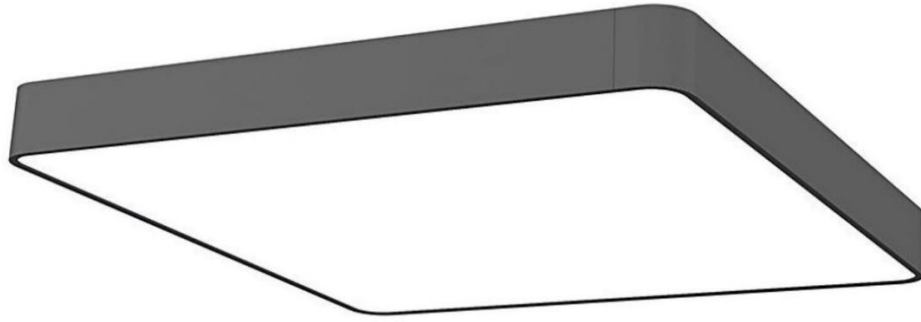


Рисунок 3.7. Світильник Nowodvorski 9528 Soft LED

Люстра Nowodvorski 7627 Cristal (рис. 3.8) – привабливий освітлювальний прилад для внутрішнього використання, виготовлений компанією Nowodvorski (Польща). В основі якої використовується метал, в плафоні - метал, а в декоративних елементах - скло. Колір підставки чорний відмінно гармонує з відтінком бежевий, в якому виконаний плафон. Композицію завершують декоративні елементи. Габарити: висота - 58см, діаметр - 88см. Технічні характеристики Cristal

- Потужність лампи складає 6Вт, світловий потік- 540, цоколь типу E14.
- Кількість джерел світла в моделі Nowodvorski 7627 Cristal - 8шт.
- Люстра підключається від мережі 220в.
- Світильник Nowodvorski 7627 Cristal має ступінь пиловологозахисту IP20, яка забезпечує захист поверхні освітлювального приладу від свідомого контакту з пальцями і предметами з подібними параметрами. [12]



Рисунок 3.8. Люстра Nowodvorski 7627 Cristal

### **3.3. Світлотехнічний розрахунок. Вибір системи освітлення та видів освітлення**

Світлотехнічний розрахунок можуть бути визначені:

- Потужність ламп, необхідна для отримання заданої освітленості при обраному типі, розташуванні і числі світильників.
- Число і розташування світильників, необхідних для отримання заданої освітленості при обраному типі світильників та потужності ламп в них.
- Розрахункова освітленість при відомому типі, розташуванні світильників та потужності ламп в них.

В данному дипломному проекті користуємося методом коефіцієнта використання, за яким проведемо розрахунок приміщення складу, яке має розміри розміри  $3.88 \times 5.08$  і висоту  $H = 3$  м. Для освітлення вибираємо світильник Nowodvorski 9528 Soft LED.

Nowodvorski 9528 Soft LED – світильник прямого світла; має криву сили світла типу Д; ступінь захисту IP20; довжина, ширина й висота світильника відповідно дорівнюють 625; 595 і 84 мм.

Розрахунок за методом коефіцієнта використання полягає в визначенні коефіцієнта  $\eta$ , що дорівнює відношенню світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню до повного потоку світлового приладу.

На практиці значення коефіцієнтів використання знаходяться по таблицях, що пов'язують геометричні параметри приміщень (індекс приміщень  $i$ ) з їх оптичними характеристиками ( $\rho_c, \rho_{ст}, \rho_{рп}$ )

Для визначення табличного значення  $\eta$  знаходять індекс даного приміщення та приблизно вибирають коефіцієнти відбиття  $\rho_c$  – стелі,  $\rho_{ст}$  – стін та  $\rho_{рп}$  – розрахункової поверхні або підлоги. Індекс приміщення визначають по формулі(1.1):

$$i = \frac{av}{h(a + v)}, \quad (3.1)$$

де  $a$  – довжина приміщення, м;

$v$  – ширина приміщення, м;

$h$  – розрахункова висота, м.

Потім визначають величину коефіцієнта використання по таблицях [13 с.189 – 190].

Далі розраховують необхідну кількість світлових приладів, які б забезпечували нормовану освітленість (1.2):

$$N = \frac{E \cdot \kappa \cdot z \cdot S}{\eta \cdot \Phi \cdot n}, \quad (3.2)$$

де  $N$  – кількість світлових приладів в приміщенні, шт;

$\Phi$  – світловий потік ламп, лм;

$E$  – нормоване значення освітленості, лк;

$k$  – коефіцієнт запасу;

$z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення, 1 – 1,2;

$S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>;

$\eta$  – коефіцієнт використання;

$n$  – кількість ламп в одному світловому приладі, шт.

Для прикладу зробимо розрахунок схематично необхідної кількості світлових приладів для освітлення приміщення вестибюлю, що має розміри 6×9 м.

Для освітлення даного приміщення вибираємо світильники типу Nowodvorski 9528 Soft LED. Цей світильник має ступінь захисту IP20, криву сили світла типу Д<sub>1</sub>, к.к.д. становить 0,5 і укомплектований лампами типу ЛБ 18.

По формулі (1.3) визначаємо розрахункову висоту складу:

$$h_p = H - h_{pp} - h_{zc}, \text{ м} \quad (3.3)$$

де  $h_p$  – розрахункова висота, м;

$H$  – висота приміщення, м;

$h_{pp}$  – висота робочої поверхні, м;

$h_{zc}$  – висота зв'язу світильника, м.

Для подальшого розрахунку визначимо індекс приміщення. Для цього скористаємося формулою (1.1):

$$i = \frac{19,7}{3(3,88 + 5,08)} = 0,73$$

По таблиці 9.14 для КСС Д<sub>1</sub>; коефіцієнтів відбиття стелі, стін та робочої поверхні відповідно 0,7, 0,5 та 0,3 і роз-рахованого індексу приміщення визначаємо величину коефіцієнту використання  $\eta$ . Внашому випадку  $\eta = 64,5\%$ . [13, с.189]

Потім по формулі (1.2) визначаємо необхідну кількість світильників в приміщенні:

$$N = \frac{75 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 19,7}{0,5 \cdot 1600 \cdot 4} \approx 1 \text{ ,шт}$$

Так, для освітлення складу ми отримали необхідну кількість світильників типу Nowodvorski 9528 Soft LED, тобто 1 шт.

Для даної освітлювальної установки розрахуємо її потужність по формулі (1.4):

$$P_{oy} = Nn P_l (1 + \Delta P_{пра}), \quad (3.4)$$

де  $P_{oy}$  – потужність освітлювальної установки, кВт;

$N$  – кількість світильників в приміщенні,

$n$  – кількість ламп у світильнику;

$P_l$  – потужність лампи, кВт;

$\Delta P_{пра}$  – втрати потужності в пускорегулюючій апаратурі (ПРА), 0,25.

$$P_{oy} = 1 \cdot 4 \cdot 0,018 = 0,072 \text{ кВт}$$

Отримавши потужність освітлювальної установки, таким методом розраховуємо всі приміщення та кімнати, результати заносимо в Додаток Д.

При проектуванні ОУ завжди постає питання про вибір системи освітлення: загальне (рівномірне або локалізоване) і комбіноване (до загального освітлення додається місцеве). Система загального освітлення призначається не тільки для освітлення робочих поверхонь, але й всього приміщення, в зв'язку з чим світильники загального освітлення звичайно розміщують на стелі або в безпосередній близькості від неї, на достатньо великій відстані від робочих поверхонь.

В системі загального рівномірного освітлення розміщення світильників рівномірно у приміщенні: відстані між світильниками, а також відстань між їх рядами витримуються незмінними. Рівномірне розміщення світильників загального освітлення використовується, зазвичай, в тих випадках, коли бажано забезпечити рівномірність освітлення всієї площини приміщення в цілому. При необхідності додаткового підсвітлення окремих ділянок освітлюваного приміщення, якщо ці ділянки досить великі за площею або за умовами роботи неможлива установка місцевого освітлення, використовують локалізоване розміщення світильників.

Інша система – система комбінованого освітлення – включає в себе світильники, розміщені безпосередньо біля робочого місця й призначені для освітлення лише робочої поверхні (місцеве освітлення), а також світильники загального освітлення, призначені для вирівнювання розподілу яскравості в полі зору і створення необхідної освітленості по проходах освітлюваного приміщення.

Основним елементом системи комбінованого освітлення являється світильник місцевого освітлення, правильним вибором типу та розміщення якого відносно робочої поверхні можна досягнути істотного підвищення рівня бачення рельєфних об'єктів розрізнення за рахунок підвищення контрасту їх з фоном.

До найбільш поширених способів підвищення контрасту об'єкта розрізнення з фоном можна віднести наступні:

Створення глибоких та різких власних тіней від рельєфних об'єктів розрізнення на близькорозміщених ділянках поверхні фону або поверхні самого об'єкта розрізнення за рахунок вибору відповідного напрямку світлового потоку на робочу поверхню. Створення на поверхнях об'єктів розрізнення або поверхні фону дзеркального відбиття світлової поверхні світильника, що досягається вибором відповідних розміру й розміщення світильника відносно робочого місця.

