

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект освітлення та електропостачання складської будівлі

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи ЕЕМ-61
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка

та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Душа В.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Осадца Я.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Вакуленко О.О.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Тарасенко М.Г.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Душа В.С. Проект освітлення та електропостачання складської будівлі. 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕЕМ-61. – Тернопіль: ТНТУ, 2021.

В роботі запропоновано проект системи освітлення та її електропостачання для складських, офісно-адміністративних, допоміжних та приміщень іншого призначення складської будівлі із сумарною площею освітлюваних приміщень 10496 м².

Робота складається із розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг розрахунково-пояснювальної записки – 82 аркушів формату А4, з них 10 аркушів додатків. Обсяг графічної частини – 6 аркушів формату А1.

Ключові слова: освітленість, момент навантаження, світловий потік, крива сили світла, робочий струм.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Особливості проектування електропостачання складських будівель	9
1.2 Аналіз рекомендацій щодо освітлення основних приміщень складських будівель	11
1.3 Характеристики приміщень об'єкта проектування	14
1.4 Висновки до розділу	16
2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	18
2.1 Вихідні дані до світлотехнічного розрахунку системи освітлення приміщень складської будівлі	18
2.2 Обґрунтування вибору кривої сили світла світлових приладів та їх кількості	24
2.3 Розрахунок коефіцієнта запасу	27
2.4 Світлотехнічний розрахунок та моделювання системи освітлення приміщень складської будівлі	29
2.5 Висновки до розділу	36
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	38
3.1 Електрична освітлювальна мережа складської будівлі	38
3.2 Розрахунок електричної освітлювальної мережі складської будівлі	42
3.2.1 Електротехнічний розрахунок електричних освітлювальних мереж по втраті напруги	44
3.2.2 Електротехнічний розрахунок електричних освітлювальних мереж по струму навантаження та вибір апаратів захисту	52
3.3 Схеми керування системою освітлення складської будівлі	56
3.4. Висновки до розділу	59

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	61
4.1 Причини виникнення пожеж та основні шляхи їх запобігання в складських приміщеннях	61
4.2. Аналіз заходів щодо попередження надзвичайних ситуацій	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	66
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	68
Додаток 1. Світлотехнічна відомість	72
Додаток 2. Характеристики груп електричної освітлювальної мережі складської будівлі	78

ВСТУП

Актуальність теми. Складське господарство є одним із найнеобхідніших елементів як виробництва, так і реалізації виготовленої продукції є притаманним для всіх галузей народного господарства. Основними завданнями об'єктів складського господарства є забезпечення збереження споживчих якостей продукції, а також раціональне виконання необхідних операцій з вантажопереробки продукції на різних етапах її просування на ринку. Якість роботи складів значною мірою впливає на своєчасне виконання плану виробництва, вантажоперевезення продукції, а отже на ефективність її та обсяг реалізації.

Однією із основних вимог до внутрішніх інженерних систем як складських, так і будь-яких інших будівель є забезпечення необхідних умов для можливості безпечної роботи персоналу із високою продуктивністю праці. Такі умови можуть забезпечуватись при необхідних показниках енерго- та електропостачання будівель.

Системи освітлення є чи не найважливішими інженерними системами складських будівель. Використання вдало спроектованого освітлення є одним із способів забезпечення високої ефективності роботи працівників, а отже і підприємства в цілому, та мінімізації ймовірності травмування персоналу та виникнення нещасних випадків. Крім того застосування енергоощадних технологій в освітлювальних установках дозволяє суттєво скоротити як витрати на їх експлуатацію, так і капітальні затрати, пов'язані із придбанням та встановленням елементів електричної освітлювальної мережі.

Тому **актуальним** є напрям, пов'язаний із проектуванням, а також із розробкою систем живлення та електропостачання енергоефективних освітлювальних систем, котрі б забезпечували необхідні вимоги щодо освітлення складських будівель.

Мета роботи: розробити для складської будівлі класу А+ із сумарною площею освітлюваних приміщень 10496 м^{2с} проект систем робочого й

аварійного освітлення та їх електропостачання.

Для досягнення мети в роботі були поставлені і вирішені наступні завдання:

- світлотехнічний розрахунок та моделювання систем робочого та аварійного освітлення складських, офісно-адміністративних, допоміжних та приміщень іншого призначення складської будівлі;

- розробка та проектування електричної освітлювальної мережі системи живлення освітлювальних установок робочого та аварійного освітлення;

- електротехнічний розрахунок мережі освітлення та вибір, на основі його результатів, необхідної площі поперечного перерізу жил кабелів та апаратів захисту.

Об'єкт дослідження: процеси забезпечення необхідних нормованих значень світлотехнічних характеристик на робочих поверхнях приміщень складської будівлі.

Предмет дослідження: напівпровідникові світлові прилади та системи освітлення.

Наукова новизна: набула подальшого розвитку модель для визначення кількості світлових приладів в залежності від коефіцієнта форми їх кривої сили світла для забезпечення оптимальної рівномірності розподілу освітленості на робочій поверхні на прикладі складських приміщень, розмірами 60×24 м² та висотою влаштування світлових приладів 8,5 м.

Практична цінність: на основі проведеного моделювання та світлотехнічного розрахунку систем робочого та аварійного освітлення складських приміщень розмірами 60×24 м² та висотою влаштування світлових приладів 8,5 м, встановлено, що для забезпечення освітленості на робочій поверхні 200 лк найоптимальніших показників щодо рівномірності освітлення можна досягнути із використанням 36 світильників із кривою сили світла типу К та 4 світильників із кривою сили світла типу Л, світловий потік котрих становить 11600 лм.

Апробація результатів роботи. Результати, отримані під час написання

роботи, представлено на X Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (24 – 25 листопада 2021 р., Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя) [28].

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Особливості проектування електропостачання складських будівель

Під складською будівлею розуміють будівлю, основним призначенням котрої є прийом, сортування, зберігання, перекомплектування та відправлення вантажів, котра може бути розташована як спільно із виробничими, офісними, адміністративними або іншими нежитловими приміщеннями, так і на окремій території [1]. Основними функціями складських будівель є [2 – 6]:

- 1) перетворення виробничого процесу в споживчий відповідно до попиту;
- 2) складання та зберігання товару;
- 3) транспортування вантажів;
- 4) операції з надання різних послуг для забезпечення високого рівня обслуговування споживачів.

По узагальненим параметрам, згідно із Міжнародною класифікацією, складські будівлі поділяються на 6 класів, котрі приведені в табл. 1.1 [7].

Таблиця 1.1 – Класифікація складських будівель

Клас	Особливості
А+	Будівля складається з складських приміщень великої площі із висотою від 13 м та офісно-адміністративних приміщень. Автономна електрична підстанція, системи пожежогашіння та відео спостереження є обов'язковими
А	Сучасні складські приміщення із металоконструкцій, з висотою від 10 м. Наявність вентиляції, регульованого температурного режиму та відеоспостереження. Цілодобове освітлення прилеглої території навколо будівлі.

Продовження таблиці 1.1

Клас	Особливості
В+	Одноповерхові складські приміщення з висотою від 8 м та наявністю є штучної вентиляції з регульованим режимом підтримання температури. Освітлення прилеглої території.
В	Одно- або двоповерхова будівля із системами вентиляції та охоронної сигналізації. Висота складських приміщень становить від 6 м.
С	Будівля утепленого ангару з висотою від 4 м. Можливою є наявність вантажних ліфтів або підйомних машин. Присутні системи вентиляції, опалення та пожежної сигналізації.
D	Підвальні або напівпідвальні приміщення. Наявність систем вентиляції, опалення та пожежної сигналізації.

Типові схеми електропостачання складських будівель вибираються із врахуванням їх категорійності, котра визначається в залежності від ступеня значення будівлі [8]:

Перша категорія — відключення електропостачання складських приміщень може призвести до загрози здоров'ю та життю людей. Перебої в електропостачанні допускаються на час не більше 1 хв, а у разі більшої тривалості має бути увімкнена система загального електропостачання.

Друга категорія — збої в системі електропостачання складських будівель можуть призвести до зупинки циклу виробництва підприємства або псування продукції. Прикладом складських приміщень цієї категорії є сховища, в яких використовуються холодильники або морозильні камери. Перебої в електропостачанні допускаються на час, що не перевищує 30 хв, а резервна система електропостачання є обов'язковою.

Третя категорія – всі інші будівлі із приміщеннями складського призначення, на яких допускаються перебої електропостачання до 24 год, а

резервна система електропостачання є обов'язковою, але рекомендованою вимогою.

При проектуванні систем електропостачання складських будівель необхідно враховувати наступні вимоги [9]:

1) споживачі електричної енергії, котрі розташовуються всередині складських приміщень, повинні мати можливість відімкнення від електричної мережі за допомогою апарату, розташованого за межами складської зони;

2) ввідно-розподільчі пристрої, силові та освітлювальні щити мають бути розміщені поза зоною досяжності сторонніх осіб;

3) світлотехнічне обладнання має бути захищене захистити закритими світлопропускними кожухами з негорючого матеріалу.