Створення різкого розрізнення в коефіцієнтах відбиття різнокольорових об'єктів й фону за рахунок вибору відповідного спектрального складу випромінювання.

Створення силуетного бачення освітленням робочої поверхні на просвітлення, якщо об'єкти розрізнення і фон мають різні коефіцієнти пропускання, або використання рівнояскравих екранів, якщо між об'єктом розрізнення й фоном є зазор.

Отже, в усіх випадках, коли зорова задача пов'язана з необхідністю розрізнення малих об'єктів на оброблюваній поверхні або об'єктів, контраст яких з фоном малий, краще вибирати систему комбінованого освітлення, в складі якої світильники місцевого освітлення дозволяють найбільш повно вирішити цю задачу.[14]

Розглянемо тепер економічні показники обох систем освітлення. Вартість одного встановленого кіловату в системі комбінованого освітлення зазвичай вища в порівнянні з системою одного загального освітлення. Ця обставина визначається тим, що в системі комбінованого освітлення до затрат на загальне освітлення додаються додаткові затрати на місцеве освітлення, що включають вартість світильників місцевого освітлення, кронштейнів, призначених для кріплення світильників до робочих місць, а також додаткові затрати на установку електричної мережі місцевого освітлення. Враховуючи, однак, що встановлена потужність системи комбінованого освітлення значно менша потужності одного загального освітлення, особливо при високих рівнях нормованої освітленості,



більш висока вартість встановленого кіловату в першому випадку ще не визначає перевищення капітальних затрат системи комбінованого освітлення в порівнянні з системою одного загального освітлення.

Поряд з цим менша встановлена потужність системи комбінованого освітлення в порівнянні з системою загального освітлення визначають й менші витрати електроенергії в умовах першої системи освітлення. Тому експлуатаційні витрати, в яких вартість електроенергії складає основну частину в загальному балансі витрат на експлуатацію освітлення, звичайно менші при комбінованому освітленні.

З точки зору зручності експлуатації система комбінованого освітлення має переваги в порівнянні з системою загального освітлення. Деяке підвищення нерівномірності розподілу яскравості в полі зору, що виникає в умовах системи комбінованого освітлення при умові виконання вимог ДБН, , регламентуючих співвідношення рівнів освітленості загального і місцевого освітлення, практично впливу на видимість не дає.

Приведене співставлення переваг і недоліків існуючих систем освітлення дозволяє рекомендувати систему комбінованого освітлення в приміщеннях, в яких виконуються точні зорові роботи, що відносяться до розрядів I, II, III та IV за ДБН, за виключенням тих випадків, коли встановлення місцевого освітлення неможливе з технічних й конструктивних вимог.

Стосовно видів освітлення, то встановлення робочого освітлення обов'язкове в усіх випадках, незалежно від наявності аварійного освітлення. Аварійне освітлення для продовження роботи необхідне в приміщеннях та на відкритих ділянках, якщо припинення нормальної роботи через відсутність робочого освітлення може викликати:

- вибух, пожежу, отруєння людей;
- тривале порушення технологічного процесу;

- порушення роботи життєвих центрів підприємств і міст, що обслуговують зв'язок, електро- і водопостачання;
- небезпека травматизму в місцях масового скупчення людей;
- порушення нормальної роботи операційних, кабінетів невідкладної допомоги та прийомних палат лікувальних закладів.

Це освітлення повинно створювати на поверхнях освітленість 5% нормованої для одного загального освітлення.

Аварійне освітлення для евакуації людей необхідне:

- в місцях, небезпечних для проходу людей;
- на шляхах евакуації людей з виробничих і соціальних будівель, де перебуває більше 50 людей;
- в усіх виробничих приміщеннях з числом робочих місць більше 50 й інших приміщеннях з числом перебуваючих більше 100 чоловік.

Це освітлення повинно створювати в проходах освітленість 0,5 лк в будівлях і 0,2 лк за межами їх.[15]

Виходячи з цього в данному проекті використовуємо поряд з робочим освітленням також аварійне, яке буде виконуватись світильниками робочого, але живитись окремим проводом.

### **3.4. Моделювання освітлювальної установки та їх раціональне розміщення в будівлі**

Програма DiaLux Evo дає можливість змоделювати будь-яку освітлювальну установку і отримати криві розподілу освітленості (ізолюкси) по поверхнях приміщення та вибраного обладнання, а також дає можливість візуалізації освітленого приміщення (або іншої освітлювальної установки) в тривимірному просторі.

При користуванні даною програмою спочатку необхідно задатися розмірами

приміщення потім приблизно вибрати відбиваючі характеристики поверхонь.

Для розрахунку треба ввести значення нормованої освітленості і в лівій панелі вибрати тип світлового приладу по кривій сили світла (КСС). Після вибору всіх параметрів програма здійснює розрахунок і видає модель ОУ з необхідною кількістю світлових приладів.

В програмі є можливість отримати освітлювальну установку вже з розміщеними меблями та обладнанням. Для цього в лівій панелі є кнопка “Furniture” де можна вибрати моделі меблів та обладнання. При цьому вибір треба здійснювати з дизайнерським підходом в залежності від призначення приміщення.

Для прикладу наведено модель освітлення приміщення складу в тій самій програмі (рис.3.9)



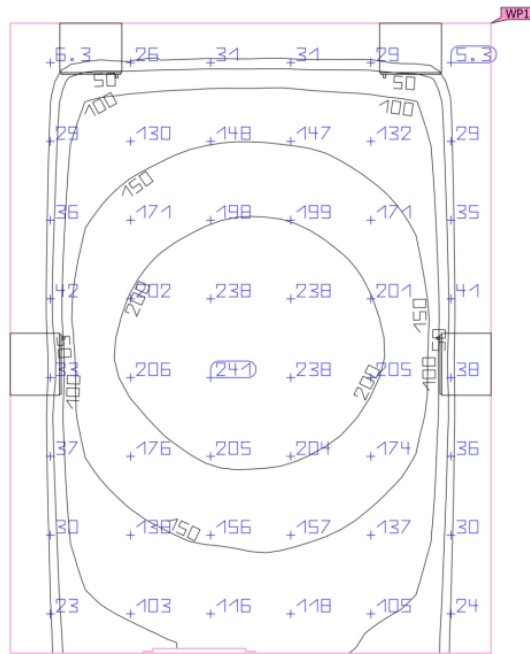
Рисунок 3.9. Спроектване приміщення складу.

В результаті розрахунку програма дає криві розподілу освітленості по поверхнях приміщення (ізолюкси). За допомогою цих ізолюксів можна оцінити доцільність розміщення того чи іншого обладнання в освітлювальному просторі приміщення, а також визначити рівень освітленості, що буде створюватися на поверхні стін та будь-якого обладнання. [2, с.25]



Рисунок 3.10. Розподіл фіктивних кольорів по приміщенню складу.

Результати освітленості складу, отримані в результаті розрахунку програми зображені на рис.3.11:



| Свойства                                   | Е<br>(Заданное) | Е <sub>мин</sub> | Е <sub>макс</sub> |
|--------------------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Рабочая плоскость (Помещение 1)            | 120 lx          | 0.083 lx         | 250 lx            |
| Перпендикулярная освещенность (адаптивный) | (≥ 100 lx)      |                  |                   |
| Высота: 0.000 m, Краевая зона: 0.000 m     | ✓               |                  |                   |

Эффективный профиль: Общие зоны внутри зданий — складские и холодильные камеры (5.4.1 Кладовые и складские помещения)

Рисунок 3.11. Результаты розподілу освітленості по підлозі.

Добре організоване освітлення відіграє не останню роль у готельній справі. Воно сприяє приємному проведенню часу відвідувачів і допомагає господарям економити кошти на утриманні готелю. Із точки зору організації освітлення, готельну територію поділяють на кілька умовних зон: зовнішня територія і фасад, фойє, стійка адміністрації, коридори, сходи і ліфти, номери.

Зовнішнє освітлення готелю виконує практичну, естетичну, і навіть рекламну роль. Без підсвітки доріжок і фасаду не обійтися, адже багато відвідувачів прибувають у готелі пізно ввечері або вночі. Світлодизайнери рекомендують виділити доріжку, що веде до головного входу готелю. У цьому місці потрібне м'яке світло, яке буде символізувати затишність готелю. А от у

зоні автомобільних заїздів або паркування світло має бути верхнім, яскравим, заливним.