4) відстань від світильника або розетки до товару, що зберігається повинна становити не менше, ніж 5 м;

5) заборонено проходження ліній електропередач через зони складування горючих та легкозаймистих матеріалів.

Крім того, електричні проводи і кабелі, котрі використовуються в системах електропостачання складських будівель повинні бути стійкими до поширення полум'я, при цьому: поодинокі прокладені ізольовані проводи та кабелі повинні відповідати вимогам класу стійких до поширення полум'я згідно із п. 4.1 ДСТУ 4809, а кабелі та проводи, котрі прокладаються у і не є відокремленими один від одного за допомогою протипожежних перегородок та відстані між ними є меншими, ніж 225 мм по горизонталі та 300 мм по вертикалі, повинні відповідати вимогам класу стійких до поширення полум'я згідно з п. 4.2 ДСТУ 4809[1].

1.2 Аналіз рекомендацій щодо освітлення основних приміщень складських будівель

До систем освітлення складських приміщень висуваються як санітарно-гігієнічні вимоги, так і вимоги, котрі стосуються зручності керування і

обслуговування під час експлуатації. Відповідність вимогам щодо забезпечення нормованих значень освітленості, безперебійності, безпечності, котрі є основними вимогами до систем освітлення, забезпечується при відповідності освітлювальної установки таким критеріям:

- створення необхідної кількості світла освітлювальною системою для можливості виконання різної складності зорових задач;
- забезпечення достатнього рівня рівномірності розподілу освітленості на робочій поверхні;
- рівномірність розподілу яскравостей поверхонь, які попадають вполе зору спостерігача;
- відсутність або мінімум прямої та відбитої складових блиску;
- відсутність пульсацій світлового потоку від джерел світла, що забезпечує незмінність освітленості на робочих поверхнях в часі.

Виконання цих вимог можна досягти при правильному виборі джерел світла та світлових приладів, а також розміщення.

В системах штучного освітлення складських приміщень рекомендується використовувати світлові прилади із енергоощадними газорозрядними чи напівпровідниковими джерелами світла, а використання теплових джерел світла (ламп розжарювання) є допустимим при неможливості застосування енергоощадних джерел світла. Значення мінімальної світлової віддачі різних видів джерел світла, котрі можна застосовувати для освітлення складських приміщень приведено в табл. 1.2 [14].

Щодо спектральних характеристик, то в складських приміщеннях рекомендується використовувати джерела світла з корельовано колірною температурою в межах від 2400 до 6800 К, а там, де рівень нормованої освітленості є невисоким рекомендується використовувати джерела теплого білого світла із корельовано колірною температурою 2700 ... 3500 К та індексом кольоропередачі Ra 50.

Щодо вибору та розміщення світлових приладів в закритих складських будівлях при стелажному зберіганні товару світильники розміщуються на стелі

або поблизу неї в проходах (рис 1.1), а їх вид, кількість та потужність залежатиме від висоти їх встановлення та рівня освітленості, котру потрібно забезпечити на робочій поверхні.

Таблиця 1.2 – Мінімальна світлова віддача різних типів джерел світла

Тип ДС	Колірна температура, К	Світлова віддача, лм/Вт, не менше, при мінімально допустимих індексах кольоропередачі			
		R _a >80	R _a >60	R _a >45	R _a >25
Люмінесцентні лампи	2700 – 6500	70	75	-	-
Компактні люмінесцентні лампи	2700 – 6500	65	-	-	-
Металогалогенні лампи	2700 – 6500	75	90	-	-
Дугові ртутні лампи	4000 – 6500	-	-	55	-
Натрієві лампи високого тиску	2100 – 2400	-	75	-	100
Світлодіодні лампи	2700 – 3500	60	65		-
Світлодіодні лампи	4000 – 5700	80			
Світлодіодні лампи	5700 – 6500	90			
Світлодіодні модулі		70	80	-	-
Світлодіодні світильники з розсіювачами елементами та вторинною оптикою	2700 – 3500	60	70	-	-
Світлодіодні світильники з розсіювачами елементами та вторинною оптикою	4000 – 5700	65	75		
Світлодіодні світильники	5700 – 6500	65	75		



Рисунок 1.1 – Зображення освітлення складу зі стелажним зберіганням товарів

При освітленні приміщень невеликої висоти рекомендується використовувати лінійні світильники (рис 1.2 а), а високо потужні кругло

симетричні світлові прилади використовуються в складських приміщеннях з висотою від 10 м (рис. 1.23 б) [10].



а)



б)

Рисунок 1.2 – Зображення систем освітлення складських приміщень різної висоти

Конструкція світлових приладів, котрі використовуються для освітлення складів, повинна забезпечувати захист всіх їх компонентів від негативного впливу навколишнього середовища, електро-, пожежо- та вибухобезпеку, стабільність світлотехнічних та електротехнічних характеристик.

Для освітлення складських приміщень, а також приміщень для підготовки товарів до продажу на підприємствах згідно із [1], слід передбачати місцеве керування, при якому має бути забезпечена можливість централізованого дистанційного вимкнення в неробочі періоди підприємства. Крім того, вимикачі для місцевого керування системою освітлення повинні бути влаштовані за межами приміщень, а доступ до них повинен надаватися тільки обслуговуючому персоналу.

1.3 Характеристики приміщень об'єкта проектування

Складська будівля являє собою чотириповерхову споруду розмірами 120 на 76 м. Максимальна висота будівлі становить 15,27 м. Схему одного із фасадів будівлі представлено на рис. 1.3.

Загальна площа усіх приміщень, що освітлюються становить 10496 м². Крім того до даної складська будівля включає в себе автомобільну та залізничну рампи площею 156 та 361 м².

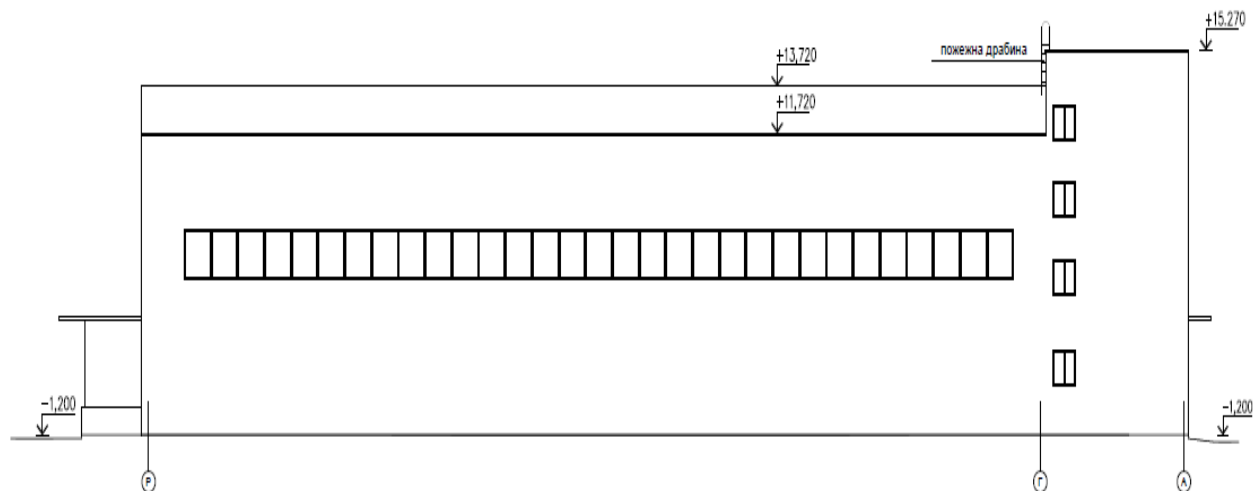


Рисунок 1.3 – Схема фасаду складської будівлі

По призначенню приміщення складської будівлі поділяються на:

- складські приміщення (сумарна площа 7200 м²);
 - приміщення рампи (сумарна площа 831 м²);
 - офісно-адміністративні приміщення (сумарна площа 1108 м²);
 - коридорні, тамбурні приміщення та сходові клітки (сумарна площа 652 м²);
 - санвузли (сумарна площа 221 м²);
- інші допоміжні приміщення (сумарна площа 484 м²).

Як бачимо з рис. 1.4, найбільшу частину серед усіх приміщень, де вимагається застосування освітлення, мають складські приміщення (65 %). Сумарна площа офісно-адміністративні приміщень становить 10 % від сумарної площі всіх приміщень, що освітлюються, а приміщення рампи – 8 %. Площі автомобільної та залізничної рампи є співрозмірними із площею санвузлів та в 2-3 рази менші, ніж сумарна площа допоміжних чи коридорних приміщень.

Як видно із характеристик будівлі, а також типу та площі приміщень, котрі знаходяться в ній, дану будівлю можна віднести до класу А+ відповідно

до Міжнародної класифікації складських будівель. По функціональному призначенню дана складська будівля відноситься до будівель для складання та зберігання товару, а також до операцій транспортування вантажів. Тому дана робота зорієнтована на проектування освітлювальних систем перш за все для складських, офісно-адміністративних приміщень та приміщень рампи, а основна задача в даній роботі пов'язана із створенням максимально ефективних, по світлотехнічних та енергетичних показниках, систем освітлення приміщень та мережі їх живлення, котрі б задовольняли вимоги, що висуваються до систем електропостачання складських будівель.