Без перебільшення, фойє — головна зона готелю. Тут відвідувачі чекають поселення в номер та спілкуються з персоналом. Головне завдання в оформленні цієї частини готелю — зробити максимально комфортним перехід із вулиці в яскраво освітлене приміщення. Тому світло у фойє має бути м'яким, рівень яскравості — 150 люкс. Як основне світло у вестибюлі використовують люстри або вбудовані світильники — залежно від дизайнерської концепції готелю. Відмовлятися повністю від верхнього освітлення не варто. Стійка персоналу повинна бути виділена світлом, особливо у великих готелях, де вестибюль займає значну територію. Якщо для фойє застосовна яскравість 150 люкс, тут вона має бути 300. Це необхідно для того, щоб відвідувач швидко знайшов реєстраційну залу. Стійку можна підсвітити додатково за допомогою бра або настінних світильників. Освітлення тут не повинно викликати дискомфорт у гостей готелю і в тих, хто працює за стійкою. Світло над реєстраційною зоною не повинне відображатися від стійки — це буде стомлювати очі.

Із фойє відвідувач готелю потрапляє в ліфт або на сходи, а звідти — в коридори, які ведуть до номерів, ресторанів, спортзалів та інших приміщень, якщо готель надає додаткові послуги. У коридорі можна обійтися без яскравого освітлення. Світла має бути достатньо для того, щоб знайти свій номер, а тому рекомендується зупинитися на яскравості в 75 люкс. У цих приміщеннях можна застосовувати як стельові, так і настінні світильники, або обмежитися вбудованою підсвіткою. Але в будь-якому випадку світильники повинні мати люмінесцентні чи енергоощадні лампочки — адже світло в коридорі горить цілодобово. У готельних холах використовують ті ж прийоми, що і в коридорі приватної квартири. Щоб візуально підняти стелю, розташуйте вбудовані світильники по периметру стелі з направленими вгору променями світла. Для того, щоб скоротити довжину, розташуйте лінійні світильники поперек стелі. А

якщо ви використовуєте стельові світильники-плафони, встановіть їх не в ряд, а в шаховому порядку.

У номері готелю повинно бути затишно, тому тенденції останніх років — влаштувати освітлення готельних кімнат так само, як і в домашніх спальнях. Залежно від інтер'єру, тут є верхнє освітлення — люстра або настінний світильник, бра над ліжком, настільні лампи на тумбочці. Єдиних стандартів освітлення готельних номерів не існує, тому вибір залишається за власником і дизайнером. [2]

### **Висновки**

Згідно зі статистичними даними, освітлення становить до 30% від усіх витрат на енергію. Це означає, що оптимізація і впровадження енергоефективних технологій в цю частину інфраструктури промислового об'єкта може значно вплинути на структуру витрат. Переважна більшість виробничих будівель вже перейшли на LED освітлення, однак це далеко не все, що можна зробити. По-перше, потрібно не забувати про природнє освітлення- чим його більше, тим менші витрати будуть на енергію. По-друге, на сьогодні існують програми для моніторингу використання електроенергії будівлею вцілому, це допомагає зрозуміти в якій частині найбільші затрати. І останнє це те, що в приміщеннях можна встановити сенсори руху, що знизять потреби споживання в приміщеннях загального використання, таких як коридори.

Було розглянуто два методи, які показали однаковий результат. Обираючи програмний розрахунок, можна одразу побачити світлорозподіл по всьому проєктованому приміщенню.

Для створення сприятливих умов перебування в приміщенні, які б виключали несприятливі фактори і сприяли підвищенню продуктивності, освітлення повинно відповідати наступним вимогам:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає потребам зорової роботи і не є нижчою норми;

- не повинно бути засліплюючої дії від джерел освітлення та від інших предметів, що знаходяться в полі зору;

- забезпечити рівномірність та постійність освітленості у приміщеннях;

- не створювати на робочій поверхні тіней (особливо рухомих).

У процесі розрахунків визначено, що розрахунки відповідають вимогам нормативноправових актів України та вплив світла на життєдіяльність людини є безпечним. Воно впливає не лише на функцію зору, а й на діяльність організму в цілому.



## РОЗДІЛ 4

### УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕННЯМ ГОТЕЛЮ В ІНФРАСТРУКТУРІ АЕРОПОРТУ

#### 4.1 Способи управління освітленням

Управління освітленням є одним із найпростіших способів скоротити витрати на електроенергію і, в даний час, одне з найпоширеніших рішень.

На початкових етапах розвитку управління освітленням та широко поширеним сьогодні є ручне управління (рис. 4.1), коли використовується просте включення та відключення живлення, що подається на джерело штучного освітлення, за допомогою звичайного вимикача.

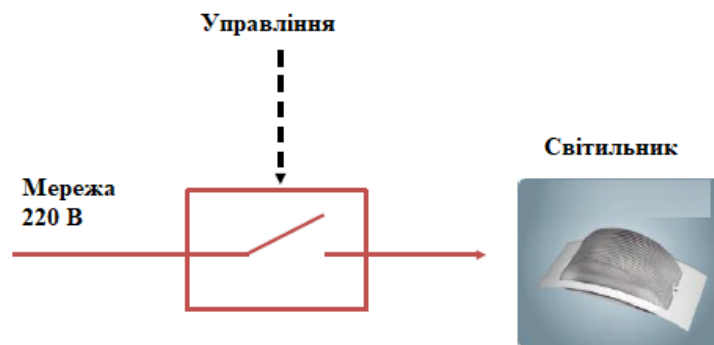


Рис. 4.1 Ручне керування освітленням

Однак з розвитком джерел світла у світловій індустрії з'явилися енергоефективні світильники та можливість керування ними. При цьому з'явилася можливість використовувати як керувати вимикачами, так і керувати потужністю світильників з використанням їх димірування (рис 4.2).

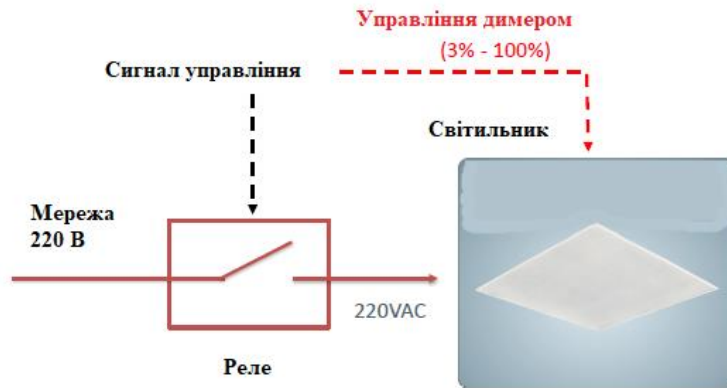


Рис. 4.2 Управління освітленням за допомогою електронних засобів

З розвитком цифрової техніки повноцінною заміною простих рішень стали інтелектуальні системи управління, побудовані з урахуванням цифрових протоколів. У таких системах все управління будується на широкому використанні управління програмними засобами, що реалізуються в персональних комп'ютерах або контролерах (рис. 4.3), які керують різними виконавчими органами як автономними, так і безпосередньо у світильниках.



Рис. 4.3 Безпосереднє цифрове керування освітленням

З погляду технологій управління у сучасних системах управління штучним освітленням виділяються три важливі класи завдань, які мають вирішувати такі системи:

1. Забезпечення необхідного світлового середовища;
2. Забезпечення високої енергоефективності;
3. Забезпечення необхідного біологічного на людини

Перше завдання ґрунтується на концепції людино-орієнтованого освітлення (HCL). У рамках концепції передбачається створення сприятливого для людини світлового середовища, що багато в чому імітує природне - повторення сонячного добового циклу штучним освітленням.

Цей підхід заснований також на реакціях людського організму за різних кольірних температур і залежність від сонячного циклу. Людина орієнтується в часі доби по денному освітленню, але якщо доступ до денного світла в закритих просторах обмежений, виникає світлова дезорієнтація, яка згубно впливає на організм людини і що призводить до зміни біоритмів.

Завдання полягає в управлінні кольоровістю та її залежністю від часу, ідентичною денному світлу.

При цьому незалежно від застосовуваних джерел світла система управління освітлення, насамперед, має забезпечити умови для комфортної, продуктивної та безпечної діяльності людини.

Друге завдання полягає в ефективності управління включенням та інтенсивністю освітлення з використанням датчиків присутності, руху, рівня природного освітлення та інших.

Третє завдання полягає в ефективному використанні можливостей управління кольоровістю освітлення та її сприятливого впливу на ті інтервали часу, коли це необхідно. Керуючи цим чинником висвітлення залежно від розв'язуваних завдань можна домогтися як тимчасово підвищення продуктивності праці, і надання благотворного впливу здоров'я людини.

У загальному випадку системи, які використовують цифрове керування освітленням, будуються на базі персональних комп'ютерів або програмованих контролерів (рис. 4.4), що реалізують алгоритми вимірювання інформації з

датчиків (освітленості, присутності та інших), проведення обробки інформації та реалізацію алгоритмів керування елементами керування (димерами), вимикачами та іншими пристроями) з використанням різних сценаріїв освітленості, що визначаються часом доби.

Загалом у структурно-функціональній схемі системи управління об'єктами може бути виділено три рівні:

-Інтелектуальний, логічний, фізичний.