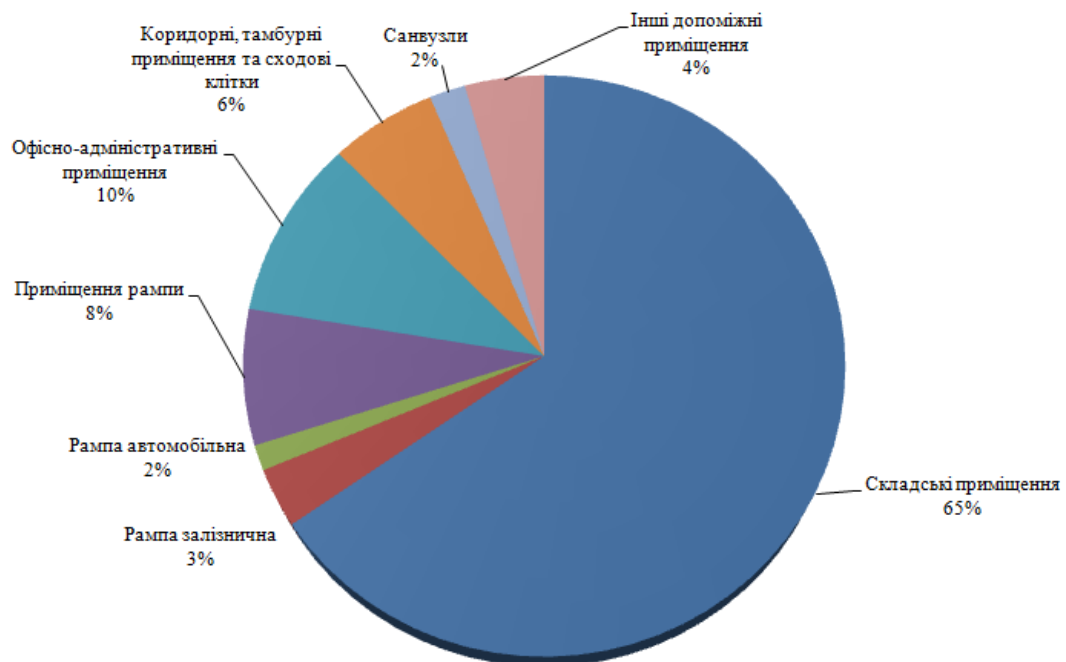


Рисунок 1.4 – Діаграма площ приміщень складської будівлі

1.4 Висновки до розділу

1. Проаналізовано особливості проектування систем електропостачання та розглянемо вимоги до них.
2. Проведено аналіз рекомендацій щодо систем освітлення основних приміщень складських будівель, в результаті якого встановлено основні вимоги, що висуваються до систем освітлення складських приміщень.

3. Проведено аналіз площ приміщень складської будівлі. Встановлено, що найбільшу частину серед усіх приміщень, де вимагається застосування освітлення, займають складські приміщення (65 %). Сумарна площа офісно-адміністративні приміщень становить 10 % від сумарної площі всіх приміщень, що освітлюються, а приміщення рампи – 8 %. Площі автомобільної та залізничної рампи є співрозмірними із площею санвузлів та в 2 – 3 рази менші, ніж сумарна площа допоміжних чи коридорних приміщень.

2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вихідні дані до світлотехнічного розрахунку системи освітлення приміщень складської будівлі

Вихідними даними для світлотехнічного розрахунку при проектуванні систем освітлення є:

- система та вид освітлення;
- світлотехнічні параметри, котрі потрібно забезпечити за допомогою системи освітлення (рівні нормованої освітленості, площини на котрих вона повинна бути забезпечена, рівномірність її розподілу);
- світлові прилади, їх кількість та розміщення;
- значення коефіцієнта запасу.

Власне освітлення поділяється на загальне та комбіноване. При загальному освітленні світлові прилади розміщуються поблизу стелі або на досить великих відстанях від робочої поверхні. В залежності від розташування світильників по приміщенні загальне освітлення поділяється на рівномірне (віддалі між світильниками та (або) їх рядами є незмінними) та локалізоване (світлові прилади розміщуються відносно розміщення робочих місць чи обладнання). В системах комбінованого освітлення світильники місцевого освітлення освітлюють безпосередньо робочі місця, а світильники загального освітлення використовуються для вирівнювання яскравостей та освітлення проходів між робочими місцями [11, 12]. Базуючись на таких перевагах, як можливість забезпечення високої рівномірності розподілу освітленості на робочих поверхнях, застосування світлових приладів одного типу й потужності, відсутність необхідності зміни розміщення світлових приладів внаслідок зміни місця розташування обладнання та робочих місць [11], зупинимо свій вибір на системі загального освітлення.

За видами системи освітлення поділяються на системи робочого (забезпечує необхідні умови роботи при нормальних режимах експлуатації будівель та споруд) та аварійного освітлення (використовується при припиненні роботи загального освітлення) [13]. Відповідно до Державних будівельних норм ДБН.2.5-28:2018 [14] та Правил улаштування електроустановок [15] аварійне освітлення поділяється на резервне (застосовується для продовження роботи при тривалому припиненні роботи робочого освітлення) та евакуаційне (забезпечує безпечний вихід людей з приміщень). Видами евакуаційного освітлення є антипанічне освітлення, освітлення шляхів евакуації, та освітлення зон підвищеної небезпеки. Норми евакуаційного освітлення, котрі регламентуються в [14] представлено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Нормовані значення евакуаційного освітлення

Види евакуаційного освітлення	Освітленість горизонтальної поверхні, не менше	Нерівномірність, освітленості (E_{\max} / E_{\min} , не більше)
Освітлення шляхів евакуації шириною до 2 м:		
- по осі проходу	1,0	40:1
- по проходу	0,5	40:1
Антипанічне освітлення	0,5	40:1
Освітлення зон підвищеної небезпеки (не менше 10% норми освітленості робочого освітлення)	15	10:1
Освітлення сходових маршів	5	40:1
Поблизу пункту першої медичної допомоги, місць з протипожежним обладнанням, місць розташування плану евакуації	5	40:1

Для подальшого розрахунку та проектування виберемо наступні види аварійного освітлення:

для приміщень складів, рамп – антипанічне освітлення;

для коридорних та приміщень сходових клітин – освітлення шляхів

евакуації, антипанічне освітлення;

освітлення котельні – резервне освітлення.

Для робочого освітлення приймаємо значення нормованої освітленості, котрі наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Значення нормованої освітленості системи робочого освітлення приміщень складської будівлі

Призначення приміщення	Нормована освітленість, лк	Висота робочої поверхні над рівнем підлоги, м
Складські приміщення, приміщення рампи	200	0,8
Офісно-адміністративні приміщення	300	0,8
Кімнати електриків та слюсарів	400	0,8
АТС, електрощитові	150	0,0
Кімнати інвентарю, брудного та чистого одягу, гардеробні, душові та санвузли, коридорні приміщення, венткамера, котельня	75	0,0
Тамбури	50	0,0
Сходові клітини	20	0,0

Вибір світлових приладів тісно пов'язаний із вибором джерел світла, котрі будуть використовуватись для освітлення приміщень. По своїй природі джерела світла можна розділити на теплові (лампи розжарення), розрядні (люмінесцентні лампи, натрієві лампи високого тиску, ртутні лампи) та напівпровідникові. Для освітлення приміщень складської будівлі а даній роботі застосуємо світильники із напівпровідниковими джерелами світла, мотивуючи свій вибір їх наступними перевагами:

висока світлова віддача – від 160 лм/Вт;

тривалий термін служби – від 30 тисяч годин;

широкий діапазон кольорової температури – від 3000 до 7000 К;

миттєве запалювання та перезапалювання;

високий індекс кольоропередачі – від 80;

відсутність необхідності в спеціальних методах утилізації через

відсутність у своєму складі сполучень на основі ртуті.

Для загального та аварійного освітлення складських приміщень виберемо світильники типу ДСП17В (рис. 2.1), характеристики якого представлено в табл. 2.3[16].



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд світильника ДСП17В

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики світильника ДСП17В

Потужність, Вт	60 ... 100
Світловий потік, лм	9000 ... 14500
Світлова віддача, лм/Вт	145 ... 150
Тип КСС (кут розсіювання)	Л (120°), Г (90°), К (60°)
Корельована колірна температура, К	4000
Коефіцієнт активної потужності	0,95
Ступінь пиловологозахисту	IP65
Клас електрозахисту	I

Для освітлення приміщень рамп використаємо світлодіодні лінійні світильники, зокрема для освітлення автомобільної рампи використаємо світильники типу ДПП07В (рис. 2.2 а)[17], а для освітлення залізничної – світильники типу ДСП65В (рис. 2.2 б)[18], зображення котрих представлено на рис. 2.2 та 2.3 відповідно, а їх технічні характеристики – в табл. 2 4.



Рисунок 2.2 – Світлові прилади для освітлення рамп

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики світильників для освітлення рамп

Технічні характеристики	Тип світлового приладу	
	ДПП07В	ДСП65В
Потужність, Вт	20 ... 50	16, 33
Світловий потік, лм	2450 ... 6050	2080, 4290
Світлова віддача, лм/Вт	121 ... 122,5	130
Тип КСС (кут розсіювання)	Д	Д
Корельована колірна температура, К	4000	3000, 4000
Коефіцієнт активної потужності	0,95	
Ступінь пиловологозахисту	IP65	
Клас електрозахисту	I	

Для освітлення офісно-адміністративних, коридорних приміщень зупинимо свій вибір на світильниках типу ДПО26В (рис. 2.3 а) [19], ДВО27У ЮПІТЕР-LED-2 (рис. 2.3 б) [20] та ДПО25У Юпітер-LED (рис. 2.3 в) [21], технічні характеристики котрих представлені в табл. 2.5.



а)



б)



в)

Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд світлових приладів для освітлення офісно-адміністративних та коридорних приміщень

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики світильників для освітлення офісно-адміністративних приміщень

Технічні характеристики	Тип світлового приладу		
	ДПО26В	ДВО27У ЮПІТЕР-LED-2	ДПО25У Юпітер-LED
Потужність, Вт	20 ... 50	16, 33	50, 59
Світловий потік, лм	2400 ... 6000	2080, 4290	6000, 7080
Світлова віддача, лм/Вт	120	130	120
Тип КСС (кут розсіювання)	Д	Д	Г
Корельована колірна температура, К	4000, 5700	3000, 4000	4750 ... 7000
Коефіцієнт активної потужності	0,95		
Ступінь пиловологозахисту	IP20		
Клас електрозахисту	I		

Для освітлення котельні виберемо вибухозахищений світильник для класів зон вибухонебезпеки 1, 2, 21, 22 типу ДСП19УЕх (рис. 2.4 а) [22].

Характеристики цього світильника наступні:

потужність – 10 ... 35 Вт;

вид вибухозахисту згідно маркування – II 2G Ex db eb op is IIВ Т6 Gb

II 2D Ex tb op is IIIС Т80°С Db

світловий потік – 1250 ... 4100 лм;

світлова віддача – 117 ... 125 лм/Вт;

тип КСС – М, Д;

корельована колірна температура – 4000 (3800 ... 4200) К;

коефіцієнт активної потужності – 0,95;

ступінь пиловологозахисту – IP65;

клас електрозахисту – I.

Освітлення допоміжних, коридорних приміщень, тамбурів, санвузлів та венткамери виконаємо, використовуючи світильники типу ДПП05В (рис. 2.4б) [23] та ДББ26У Селена-LED (рис. 2.4в) [24]. Для підсвічування входів в будинок використаємо світильник ДББ27У Селена-LED-1 (рис. 2.4г) [25].

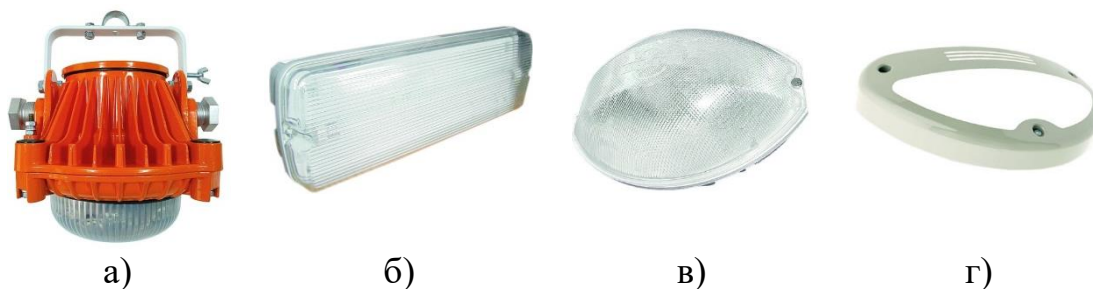


Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд світлових приладів для освітлення котельні, допоміжних, коридорних приміщень, тамбурів та входів в будівлю

Технічні характеристики світильників представлено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики світлових приладів для освітлення допоміжних, коридорних приміщень, тамбурів та входів в будівлю

Технічні характеристики	Тип світлового приладу		
	ДПП05В	ДББ26У Селена-LED	ДББ27У Селена- LED-1
Потужність, Вт	8, 15	12 ... 20	6 ... 12
Світловий потік, лм	860 ... 1800	1680 ... 2800	720 ... 1440
Світлова віддача, лм/Вт	107 ... 120	140	120
Тип КСС (кут розсіювання)	Д	Д	Д
Корельована колірна температура, К	4000, 5700	4000	4000
Коефіцієнт активної потужності	0,95		
Ступінь пиловологозахисту	IP65		
Клас електрозахисту	I		

Для освітлення шляхів евакуації та інформування щодо розміщення основних виходів застосуємо аварійні світлодіодні світильники типу ДПП06У (рис 2.5а) [26] та аварійні світлові покажчики типу ДБО02ВСП (рис 2.5б) [27]. Технічні характеристики цих приладів приведено в табл. 2.4.



Рисунок 2.5 – Світлотехнічне обладнання евакуаційного освітлення

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики світлотехнічного обладнання евакуаційного освітлення

Технічні характеристики	Тип світлового приладу	
	ДПП06У	ДБО02ВСП
Потужність, Вт	8	6
Світловий потік, лм	835	2080, 4290
Світлова віддача, лм/Вт	104	103
Тип КСС (кут розсіювання)	Д	Д
Корельована колірна температура, К	4000	4000
Час роботи в аварійному режимі, год	3	10
Коефіцієнт активної потужності	0,95	
Ступінь пиловологозахисту	IP65	
Клас електрозахисту	I	

2.2 Обґрунтування вибору кривої сили світла світлових приладів та їх кількості

Перед проведенням світлотехнічного розрахунку системи освітлення необхідним є вибір кривої сили світла світлових приладів для освітлення приміщень, а також визначення їх кількості. Вибір кривої сили світла покажемо на прикладі одного з основних приміщень складської будівлі, а саме складу, позначеного на плані 101/1.

На підставі даних, наведених в табл. 3.29, що на стор. 187 [13], отримано залежність відношення відстані L між світловими приладами або їх рядами, при якій забезпечується рівномірність освітлення, до розрахункової висоти H від

коефіцієнта форми кривої сили світла, розрахованого на основі даних, приведених в табл. 6.5, що на стор. 253 [12] (рис. 2.6).

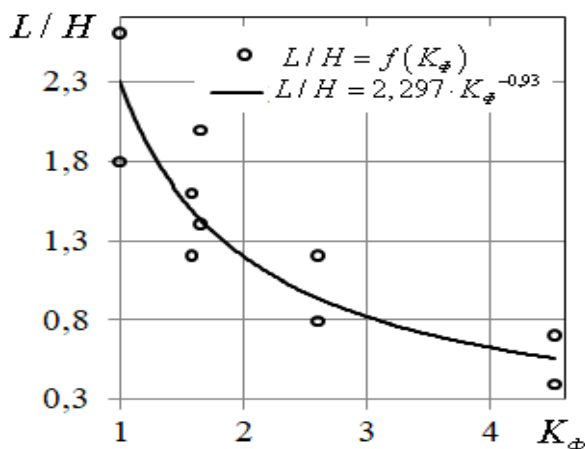


Рисунок 2.6 – Графіки залежностей $L/H = f(K_\phi)$

Дану залежність аналітично можна описати за допомогою рівняння [28] з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,824$:

$$L/H = 2,297 \cdot K_\phi^{-0,93}. \quad (2.1)$$

Для світильника типу ДСП17В, залежності світлорозподілу котрих в декартових координатах зображено на рис 2.7, розраховано коефіцієнт форми за формулою [12, 29]:

$$K_\phi = \frac{I_{\max}}{\frac{1}{9} \sum_{\alpha=5}^{\alpha=85} I(\alpha)}, \quad (2.2)$$

де I_{\max} – максимальне значення сили світла.