Інтелектуальний рівень належить людині (оператору, програмісту, фахівцю).

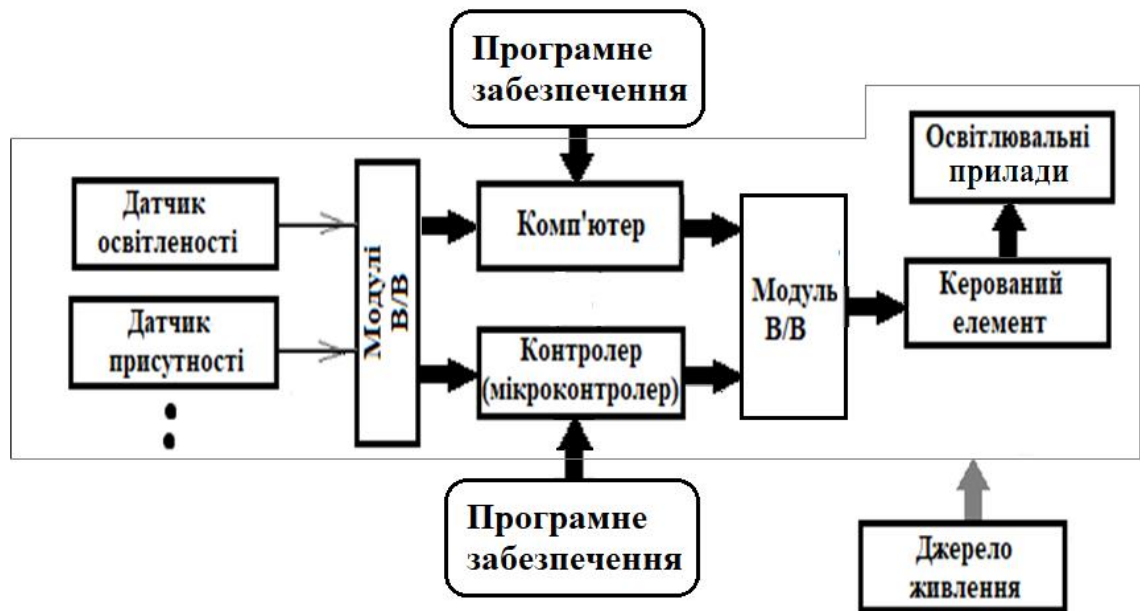


Рис. 4.4 Загальна структура системи цифрового керування освітленням

Логічний рівень відноситься до реалізації алгоритмів управління у вигляді команд управління (відповідно до розробленого програмного забезпечення), обробки та зберігання даних.

Фізичний рівень являє собою виконавчі пристрої (освітлювальні прилади, вимикачі, димери та інші) та реєструючі пристрої (різні типи датчиків).

В основі інтелектуального рівня лежить застосування комп'ютерних інформаційних технологій, пов'язаних із розробкою програмних засобів, що

реалізують інтегроване середовище управління освітленням на комп'ютерах або програмованих контролерах різних операційних системах.

У таких системах датчики освітленості реагують на сумарну освітленість, створювану штучним та природнім освітленням. При збільшенні природної освітленості, відповідно до програми, вони знижують світловий потік світильників або відключають їх.

Датчик присутності служить для відключення світлових елементів при відсутності людей у приміщенні протягом заданої години. Використовувані датчики можуть бути активного типу (спрацьовують при перериванні світлового випромінювання або інфрачервоного випромінювання) або датчики пасивного типу (реагуючі на теплове випромінювання).

Датчик години потрібний для обліку години доби, днів тижня, тижнів і пори року і призначений для обробки сценаріїв включення та відключення світлових елементів у необхідні проміжки години.

Включення у схему керувань елементу служить для регулювання яскравості ламп, включення заданої комбінації джерел світла або реалізації необхідного сценарію, згідно із програмним забезпеченням.

Контролер (мікроконтролер) приймає сигнали від датчиків, передає сигнали до центрального пункту управління та реалізує команди управління, які надходять із центрального пункту управління.

Для здійснення вилученого управління структурну схему може бути включена система передачі даних (модуль В/В), що працює через бездротову мережу Wifi.

Усі існуючі автоматизовані системи управління внутрішнім освітленням мають подібні структури, які різняться між собою протоколами, що застосовуються, та елементною базою – модулі введення-виведення, контролери, драйвери, ЄПРА, пристрої для узгодження тощо.

Сучасні системи управління освітленням спрямовані використання різних протоколів управління.

*Мультиплексні протоколи* –це спосіб об'єднання кількох керуючих каналів в одному проводі. Є два типи цих протоколів: аналоговий мультиплексний і цифровий мультиплексний. Серед перших розробників таких протоколів – компанія Strand Lighting – протокол D54 і компанія ADB – протокол S20. Недоліком Аналогових мультиплексних протоколів є інтерференція, що викликає мерехтіння джерел світла.

Інтерференція хвиль –накладення двох і більше когерентних хвиль, в результаті в одних місцях - посилення результуючої хвилі, а в інших - послаблення.

Стандарт *DALI* був розроблений як продовження аналогового інтерфейсу AVC 1-10 В. В кінці 2009 р стандарт набув популярності. Протокол передбачає передачу даних по двох лініях. Переваги DALI:

- управління до 64 пристроїв на одній шині;
- на одному просторі керування до 16 варіантів сцен;
- керування підключається до баласту або схеми управління безпосередньо, це спрощує підключення, коли є багато зон або груп.

У стандарті DALI є шифрування із застосуванням коду Манчестер для виправлення помилок. Максимальна довжина сегмента складає 300м для кабелю перетином 1,5 мм<sup>2</sup>, 150 м для кабелю з площею перетину 0,75 мм<sup>2</sup>, 100 м для кабелю 0,5 мм<sup>2</sup>.

Протокол *DMX512*, який застосовують для багатьох завдань управління освітленням. Завдяки простоті та відносній дешевизні реалізації в сьогоденні, даний протокол має широке застосування, безпосередньо в галузі управління світлодіодними світильниками. У новій версії протоколу DMX512/2000, будуть додані типи роз'ємів а також захист від високої напруги

на сигналах і вирішені проблеми на шині землі. Можливо, буде дозволена двостороння передача.

Через те, що кількість приладів в великих освітлювальних системах збільшується, з'являється потреба зняти обмеження щодо кількості каналів. Одним із способів вирішення проблеми є використання *Ethernet-протоколів*, які дозволяють через один кабель керувати кількома потоками даних (Universes) по 512 каналів в кожному. Вирішити проблему управління за допомогою технології Ethernet намагалися багато виробників: Strand розробила протокол ShowNet, ETC – EtcNet II, Artistic Licence – ArtNet.

На сьогодні йде розробка мережевого протоколу для управління освітлювальними системами по IP-мережі ACN (Architecture for control networks E1.17). Зв'язок здійснюється за стандартними лініями Ethernet або Wi-Fi. Протокол ACN є повністю двонаправленим. Кожен пристрій має унікальний ідентифікаційний номер. Крім того, до кожного пристрою йде файл з описом всіх можливостей. Таким чином, контролер зможе управляти світильниками, які з'являться в майбутньому. Ідея створити стандартний протокол, який зможе керувати будь-яким театральним устаткуванням (світлом, звуком, відео та навіть сценічною механікою) просто чудова.

Способи керування освітленням, тобто його вмиканням та вимиканням, вибирають з врахуванням зручності експлуатації, простоти та економічності. Завжди необхідно враховувати наявність природного освітлення і характер його використання. В залежності від забезпечення зон приміщення природним освітленням вирішується, якими частинами повинно вимикатися штучне. Апарати керування рекомендується встановлювати в місцях, зручних для використання, а також в найбільш сприятливих умовах середовища; інколи для цього передбачається спеціальне приміщення. Є чотири види способів керування освітленням: місцеве, централізоване, дистанційне та автоматичне керування.[3]

Місцеве керування зазвичай використовується для невеликих приміщень та виконується вимикачами, перемикачами або іншими простими апаратами. Прилади керування розміщують біля входів в приміщення зі сторони дверної ручки або всередині приміщення на висоті близько 1,5 метри від підлоги. Поза приміщеннями вимикачі встановлюють, якщо всередині несприятливі умови, ніж зовні, а також для приміщень, що часто знаходяться зачиненими. Для місцевого керування найбільш розповсюджені однополюсні вимикачі на 6 та

10 А для відкритого й закритого прокладання.

В великих приміщеннях краще централізоване керування, що здійснюється з групових щитків автоматами, що захищають групові лінії. Якщо ж експлуатація допускає вмикання освітлення всього приміщення одночасно, то для цього можна використовувати ввідні апарати на щитках або апарати на початку живильних ліній.

Дистанційне керування здійснюється магнітними пускачами або контакторами, встановленими на щитах станції керування, ввімкненими в ланки ліній живильною освітлювальною мережею. В пункті керування передбачається сигналізація стану освітлення, що живиться через кожний з пускачів чи контакторів.