Результати розрахунку наступні:

для кривої сили світла типу К коефіцієнт форми становить $K_\phi = 3,16$;

для світильників із кривою сили світла типу Г – $K_\phi = 2,44$;

для кривої сили світла типу Л – $K_\phi = 1,58$;

Підставляючи чисельні значення для K_ϕ в формулу (2.1), отримаємо:

для кривої сили світла типу К:

$$L/H = 2,297 \cdot 3,16^{-0,93} = 0,79;$$

для кривої сили світла типу Г:

$$L/H = 2,297 \cdot 2,44^{-0,93} = 1,00;$$

для кривої сили світла типу Л:

$$L/H = 2,297 \cdot 1,58^{-0,93} = 1,50.$$

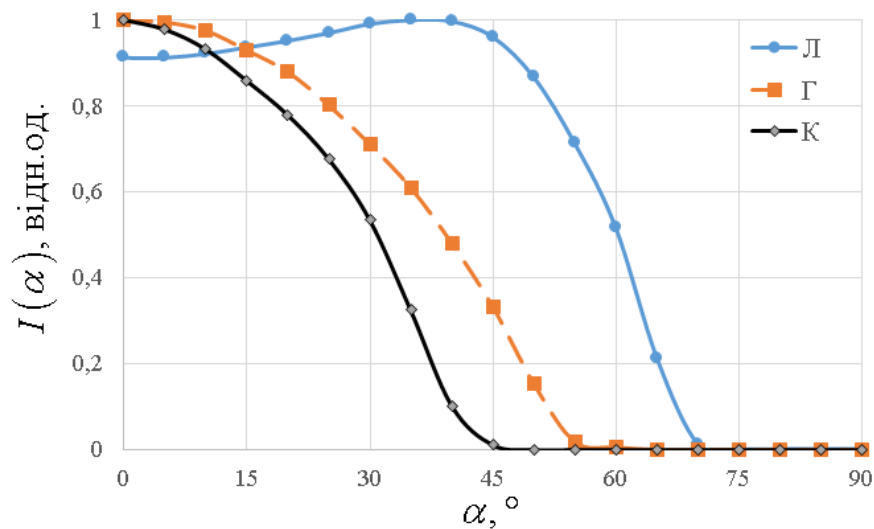


Рисунок 2.7 – Залежності світлорозподілу світильника ДСП17В

Враховавши, що світильники ДСП17В розмістимо на висоті 8,3 м над рівнем підлоги, а висота робочої поверхні становить 0,8 м, розрахункова висота для приміщення складу становить:

$$H = 8,5 - 0,8 = 7,7 \text{ м.}$$

Звідси, відстань між світильниками та їх рядами при використанні світлових приладів із кривою сили світла типу К становить:

$$L = 7,7 \cdot 0,79 = 6,08 \text{ м;}$$

для кривої сили світла типу Г – $L = 7,70 \text{ м;}$

для кривої сили світла типу Л – $L = 11,55 \text{ м;}$

Кількість рядів та кількості світильників в ряду визначимо, виходячи із формул:

$$N_A = \frac{A}{L}, N_B = \frac{B}{L},$$

де A , B – відповідно довжина та ширина приміщення.

Враховуючи, що довжина приміщення складу становить $A = 60$ м, а його ширина – $B = 24$ м, кількість рядів світильників із кривою сили світла типу К та кількість світильників у ряду становить:

$$N_A = \frac{60,00}{6,08} = 9,97, N_B = \frac{24,00}{6,08} = 3,95.$$

Приймаючи найближче більше значення, отримаємо: $N_A = 10$, $N_B = 4$, а загальна кількість світильників в приміщенні $N = 40$.

Для кривої сили світла типу Г: $N_A = 8$, $N_B = 4$, $N_B = 32$.

Для кривої сили світла типу Л: $N_A = 6$, $N_B = 3$, $N_B = 18$.

Аналогічно знаходимо кількість світильників і для інших приміщень. Результати розрахунків заносимо в таблицю 1 додатка 1.

2.3 Розрахунок коефіцієнта запасу

При виконанні світлотехнічного розрахунку потрібно враховувати те, що освітленість на робочій поверхні протягом експлуатації світильників може знижуватись. Це пояснюється зниженням світлового потоку джерел світла, а також забрудненням світлових приладів та запиленістю приміщень [11 – 13].

Щоб забезпечити рівень нормованої освітленості на робочій поверхні наприкінці терміну експлуатації світлових приладів чи перед черговим чищенням світлових приладів у світлотехнічних розрахунках користуються коефіцієнтом запасу, котрий дорівнює відношенню світлових потоків світлових приладів на початку та наприкінці терміну їх служби.

В [14] приведена методика розрахунку коефіцієнта експлуатації MF (MaintenanceFactor), оберненого дозначення коефіцієнта запасу, згідно з якою

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

де $LLMF$ – коефіцієнт зниження світлового потоку джерел світла в світловому приладі;

LSF – коефіцієнт, котрий враховує відношення кількості світлових приладів, котрі працюватимуть в даних умовах до їх загальної кількості;

LMF – коефіцієнт експлуатації світильника даного типу;

$RSMF$ – коефіцієнт експлуатації поверхонь, котрі обмежують освітлювальний простір приміщення.

За таблицею В4, що на стор. 61 [14] для кількості годин роботи світильників 50000 вибираємо $LLMF = 0,85$, $LSF = 1$. По табл. В1, що на стор. 58 присвоюємо для приміщень складів, рамп, венткамер та котельні клас чистоти N, а для решти приміщень –С. З табл. В2 визначаємо, що періодичність чистки світильників типу Е для освітлення складів рамп, венткамер та котельні становить 3 роки. Для офісних приміщень, де використовуються світлові прилади типу В зі ступенем пиловологозахисту IP20, періодичність чистки становить 2 роки. Для інших приміщень, де використовуються світильники типу Е – 3 роки. Із табл. В5, що на стор. 62 вибираємо коефіцієнт експлуатації світильників для освітлення приміщень складів рамп, венткамер та котельні становить $LMF = 0,84$. Для решти приміщень $LMF = 0,90$. З табл. В6 вибираємо значення коефіцієнта експлуатації поверхонь:

для приміщень складів, рамп, венткамер та котельні $RSMF = 0,90$;

для офісно-адміністративних приміщень $RSMF = 0,94$;

для решти приміщень $RSMF = 0,94$.

Підставивши значення для $LLMF$, LSF , LMF , $RSMF$ у формулу (2.3), отримаємо:

для приміщень складів, рамп, венткамер та котельні

$$MF = 0,85 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 0,90 = 0,64;$$

для решти приміщень

$$MF = 0,85 \cdot 1 \cdot 0,90 \cdot 0,94 = 0,72.$$

Звідси коефіцієнти запасу для приміщень котельні, складів, рамп та венткамер

$$k = \frac{1}{0,64} = 1,6,$$

а для решти приміщень

$$k = \frac{1}{0,72} = 1,4.$$

2.4 Світлотехнічний розрахунок та моделювання системи освітлення приміщень складської будівлі

Здійснимо розрахунок системи освітлення приміщень складської будівлі на основі методу коефіцієнта використання, згідно із яким освітленість на робочій поверхні розраховується за формулою [11 – 13]:

$$E = \frac{N\Phi U}{Szk}, \quad (2.4)$$

де N – кількість світлових приладів, котрі використовуються для освітлення приміщення;

Φ – світловий потік одного світлового приладу;

U – коефіцієнт використання світлового потоку;

S – освітлювальна площа;

ζ – коефіцієнт мінімальної освітленості;

k – коефіцієнт запасу.

З формули (2.4) світловий потік одного світлового приладу:

$$\Phi = \frac{ESzk}{NU}. \quad (2.5)$$

Продемонструємо розрахунок на прикладі складського приміщення. Площа даного приміщення становить $S = 60 \cdot 24 = 1440 \text{ м}^2$, а коефіцієнт використання можна визначити, виходячи із формули [13]:

$$U = \eta_{СП} \cdot \eta_{П}, \quad (2.6)$$

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

$\eta_{П}$ – коефіцієнт корисної дії приміщення.

Оскільки даний застосовується для розрахунку світлового потоку ламп в приладі, а для освітлення складської будівлі вибрано світлові прилади для яких вказуються значення світлового потоку, то при розрахунку можна вважати, що $\eta_{СП} = 1$, а коефіцієнт корисної дії приміщення можна визначити із графіка, приведенного на рис. 2.8.

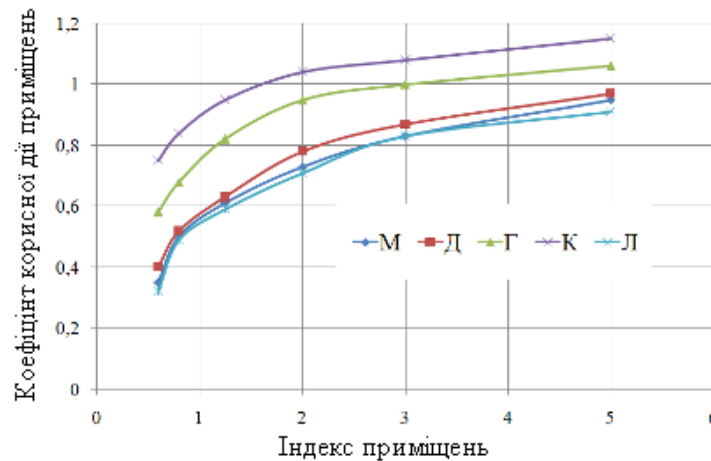


Рисунок 2.8 – Залежності коефіцієнта корисної дії від індексу приміщення

Індекс приміщення прямокутної форми можна розрахувати за формулою [11, 13]:

$$i = \frac{S}{H(A+B)}, \quad (2.7)$$

або:

$$i = 0,47 \frac{\sqrt{S}}{H}. \quad (2.8)$$

Підставивши значення довжини, ширини, площі та розрахункової висоти складу у формулу (2.7), отримаємо

$$i = \frac{1440}{7,7(60 + 24)} = 2,22.$$

З графіків, представлених на рис. 2.8 визначаємо значення коефіцієнтів корисної дії приміщення: для кривої сили світла типу К $\eta_{II} = 1,05$, для типу Г – $\eta_{II} = 0,96$, а для типу Л – $\eta_{II} = 0,74$.