При автоматичному керуванні вмикання та вимикання штучного освітлення створюється без участі людини в залежності від зміни освітлювальних умов, що створюються в приміщеннях штучним освітленням, або по підсумковому добовому графіку. Для місцевого освітлення використовуються індивідуальні вимикаючі апарати, що встановлюються на робочих місцях.

При проектуванні загального робочого освітлення слід: в приміщеннях з бічним природним освітленням передбачати вимикання світильників рядами, паралельними вікнам; на один вимикач об'єднувати світильники, що потребують одночасної дії за умовами виробництва; в приміщеннях з кількома входами, що



відвідуються спеціальним персоналом, передбачати керування освітленням від кожного входу або частини входів.

Слід враховувати необхідність створення пониженої освітленості в неробочий час, для цього вмикають не всі світильники відразу, а їх частину, наприклад, шляхом почергового вмикання, або чергування окремо керованих рядів світильників.

Апарати керування найчастіше встановлюють на всіх фазних проводах та на обох проводах мережі постійного струму. Для двопровідних ліній 12–42 В вимикачі поміщують тільки в одній з фаз. Незаземлені фази ліній, що живлять щитки, трансформатори та інше електрообладнання повинні вимикатися одночасно. При цьому апарати керування розміщують в безпосередній близькості від цього обладнання, а якщо така можливість відсутня, то в місцях, доступних лише для обслуговуючого персоналу. При керуванні дво- та трифазними лініями в системах з глухо заземленою нейтраллю, що живлять однофазні приймачі, рекомендується використовувати однополюсні автомати.

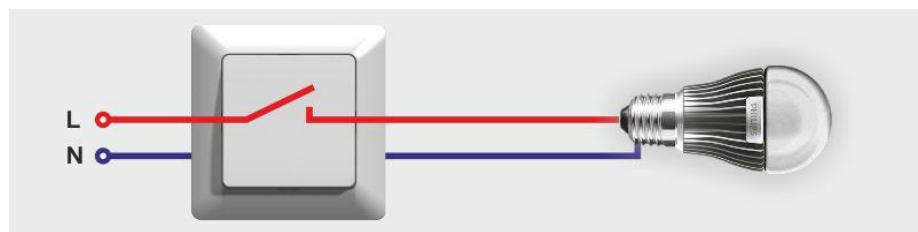
В вибухонебезпечних приміщеннях апарати керування та захисту встановлюють й на нульових проводах двопровідних ліній.[15]

## **4.2 Керування освітленням будівлі готелю**

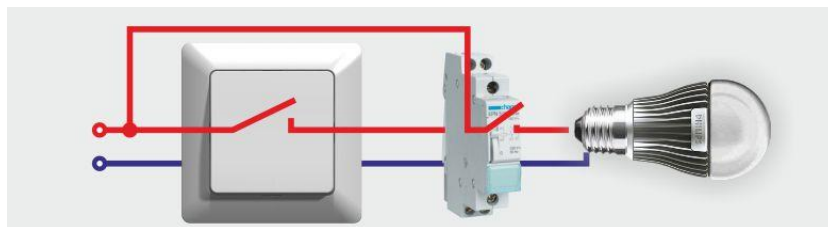
Способи керування освітленням в готелі, тобто його вмиканням та вимиканням, вибирають з врахуванням зручності експлуатації, простоти та економічності. Перед монтажем необхідно враховувати наявність природного освітлення і характер його використання. В залежності від забезпечення зон приміщення природним освітленням вирішується, якими частинами повинно вимикатися штучне. Апарати керування будуть встановлювати в місцях, зручних для використання, а також в найбільш сприятливих умовах середовища; інколи для цього передбачається спеціальне приміщення. В готелі є чотири види

способів керування освітленням: місцеве, централізоване, дистанційне та автоматичне керування.[15]

Місцеве керування для невеликих приміщень та виконується вимикачами, перемикачами або іншими простими апаратами. Прилади керування розміщують біля входів в приміщення зі сторони дверної ручки або всередині приміщення на висоті близько 1,5 метри від підлоги. Поза приміщеннями вимикачі встановлюють, якщо всередині несприятливі умови, ніж ззовні, а також для приміщень, що часто знаходяться зачиненими. Для місцевого керування найбільш розповсюджені однополюсні вимикачі на 6 та 10 А для відкритого й закритого прокладання.



а)



б)

Рис.4.5. Типова схема під'єднання вимикачів в місцевому керуванні освітленням(а), з імпульсним реле(б).

В великих приміщеннях краще централізоване керування, що здійснюється з групових щитків автоматами, що захищають групові лінії. Якщо ж експлуатація допускає вмикання освітлення всього приміщення одночасно, то для цього можна

використовувати ввідні апарати на щитках або апарати на початку живильних ліній.

Дистанційне керування здійснюється магнітними пускачами або контакторами, встановленими на щитах станції керування, ввімкненими в ланки ліній живильною освітлювальною мережею. В пункті керування передбачається сигналізація стану освітлення, що живиться через кожний з пускачів чи контакторів. Також іншим варіантом дистанційного освітлення можна назвати керування за допомогою контролерів DALI. Такий спосіб є дуже зручним для готелю, бо персонал може налаштувати освітлення по всьому готелю через інтернет із комп'ютерів, планшетів або смартфонів.



Рис. 4.6. Контролюючі пристрої DALI.

При автоматичному керуванні вмикання та вимикання штучного освітлення створюється без участі людини в залежності від зміни освітлювальних умов, що створюються в приміщеннях штучним освітленням, або по підсумковому добовому графіку. Для місцевого освітлення використовуються індивідуальні вимикаючі апарати, що встановлюються на робочих місцях.

При проектуванні загального робочого освітлення слід:

- в приміщеннях з бічним природним освітленням передбачати вимикання світильників рядами, паралельними вікнам;
- на один вимикач об'єднувати світильники, що потребують одночасної дії за умовами виробництва;

– в приміщеннях з кількома входами, що відвідуються спеціальним персоналом, передбачати керування освітленням від кожного входу або частини входів.

Слід враховувати необхідність створення пониженої освітленості в неробочий час, для цього будуть вмикатись не всі світильники відразу, а їх частина, наприклад, шляхом почергового вмикання, або чергування окремо керованих рядів світильників.

Апарати керування найчастіше встановлюють на всіх фазних проводах та на обох проводах мережі постійного струму. Для двопровідних ліній 12–42 В вимикачі поміщують тільки в одній з фаз. Незаземлені фази ліній, що живлять щитки, трансформатори та інше електрообладнання повинні вимикатися одночасно. При цьому апарати керування розміщують в безпосередній близькості від цього обладнання, а якщо така можливість відсутня, то в місцях, доступних лише для обслуговуючого персоналу. При керуванні дво- та трифазними лініями в системах з глухо заземленою нейтраллю, що живлять однофазні приймачі, рекомендується використовувати однополюсні автомати.

В вибухонебезпечних приміщеннях апарати керування та захисту встановлені й на нульових проводах двопровідних ліній.[15]

## **Висновки**

На жаль, в Україні обладнання більшості готелів є фізично застарілим. Але технології освітлення швидко прогресують. Поява нових типів ламп і світильників розширює палітру обладнання, доступну архітекторам і дизайнерам по інтер'єру. З розширенням можливостей в управлінні освітленням, зростає і кількість способів управління. В умовах постійного подорожчання електроенергії в проектуванні враховані тенденції освітлення і потреби кспоживачів.Розвиток техніки освітлення дозволяє створювати всі нові проекти сучасних будівель, хочеться сподіватися, що незабаром будь-який готель буде відповідати світовим стандартам якості.

Тож для управління освітленням будівлі готелю на території аеропорту обрані одразу чотири варіанти керування освітленням: місцеве, централізоване, дистанційне та автоматичне керування.

Усі завдання зводяться до того, щоб забезпечити відвідувачів комфортом та затишком, необхідними для повноцінного відпочинку на заданій території. У кожного виду освітлення в готелі є своя роль. Освітлення, реалізоване з використанням різних світильників, покликане формувати та підтримувати необхідну атмосферу, сприяти відпочинку та розслабленню постояльців. За організаційною ознакою всю готельну територію прийнято розділяти на наступні області: вулиця та фасадна частина будівлі, стійка адміністрації, зал першого поверху або фойє, сходи та ліфти, коридори, окремі номери. Кожна зона має потребу у власному специфічному освітленні. Детальніше з цим можна ознайомитись в Розділі 4.2.

В подальшому рекомендується використовувати для розрахунків програму DIALux, яка має значні переваги. Крім кількості світильників на ДС на приміщення, 3Д зображення показує ізолінії освітлення та фіктивні кольори для повного розуміння розподілу освітлення по приміщенню.