Підставивши значення для E , S , $z = 1,1$, k та U , отримаємо:

для світильників типу ДСП17В з кривою сили світла типу К

$$\Phi = \frac{200 \cdot 1440 \cdot 1,1 \cdot 1,6}{40 \cdot 1,05} = 12069 \text{ лм}; \quad (2.5)$$

для кривої сили світла типу Г

$$\Phi = \frac{200 \cdot 1440 \cdot 1,1 \cdot 1,6}{32 \cdot 0,96} = 16500 \text{ лм};$$

для кривої сили світла типу Л

$$\Phi = \frac{200 \cdot 1440 \cdot 1,1 \cdot 1,6}{18 \cdot 0,74} = 38054 \text{ лм}.$$

На основі отриманих результатів вибираємо потужності світлових приладів типу ДСП 17В, різниця між світловим потоком, котрих та розрахунковим світловим потоком повинна знаходитись в межах -10 ... +20 %.

При освітленні складського приміщення світильниками із кривою сили світла типу К з [16] вибираємо світловий прилад типу ДСП17В-80-132 У2 зі світловим потоком 11600 лм, а для кривих сил світла Г та Л світильники зі

світловим потоком, котрий б відрізнявся від розрахункового в межах -10 ... +20 %в [16] не відображені.

Підставивши значення світлових вибраних світлових приладів у формулу (2.4), отримаємо розрахункові значення освітленості при освітленні приміщення складу світильниками ДСП17В-80-132:

$$E = \frac{40 \cdot 11600 \cdot 1,05}{1440 \cdot 1,1 \cdot 1,6} = 192 \text{ лк};$$

Різниця від нормованої освітленості становить:

$$\Delta = \frac{192 - 200}{200} \cdot 100\% = -4 \%,$$

що є допустимо.

Аналогічно виконуємо світлотехнічний розрахунок і для решти приміщень. Для зручності розрахунку коефіцієнт використання світлового потоку для приміщень зі світильниками з кривою сили світла типу Д розраховуємо за формулою[16]:

$$U = 0,0126 \cdot i^3 - 0,1479 \cdot i^2 + 0,6173 \cdot i + 0,1208. \quad (2.6)$$

Для прикладу розрахуємо світловий потік світлових приладів для офісного приміщення, позначеного на плані 305. Значення індексу цього приміщення $i = 1,26$ підставимо у формулу (2.6):

$$U = 0,0126 \cdot 1,26^3 - 0,1479 \cdot 1,26^2 + 0,6173 \cdot 1,26 + 0,1208 = 0,69.$$

Підставивши значення коефіцієнта використання, нормованої освітленості 300 лк, кількості світлових приладів 9 та коефіцієнту запасу 1,4 у формулу (2.5), отримаємо:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 40,88 \cdot 1,1 \cdot 1,4}{9 \cdot 0,69} = 3041 \text{ лм};$$

З [19] вибираємо найближчий світильник – ДПО26В-25-011, світловий потік якого становить 3000 лм. Розрахункове значення освітленості:

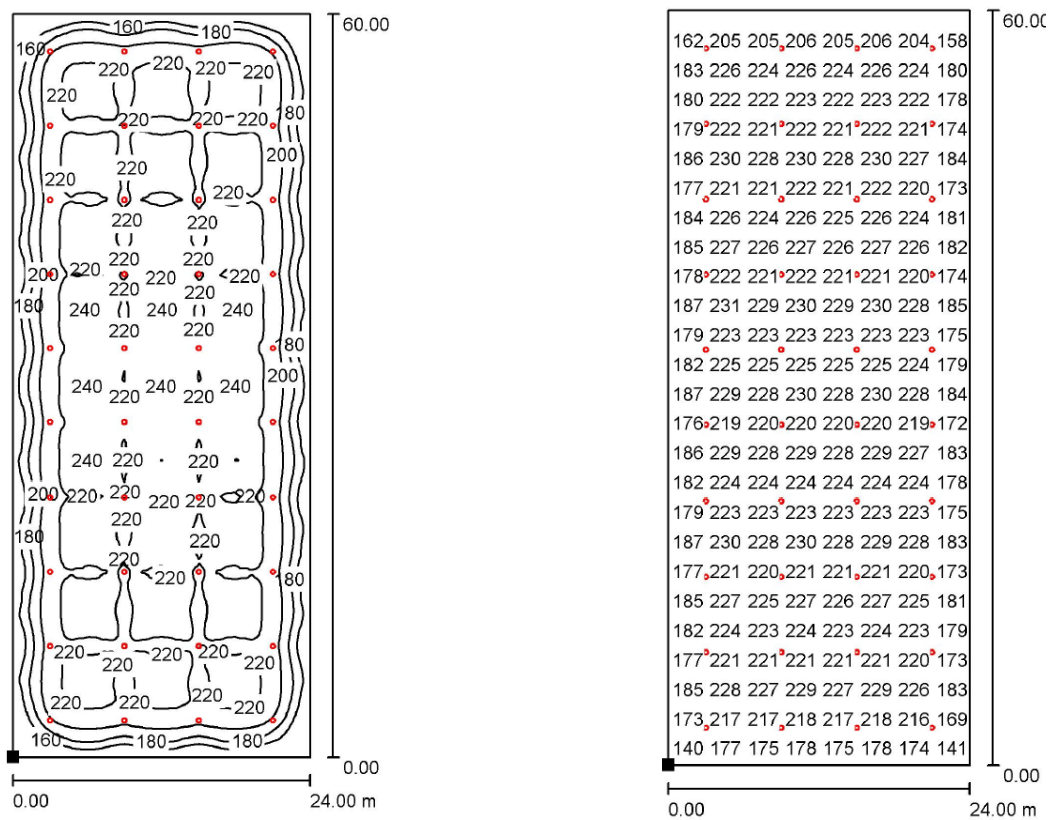
$$E = \frac{3000 \cdot 9 \cdot 0,69}{40,88 \cdot 1,1 \cdot 1,4} = 296 \text{ лк},$$

а різниця від нормованої

$$\Delta = \frac{296 - 300}{300} \cdot 100\% = -1,3 \%$$

Для перевірки достовірності розрахунків в пакеті DIALux виконано моделювання системи освітлення окремих приміщень, в результаті котрого отримано значення середньої освітленості на робочих поверхнях, а також її розподіл.

Криві лінії однакової освітленості на робочій поверхні складу, а також графік розподілу освітленостей приведено на рис. 2.9.



а)

б)

Рисунок 2.9 – Криві лінії однакової освітленості (а) та графік розподілу її значень (б) на робочій поверхні приміщення складу

Отримана середня освітленість становить 208 лк. Як видно із рис. 2.9 нормовані значення освітленості забезпечуються практично по усій робочій поверхні. Виключенням є точки, розміщені по краях приміщення, де як правило точна зорова робота не виконується.

Аварійне освітлення передбачається виконувати чотирма світильниками типу ДСП17В, котрі використовуються для робочого освітлення, проте їх живлення передбачене від окремих щитків.

Криві лінії однакової освітленості та графік розподілу її значень на робочій поверхні приміщення складу, котра створюється від системи аварійного освітлення зі світильниками ДСП17В-80-132 У2 показано на рис. 2.10.