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### **5.1. Вступ**

*Охорона праці* - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, лікувально-профілактичних, санітарно-гігієнічних заходів та засобів направлених на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

Закон України «Про охорону праці» визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні умови праці, регулює за участю відповідних органів відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.[16]

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Виконання правил і норм з охорони праці забезпечує необхідну електробезпека, пожежо-та вибухобезпечність електроустановок, комфортне середовище на робочих місцях операторів, провідних виробничий процес і працівників, які обслуговують виробничі установки.

#### **5.2. Аналіз умов праці. Шкідливі та небезпечні виробничі чинники**

Електроустановки - це сукупність машин, апаратів, ліній їх зв'язку та допоміжного обладнання, призначених для виробництва, перетворення, трансформації, передачі і розподілу електроенергії.

Небезпечність електричного струму полягає в тому, що людина не спроможна без спеціальних пристроїв виявити електричний струм дистанційно. Електричний струм виявляється надто пізно - коли людина вже уражена.

Аналіз смертельних нещасних випадків на виробництві показує, що на частку уражень електричним струмом припадає до 40%, а в енергетиці - до 60%. Велика частина смертельних уражень електричним струмом (до 80%) спостерігається в електроустановках напругою до 1000 В.

Проходячи через живі тканини, електричний струм чинить термічний, електролітичний і біологічний вплив. Це призводить до різних порушень в організмі, спричиняючи як місцеве ураження тканин і органів, так і загальне ураження організму.

Види уражень електричним струмом слід розділити на дві категорії уражень електричним струмом: електричний удар і місцеві електричні травми, які різко відрізняються один від одного.

Найбільш небезпечним для людини є змінний струм частотою 50 - 60 Гц. Людина може самостійно звільнитися від струму такої частоти величиною до 10 мА, а при постійному струмі - до 25 мА.

Електричний опір тіла людини складається з опору шкіри й опору внутрішніх тканин. Найбільший опір має верхній шар шкіри (менше міліметра). Опір тіла зменшується зі збільшенням тривалості впливу на нього струму, площі і щільності контакту з струмоведучою частиною, а також при незадовільному фізичному і психологічному стані людини. Особливо значно знижує опір тіла людини наявність алкоголю.

Шкідливим чинником, що може впливати на працівника під час роботи в електроустановках, є електромагнітне випромінювання.

Лінії електропередачі, електрообладнання, різні електроприлади - всі технічні системи, що генерують, передають і використовують електричну

енергію, створюють у навколишньому середовищі електромагнітні поля (змінні електричні і нерозривно пов'язані з ними змінні магнітні поля).

Дії електромагнітних полів промислової частоти людина піддається у виробничій, міській та побутовій зонах. Санітарними нормами встановлені гранично допустимі рівні напруженості електричного поля всередині житлових будинків, на території житлової зони. Допустимі значення напруженості електричного поля регламентуються ГОСТ 12.1.002-84.

### **5.3. Заходи з охорони праці робітників. Електробезпека**

Роботою електромонтажної бригади повинен керувати грамотний і досвідчений інженерно-технічний працівник підрядної організації, який повинен правильно розставити людей і механізми, забезпечити виконання вимог експлуатаційного персоналу.

Обслуговування діючих електроустановок, проведення оперативних перемикань, виконання ремонтних, монтажних, налагоджувальних робіт і наступних випробувань повинні бути електробезпечні. Обсяг і зміст організаційних і технічних заходів, а також необхідні технічні засоби визначають виходячи з експлуатаційної напруги електроустановки, навколишнього виробничого середовища і категорії робіт.

Вимоги, що пред'являються до електричного обладнання, багато в чому залежать від приміщення, в якому воно експлуатується. У відношенні небезпеки ураження людей електричним струмом розрізняють виробничі приміщення з підвищеною небезпекою, особливо небезпечні та без підвищеної небезпеки.

Згідно з правилами техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів до обслуговування електроустановок допускаються працівники не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд. Всі вони повинні добре знати устаткування, схеми та особливості обслуговуваних пристроїв і ліній, мати чітке



уявлення про можливі небезпеки, знати і вміло застосовувати правила техніки безпеки, вміти надавати першу долікарську допомогу потерпілому, особливо проводити штучне дихання і непрямий масаж серця. Рівень необхідних знань визначається присвоєної кваліфікаційною групою по техніці безпеки. Чим вище кваліфікаційна група, тим більше вимог пред'являються до працівника, його теоретичної та практичної підготовки.

Організаційними заходами, що забезпечують безпеку роботи в електроустановках, є: оформлення роботи; допуск до роботи; нагляд під час роботи; оформлення перерви в роботі, переведення на інше робоче місце, закінчення роботи.

Електрозахисні засоби призначені для захисту людей від ураження електричним струмом, впливу електричної дуги та електромагнітного поля (рис. 5.1). До електрозахисних засобів належать:

- ізолюючі штанги (оперативні, для накладення заземлення, вимірвальні), ізолюючі кліщі, електровимірвальні покажчики напруги для фазування;
- ізолюючі пристрої та пристосування для ремонтних робіт під напругою понад 1000 В і слюсарно-монтажний інструмент з ізолюючими рукоятками для роботи в електроустановках напругою до 1000 В;
- діелектричні рукавички, боти, калоші, килимки, ізолювальні накладки і підставки;
- індивідуальні екрануючі комплекти;
- переносні заземлення;
- огорожувальні пристрої та діелектричні ковпаки;
- плакати і знаки безпеки.



Рис. 5.1. Захисні діелектричні засоби:

а – штанги; б – ізолюючі кліщі; в – кліщі для вимірювання струму; г – показчик напруги понад 1000 В; д – показчик напруги до 1000 В; е – рукавички; ж – боти; з – калоші; и – килимки; и – ізолююча підставка; л – монтерський інструмент з ізольованими рукоятками.

Електрозахисні засоби поділяють на основні та додаткові.

Основні - це електрозахисні засобів, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу електроустановок і які дозволяють доторкатися до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою.

Додатковими називаються засоби для захисту від напруги дотику та напруги кроку, які самі не можуть при цій напрузі забезпечити захист від ураження струмом, а застосовуються разом з основними електрозахисними засобами.

#### 5.4. Пожежна та вибухова безпека

Пожежею називається неконтрольоване горіння поза межами спеціально вогнища, що спричиняє матеріальні збитки. Згідно ГОСТ 12.1.033-81 поняття пожежна безпека означає стан об'єкта, який з установленою вірогідністю виключає можливість виникнення та розвитку пожежі та впливу на людину небезпечних чинників спричинених пожежею. Пожежна безпека в приміщенні забезпечується системою запобігання пожежі яка використовує організаційні заходи та технічні засоби, а також системою пожежного захисту. [17]

Організаційними заходами щодо забезпечення пожежної безпеки є навчання робітників і службовців правилам пожежної безпеки, розробка і реалізація норм і правил пожежної безпеки, інструкцій про порядок роботи з пожежонебезпечними речовинами та матеріалами.

Важливим заходом щодо забезпечення пожежної безпеки є організація пожежної охорони об'єкта, що передбачає профілактичний і оперативне обслуговування об'єктів, що охороняються. Істотну роль відіграють пожежно-технічні комісії, що організуються з числа робітників і службовців.

## **5.5 Інструкція з охорони праці**

Виконання робіт в діючих електроустановках дозволяється робітникам не молодше 18 років, і які пройшли:

1. Попередній медичний огляд і визнані придатними виконувати електромонтажні роботи в діючих електроустановках та на висоті;
2. Навчання в закладах освіти для виконання робіт з підвищеною за затвердженою програмою;
3. Навчання та перевірку знань з електробезпеки;
4. Спеціальне навчання і атестацію за правилами пожежної безпеки;
5. Вступний інструктаж у службі охорони праці;
6. Первинний інструктаж безпосередньо на робочому місці.

### Вимоги безпеки до початку роботи

1. оглянути місце роботи і перевірити справність устаткування, блокувань і засобів сигналізації;
2. переконатися в тим , що захисне заземлення надійне;
3. інструменти, використовувані при технічному обслуговуванні, повинні мати маркування і зберігатися в спеціальній шафі.

### Вимоги безпеки під час роботи

1. включення і вимикання устаткування виконується тільки особою, що знає правила ТБ;
2. при проведенні профілактичних робіт необхідно переконатися, що джерело живлення відключено;
3. перевірити без подання напруги виконання електричних з'єднувань відповідно до електричної схеми за допомогою тестера або візуально;
4. забороняється використовувати саморобні запобіжники.
5. перед виконанням робіт із монтажу і демонтажу устаткування, переконатися в тому, що живляча напруга відключена, і повісити на щит табличку «НЕ ВКЛЮЧАТИ!».

### Вимоги безпеки після закінчення роботи

1. по закінченні роботи виключити апаратуру відповідно до інструкції з експлуатації пристроїв;
2. джерела електроенергії для живлення при ТО вимикати тільки з дозволу посадової особи, яка відповідає за ТО;
3. виключити високу напругу на щиті живлення;
4. після закінчення ТО докласти особі, яка відповідає за ТО даного об'єкту, про завершення робіт та оформити відповідну документацію.

### Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

1. негайно припинити роботу;
2. залишити небезпечну зону і вжити заходів з попередження подальшого

розвитку;

3. при ураженні людини електрострумом необхідно ліквідувати контакт постраждалого зі струмоведучими частинами;

4. при нещасному випадку працівники повинні надати першу медичну допомогу; повідомити про те, що трапилося, свого керівника, чи керівника ділянки, на якій відбулася аварія.

## **Висновки**

Система управління охороною праці (СУОП) – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці. Сучасні методи управління спрямовані на самоконтроль та самоуправління. Оптимальні умови праці, уважне ставлення до підлеглих і взаємодопомога сприяють підвищенню ефективності праці і зниженню витрат. При цьому необхідно розуміти, що людина її життя та здоров'я є найвищою цінністю підприємства. На першому місці повинен стояти пріоритет життя та здоров'я працівника перед будь-якими результатами праці.

Всі результати розрахунків по нормованості штучного освітлення відповідають нормам та наведені в Додатку Д.

## РОЗДІЛ 6

### ЕКОЛОГІЯ

#### 6.1 Охорона навколишнього середовища

До забруднення довкілля в лідируючих країнах світу придають особливої уваги з боку як громадськості, так і державних органів, вивчається вплив на довкілля від виробництва енергії. Все більше країн виділяють кошти для знижки на придбання електричних автомобілів, переходу на сонячні батареї, відмову від подальшої експлуатації та будівництва теплових електростанцій.

Споживання енергії пов'язане з всіма видами господарської діяльності: опаленням будинків, приготуванням їжі, рухом транспорту, промисловістю, сільськогосподарським виробництвом.

В Україні зовсім інша ситуація. Тоді як увесь світ йде від теплових електростанцій, Україна збільшує закупівлю вугілля для ТЕС.

Спалювання викопного твердого та рідкого палива супроводжується виділенням сірчистого, вуглекислого і чадного газів, а також оксидів нітрогену, пилу, сажі та інших забруднювальних речовин. Видобуток вугілля відкритим способом, як і торфорозробки, ведуть до зміни природних ландшафтів, а іноді й до руйнування. Розливи нафти і нафтопродуктів при видобутку і транспортуванні здатні знищити все живе на величезних територіях (акваторіях).

Орієнтовні підрахунки показують, що щорічно в атмосферу Землі надходять десятки мільйонів тонн шкідливих газів і пилу від димових газів ТЕС, котелень, промислових підприємств та автотранспорту.

Паливно-енергетичний комплекс, енергетика, транспорт і промисловість, де переважають процеси, засновані на горінні, є головними джерелами антропогенного забруднення навколишнього середовища. За масштабним фактором його можна розділити на локальне, регіональне та глобальне

забруднення, які тісно пов'язані між собою. Крім того, внаслідок хімічної взаємодії забруднюючих речовин можуть синтезуватися нові шкідливі інгредієнти, які значно небезпечніші для людини. При взаємодії канцерогенних вуглеводнів та оксидів азоту синтезуються сполуки, що діють на генний фонд людини. У результаті негативного впливу всезростаючого енергоспоживання в багатьох районах світу вже сьогодні створилася дуже небезпечна екологічна ситуація.

Басейни ряду річок, що протікають у густонаселених районах, вийшли з природного стану і перетворилися на забруднені каналізаційні системи. Повітряний басейн забруднений газовими та аерозольними викидами ( $\text{CO}_2$ , поліциклічні ароматичні вуглеводні,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , аерозолі та ін.). Все це призводить до таких необоротних процесів, як руйнування озонового шару (існує на висоті 30 км та захищає поверхню Землі від згубного для життя жорсткого космічного випромінювання); виникнення парникового ефекту (селективне поглинання трьохатомними газами інфрачервоного випромінювання поверхні Землі в космічний простір); утворення «льодовикового» ефекту (накопичення в стратосфері дрібних твердих частинок, які відбивають сонячне випромінювання та викликають «недогрів» земної кулі).

## **6.2. Вплив на навколишнє середовище від виробництва електричної енергії**

Виробництво енергії істотно впливає на стан довкілля. Спалювання вугільного твердого та рідкого палива супроводжується виділенням сірчистого, вуглекислого і чадного газів, а також оксидів нітрогену, пилу, сажі та інших забруднювальних речовин. Видобуток вугілля відкритим способом, як і торфорозробки, ведуть до зміни природних ландшафтів, а іноді й до їх руйнування. Розливи нафти і нафтопродуктів при видобутку і транспортуванні здатні знищити все живе на величезних територіях (акваторіях). Не кращим

чином на ландшафтах, рослинному і тваринному світі позначається створення інфраструктури, необхідної для вугле-, нафто- та газовидобутку.

Споживання енергії пов'язане з усіма видами господарської діяльності людини: з опаленням будинків, приготуванням їжі, рухом транспортних засобів, промисловістю, сільськогосподарським виробництвом. Освоєння різних запасів енергії у світовому масштабі призвело до безпрецедентного зростання рівня життя. Нині люди настільки залежні від енергії, що важко уявити, як би вони вижили без неї. Ми не замислюємося про, те, звідки береться енергія, допоки у нас не відключають світло або опалення. Якщо ж це трапляється, ми не можемо повноцінно жити чи працювати.

Джерела енергії класифікуються таким чином:

1. викопне паливо (вугілля і горючі сланці, нафта, природний газ);
2. ядерна і термоядерна енергія;
3. відновлювані енергетичні ресурси (енергія води, вітру, сонця, термальних вод, деревини, торфу тощо).

Вплив викидів теплових електростанцій залежить від кількісних та якісних характеристик відходів, що утворюються у послідовному технологічному ланцюгу роботи станції. Основними причинами, що призводять до катастрофічного стану довкілля є:

- використання низькосортного палива;
- застаріла технологія виробництва та обладнання;
- несприятлива структура промислового виробництва з високою концентрацією екологічно небезпечних технологій виробництва;
- відсутність належних природоохоронних систем та низький рівень експлуатації існуючих природоохоронних об'єктів;
- відсутність належного економічного механізмів, які стимулювали б розвиток екологічно безпечних технологій та природоохоронних систем;



- відсутність належного контролю за охороною довкілля.

З початком ядерної енергетики вважалося, що енергетичні ядерні реактори достатньо безпечні, а системи стеження і контролю, захисні екрани і навчений персонал гарантують їх безаварійну роботу, а також вважалося, що ядерна енергетика є «екологічно чистою», оскільки забезпечує зниження викиду парникових газів при заміщенні енергетичних установок, що працюють на викопному паливі. Ілюзія про безпеку ядерної енергетики була зруйнована після декількох великих аварій у Великобританії, США і СРСР, апофеозом яких стала катастрофа на чорнобильській АЕС. *Атомна енергетика* є потенційно небезпечною через:

- можливі аварії на енергоустановках, що супроводжуються викидом у довкілля радіоактивних матеріалів;
- викиди близько 250 радіоактивних ізотопів в навколишнє середовище в результаті роботи ядерних реакторів.
- забруднення біосфери плутонієм. Зараз глобальне забруднення плутонієм приймає катастрофічні розміри: атомні реактори світу провели вже багато сотень тонн – кількість більш ніж достатня для смертельного отруєння всіх людей, що живуть на планеті;
- радіоактивні відходи – найважливіша причина екологічної небезпеки, яка так і залишається невирішеною.

Радіоактивне забруднення супроводжує всі ланки складного господарства ядерної енергетики: видобуток і переробку урану, роботу АЕС, зберігання і регенерацію палива. Це робить атомну енергетику екологічно безнадійно брудною.

Будівництво та експлуатація великих гідроелектростанцій приводить до:

- відселення людей із зони затоплення;
- знищення цінних видів прохідних і напівпрохідних риб, для яких греблі стають нездоланими перешкодами;

- втрати лісів і високородючих заплавлених земель;
- збільшення ризику виникнення руйнівних землетрусів;
- підвищення ризику катастрофічних повеней;
- зміни ландшафтів і їх руйнування;
- втрати джерел доходу частиною місцевого населення.

Та все ж, розглядаючи дію ГЭС на навколишнє середовище, слід зазначити життєзберігаючу функцію ГЭС. Так вироблення кожного млрд. кВтгод електроенергії на ГЭС замість ТЭС приводить до зменшення смертності населення на 100–226 люд./рік.

### **6.3. Альтернативні джерела енергії**

Джерела енергії поділяють на два типи: традиційні та альтернативні. До першого відносять корисні копалини (газ, нафта, вугілля), другий - все, альтернативне їм (сонце, вода, вітер). Ключова відмінність - це відновлюваність у природі. Традиційні джерела вичерпні, відповідно, рано чи пізно цей ресурс стане недоступним, альтернативні ж є нескінченними.

Наступне питання полягає в безпеці для людства, тваринного світу та природи. З кожним роком людям необхідна більша кількість електроенергії, тим самим підвищується рівень забруднення водойм, повітря, утворюються нові озонові діри. Все це є наслідком, здебільшого, теплових електростанцій. 50% світової електроенергії припадає саме на ТЕС. Вони надзвичайно забруднюють водойми, що служать для них охолоджувачами, а також створюють токсичне і радіаційне забруднення. Відповідно, підвищується захворюваність та з'являються нові, нікому невідомі, інфекції, вимирають рідкісні види тварин, вирують стихійні лиха.

Саме тому такої популярності набувають поновлювані енергетичні та теплові джерела. Станом на 2022 рік в Україні 7,3% електроенергії виробляється за допомогою альтернативних джерел.

Сонячна енергетика - перетворення сонячної радіації на теплову та електричну енергію, в залежності від типу установки. Сюди відносяться сонячні електростанції та геліосистеми. Вони є безпечними для навколишнього середовища та можуть використовуватись ще впродовж мільярдів років. Питання полягає в розвитку технологій перетворення та накопичення цього ресурсу.

Сонячна енергетика є найбільш перспективною та за останні роки набрала колосальних обертів.

Цікавий факт: Енергії Сонця могло б вистачити для безперервного електропостачання усієї планети.

Вітрова енергетика - галузь, яка спеціалізується на використанні кінетичної енергії вітру для утворення будь-якого іншого типу енергії, необхідної для людства. Вітер є видозміненою формою сонячної енергії, тому також відноситься до альтернативної відновлювальної енергетики. Та вітроенергетика поступається сонячній як у ефективності, так у популярності серед населення. Все тому, що, здебільшого, вітрові ресурси знаходяться у віддалених від споживачів місцях.

Цікавий факт: Один вітряк при правильному розташуванні та встановленні здатен живити 1400 будинків.

Гідроенергетика - використання потенціальної та кінетичної енергії води з метою перетворення її в електричну. На сьогодні вона є найбільш освоєною серед інших нетрадиційних джерел. Потенціал малих рік, притоків, систем водопостачання дають енергонезалежність деяким віддаленим районам та населеним пунктам. Серед переваг: невеликі термін будівництва та об'єм інвестицій, надійність та доступність.

Цікавий факт: Вода є одним із перших генераторів електроенергії.

Біопаливо - органічне паливо, що отримують із відходів рослин, тварин або сільського господарства чи промислового виробництва. Відновлюваний ресурс, який є абсолютно безпечним для навколишнього середовища. Сюди відносять продукти деревооброблюваного виробництва, спиртові суміші, ефіри, біодизелі та різноманітні газові поєднання.

Крім цього, продуктивність турбіни невисока, що робить цей метод достатньо дорогим, а використання біомаси часто нерентабельним. Альтернативне рішення – переробити рослинну масу на газ, наприклад, метан. Його потім спалюють газові турбіни, які працюють більш ефективно. Цей спосіб має майбутнє там, де є багато відходів сільського господарства. Метанол та етанол, що утворюють в процесі ферментації біомаси, можуть використовуватись як пальне для автомобілів.

Безперечним лідером серед інших альтернативних джерел в Україні є сонячна енергетика. Якщо станом на кінець 2019 року загальна потужність ВДЕ становить 3634,4 МВт, то 72,65% - СЕС, а це 2640,4 МВт. Друге місце зі значним відривом посідають вітрові установки - 21,37% (776,6 МВт), далі біомаса та біогаз - 3,24% (117,7 МВт). Найменш популярними є малі гідроелектростанції, їх частка становить 2,75% (99,8 МВт).

Найбільшу кількість потужностей ввела в експлуатацію Херсонська область - 543,6 МВт, далі Запорізька - 524,5 МВт. Слідом (не враховуючи окуповану АР Крим) йде Миколаївська область із показником у 419,8 МВт, тоді Дніпропетровська - 389 МВт. Варто зауважити, що Дніпропетровська область надає перевагу сонячній енергетиці та входить у трійку лідерів по кількості сонячних установок. Одеська область використовує 309,8 МВт відновлювальної енергії, Вінницька - 242,2 МВт. Львівська та Хмельницька області посідають останні позиції із 213,3 МВт та 201,9 МВт відповідно.

## **Висновки**

Проблеми з екологією у світі є одним із загостреніших питань планети вцілому. В останні роки політики і населення висловлюють побоювання через загострення глобальних екологічних проблем, таких як кислотні опади та зміна клімату, а також оцінюючи наслідки впливу цих процесів на довкілля. І, хоча енергію можна одержувати екологічнішими способами, використовуючи відновлювані джерела енергії (сонця, вітру, термальних вод, деревини та відходів сільськогосподарського виробництва), необхідно усвідомлювати, що способу отримання енергії, який би зовсім не шкодив довкіллю, не існує.

## ВИСНОВКИ

1. Розрахунок енергосистеми для кожної будівлі є суто індивідуальним через їх особливості (конструкції будівлі, конструкції приміщень, загальної системи прстачання живлення, вимог до живлення, обладнання тощо). Це дозволяє проводити оптимізацію енергопостачання та освітлення з забезпеченням мінімізації втрат електричної енергії і забезпечення необхідної техніки безпеки.

2. Під час виконання проекту було розроблено систему електропостачання (СЕП) готелю. Така система складається з ліній, що живлять будівлю, лінії, що розподіляють електроенергію по готелю і трансформаторних підстанцій. В результаті проведених розрахунків запропоновано схеми електропостачання об'єкта та здійснено проектування схеми внутрішнього електропостачання об'єкта.

3. Для живлення готелю було обрано спосіб TN-S, яки являє собою найпоширенішу систему. У зв'язку з тим, що TN-C найбільш проста і економічна, вона повною мірою не відповідає вимогам електробезпеки. При такому варіанті електропостачання, згідно з ПУЕ, заборонено використання електроприладів без додаткового заземлення в приміщеннях з підвищеною вологістю, таких як лазні, ванні кімнати і душові.

4. Було проведено розрахунок перерізу кабелю та кількість жил в ньому. В усіх випадках переріз проводів незахищеної ділянки пропускає розрахунковий струм розгалуження та не менший перерізу провідника після захисного апарату.

Було здійснено підбір апаратів захисту в залежності від перерізу кабелів. Це є важливою частиною для запобігання пожеж в приміщеннях.

5. Проведені оптимізаційні роботи для будівлі. Вони включають відмову від енергозатратних ламп на користь LED ДС та аналоги елементів, що призводять до перенапруг на менш затратливі.

6. При проведенні зрівняння розрахунків за методом використання та за допомогою програми DIALux результати виявились однаковими. Тож в подальшому рекомендується використовувати для розрахунків саме програму, бо вона має великі переваги наж методом використання.

## СПИСОК БІБЛОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ

### ДЖЕРЕЛ

1. Правила улаштування електроустановок. Розділ 6. Електричне освітлення. Київ, 2006;
2. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування з курсу “Освітлювальні установки”, Полтавський політехнічний коледж Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»; Полтава: ППК НТУ «ХП», 2017.
1. [https://www.avtomats.com.ua/2813-selection\\_of\\_cable.html](https://www.avtomats.com.ua/2813-selection_of_cable.html)
2. <https://studfiles.net/preview/3741598/page:4/>
3. <https://studfiles.net/preview/5538270/page:2/>
4. ДБН В.2.5-28:2018. Розділ П-4-18. Природне та штучне освітлення. Норми проектування. Київ, Мінрегіонбуд, 2018 [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://dbn.at.ua/load/1-1-0-176> та <http://budinfo.com.ua/dbn/105.htm>.
5. <http://infotour.in.ua/roglev05-12.htm>
6. <https://maxus.com.ua>
7. <https://e27.com.ua/redo-01-1452.html>
8. <https://egloshop.com/product/bra-charterhouse/>
9. <https://e27.com.ua/nowodvorski-9528.html>
10. <https://nowodvorski.ua/ru/lyustry-i-podvesnye-svetilniki/801-lyustra-nowodvorski-7627-cristal-e14-9x60w-ip20-bl.html>
11. Довідкова книга з світлотехніки Під ред. Айзенберг. Ю.Б. - М.: Вища школа, 1983.
12. [http://pidruchniki.com/2008120238289/bzhd/proektuvannya\\_sistem\\_shtuchnog\\_o\\_osvitlennya](http://pidruchniki.com/2008120238289/bzhd/proektuvannya_sistem_shtuchnog_o_osvitlennya)
13. [http://tourlib.net/books\\_ukr/roglev05-12.htm](http://tourlib.net/books_ukr/roglev05-12.htm)
14. [http://pidruchniki.com/12041005/turizm/osvitlennya\\_kolir\\_interyeri\\_gotelnogo\\_gospodarstva](http://pidruchniki.com/12041005/turizm/osvitlennya_kolir_interyeri_gotelnogo_gospodarstva)
15. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.92, ВВР, 1992, №49, ст.669
16. ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартів безпеки праці. Пожежна безпека. Загальні вимоги»