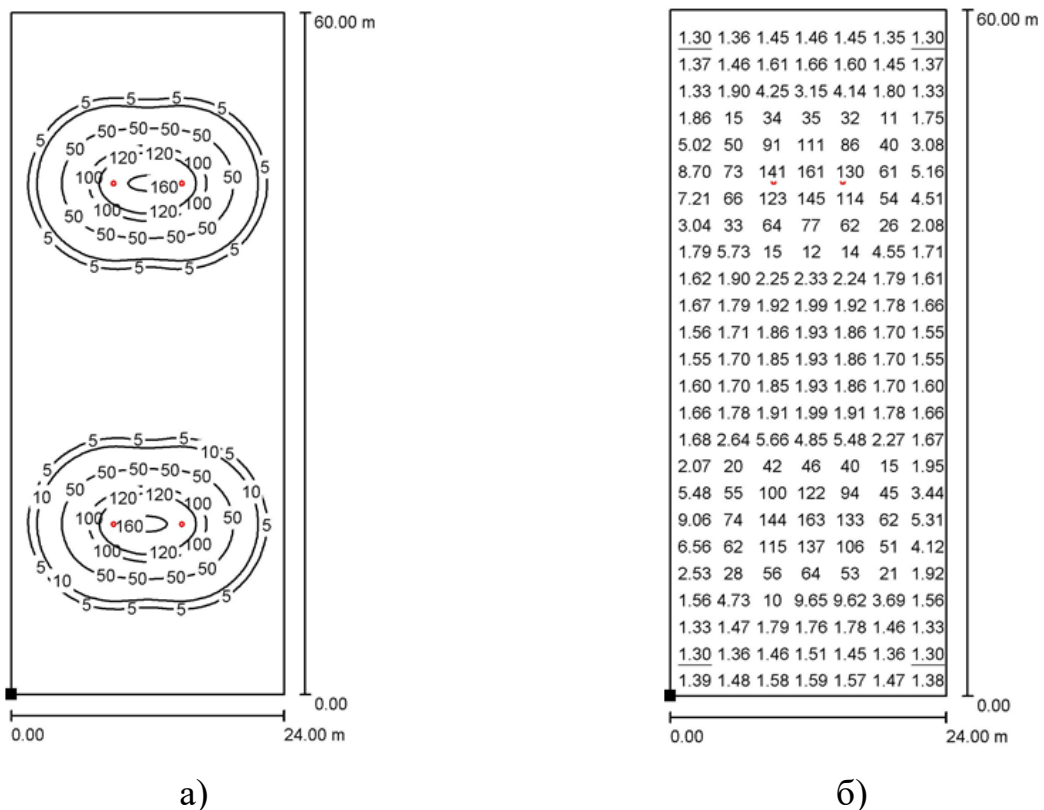


Рисунок 2.9 – Криві лінії однакової освітленості (а) та графік розподілу її значень (б), створеної системою аварійного освітлення на основі світильників ДСП17В-80-132 У2 на підлозі приміщення складу

В результаті розрахунку отримано наступні значення:

мінімальна освітленість – 1,3 лк;

середня освітленість – 22 лк;

максимальна освітленість – 164 лк.

Як видно із результатів по значенню мінімальної освітленості така система освітлення відповідає вимогам, котрі наведені в табл. 2. Однак відношення максимальної освітленості до мінімальної становить 126:1. З метою отримання відношення не більше, ніж 40:1 замінимо світильники на світильники ДСП17В-80-112 У2 з кривою сили світла типу Л. В результаті отримаємо розподіл освітленості по поверхні підлоги складу, показаний на рис. 2.11

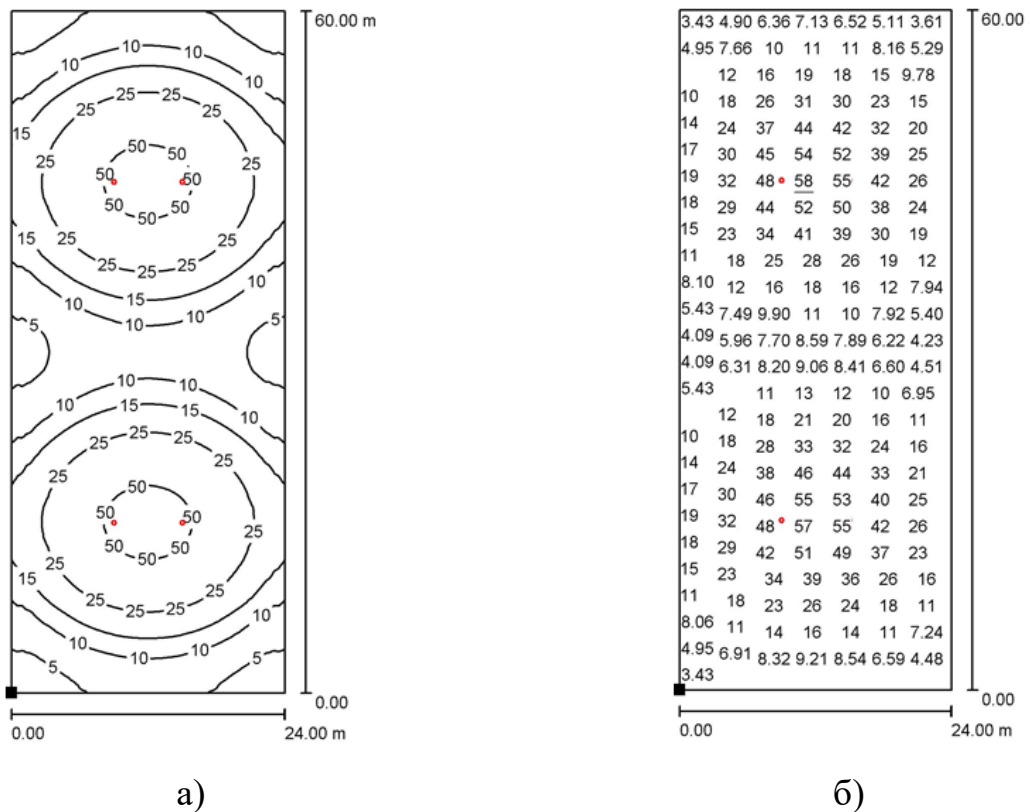


Рисунок 2.11 – Криві лінії однакової освітленості (а) та графік розподілу її значень (б), створеної системою аварійного освітлення на основі світильників ДСП17В-80-112 У2 на підлозі приміщення складу

В результаті отримаємо:

мінімальна освітленість – 2,71 лк;

середня освітленість – 21 лк;

максимальна освітленість – 58 лк;

відношення максимальної освітленості до мінімальної – 21,4.

Із врахуванням заміни чотирьох світильників ДСП17В з кривою сили світла типу К на світильники із кривою Л отримано нові лінії однакової освітленості та розподіл освітленості по поверхні приміщення (рис. 2.12), а середня освітленість становить 206 лк.

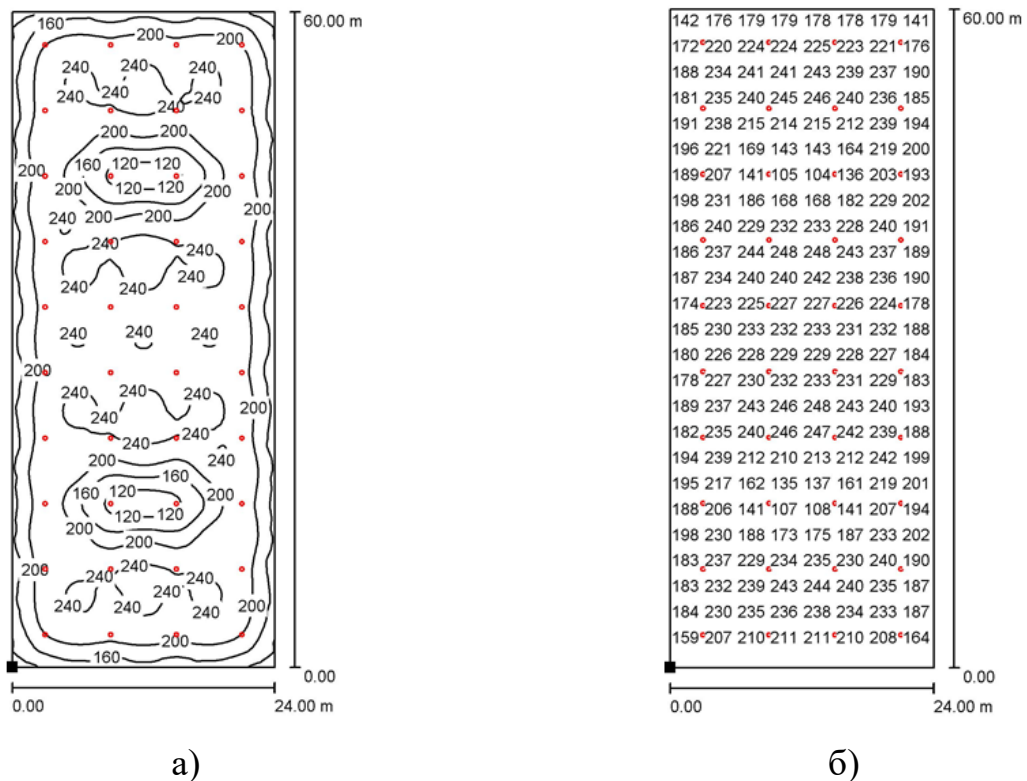


Рисунок 2.9 – Криві лінії однакової освітленості (а) та графік розподілу її значень (б), створеної системою освітлення на основі світильників ДСП17В-80-132 У2 та ДСП17В-80-112 У2 робочій поверхні приміщення

2.5 Висновки до розділу

1. На підставі аналізу нормативних документів та довідникових джерел отримано вихідні дані для проведення світлотехнічного розрахунку та моделювання освітлювальної системи складської будівлі.
2. Здійснено вибір систем освітлення приміщень, світлових приладів, встановлено нормативні вимоги до систем освітлення.
3. На основі отриманих залежностей відношення відстані між

світловими приладами або їх рядами до розрахункової висоти від коефіцієнта форми кривої сили світла розраховано кількість світильників для кривих сил світла типу К, Г та Л, при якій можна досягти максимально рівномірного розподілу. В результаті розрахунку встановлено, що для складського приміщення розмірами 60×24 м² оптимального світлорозподілу на умовно-робочій поверхні можна досягти при використанні 40 світильників, коефіцієнт форми кривої сили світла яких становить 3,16 або 32 світильників з коефіцієнтом форми 2,6 або 18 світильників з коефіцієнтом форми 1,58.

4. На підставі світлотехнічного розрахунку за допомогою методу коефіцієнта використання отримано значення світлових потоків світильників для забезпечення нормованої освітленості на робочій поверхні. Встановлено, що для забезпечення освітленості 200 лк на робочій поверхні, розміщеній на висоті 0,8 м над підлогою необхідно 40 світильників типу ДСП17В з кривою сили світла типу К потужністю 80 Вт, розміщених на висоті 0,8 м. Шляхом моделювання в пакеті DIALux виконано перевірочний розрахунок, а також отримано графік розподілу освітленості на робочих поверхнях приміщень складської будівлі від системи робочого та аварійного освітлення.

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Електрична освітлювальна мережа складської будівлі

Для живлення системи освітлення виберемо систему TN-C-S (рис. 3.1), що відповідає вимогам, наведеним в Правилах улаштування електроустановок [15].

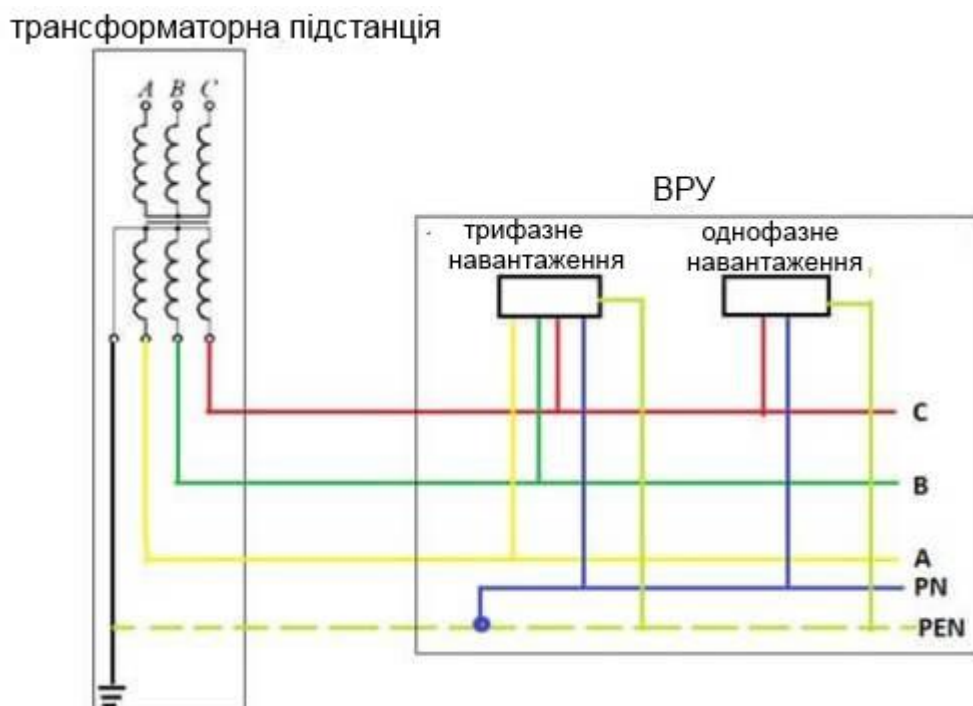


Рисунок 3.1 – Схема системи заземлення TN-C-S

Особливістю даної системи є те, що ділянка живлення споживачів від трансформаторної підстанції до ввідного розподільчого пристрою (ВРП) виконується з допомогою одного PEN провідника, а поділ на нульовий PN та захисний PE провідники здійснюється у ВРП, обладнаному повторним заземленням [30].

При використанні даної системи, під'єднання трифазних споживачів до електричної мережі виконується п'ятижильними, а однофазними – трижильними кабелями, в якості котрих для електричної освітлювальної мережі виберемо мідні кабелі з полівінілхлоридною ізоляцією марки ВВГнг.

Основними перевагами такого кабелю є те, що завдяки полівінілхлоридній ізоляції, ВВГнг має досить широкий діапазон робочої температури (-50 ... +50 °С), при якій зберігається еластичність ізоляції, відмінні діелектричні властивості, а також достатня стійкість до дії вологи, що дає можливість безпечно використовувати кабель при відносній вологості повітря 98 % при температурі 35 °С. Крім того кабелі цієї марки є стійкими до дії агресивних хімічних речовин[31].

Враховуючи це передбачимо живлення щитів освітлення від ВРП з допомогою п'ятижильних кабелів, а світлових приладів від щитів – з допомогою трижильних кабелів марки ВВГнг.

Живлення щитів освітлення будівлі передбачається від двох ввідних розподільчих пристроїв, зокрема робоче освітлення – від ВРП1, а аварійне – від ВРП 2.

Щити освітлення (робочого та аварійного) для офісно-адміністративних, технічних та допоміжних приміщень розмістимо в електрощитових на кожному поверсі складської будівлі. Щити для живлення робочого та аварійного освітлення складських приміщень встановимо окремо для кожного складу ліворуч, а при відсутності місця) праворуч від входу в складське приміщення. Розташування щитів показано на планах графічної частини роботи. Інформацію щодо щитів освітлення, зокрема про потужність та групові лінії представлено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики щитів освітлення

Позначення щита	Група	Призначення	Встановлена потужність, кВт
ЩО 101/1		Робоче освітлення складу 100/1	2,880
	1	Світильники робочого освітлення 101/1-1	0,800
	2	Світильники робочого освітлення 101/1-2	0,640
	3	Світильники робочого освітлення 101/1-3	0,640
	4	Світильники робочого освітлення 101/1-4	0,800
ЩО 101/2		Робоче освітлення складу 100/2	2,880

Продовження таблиці 3.1

Позначення щита	Група	Призначення	Встановлена потужність, кВт
	1	Світильники робочого освітлення 101/2-1	0,800
	2	Світильники робочого освітлення 101/2-2	0,640
	3	Світильники робочого освітлення 101/2-3	0,640
	4	Світильники робочого освітлення 101/2-4	0,800
ЩО 101/3		Робоче освітлення складу 100/3	2,880
	1	Світильники робочого освітлення 100/3-1	0,800
	2	Світильники робочого освітлення 100/3-2	0,640
	3	Світильники робочого освітлення 100/3-3	0,640
	4	Світильники робочого освітлення 100/3-4	0,800
ЩО 101/4		Робоче освітлення складу 100/4	2,880
	1	Світильники робочого освітлення 100/4-1	0,800
	2	Світильники робочого освітлення 100/4-2	0,640
	3	Світильники робочого освітлення 100/4-3	0,640
	4	Світильники робочого освітлення 100/4-4	0,800
ЩО 101/5		Робоче освітлення складу 100/5	2,880
	1	Світильники робочого освітлення 100/5-1	0,800
	2	Світильники робочого освітлення 100/5-2	0,640
	3	Світильники робочого освітлення 100/5-3	0,640
	4	Світильники робочого освітлення 100/5-4	0,800
ЩО-R1		Робоче освітлення залізничної рампи	0,840
	1	Світильники робочого освітлення	0,300
	2	Світильники робочого освітлення	0,240
	3	Світильники робочого освітлення	0,300
ЩО 1		Робоче освітлення приміщень першого поверху	3,551
	1	Світильники робочого освітлення приміщення 108	0,700
	2	Світильники робочого освітлення приміщення 108/1	0,500
	3	Світильники робочого освітлення приміщення 114	0,600
	4	Світильники робочого освітлення приміщення 114.1	0,300
	5	Світильники робочого освітлення приміщень 102, 103, 104, 106, 107	0,095
	6	Освітлення над входами, приміщення 111, 113	0,093
	7	Світильники робочого освітлення приміщення 115, 117	0,079
	8	Світильники робочого освітлення рампи 108.1b	0,720
	9	Світильники робочого освітлення рампи 114b	0,480
ЩО2		Робоче освітлення приміщень другого поверху	3,199
	1	Світильники робочого освітлення приміщень 221, 222	0,095
	2	Світильники робочого освітлення приміщень 203, 204, 220	0,144
	3	Світильники робочого освітлення приміщень 214 – 219	0,349
	4	Світильники робочого освітлення приміщень 209 – 213	0,660

Продовження таблиці 3.1

Позначення щита	Група	Призначення	Встановлена потужність, кВт
	5	Світильники робочого освітлення приміщень 205 – 208	0,585
	6	Світильники робочого освітлення приміщень 223, 223.1	0,180
	7	Світильники робочого освітлення приміщень 237, 237.1, 237.2	0,192
	8	Світильники робочого освітлення приміщень 225 – 227	0,642
	9	Світильники робочого освітлення приміщень 228 – 232	0,224
	10	Світильники робочого освітлення приміщень 233, 234	0,032
	11	Світильники робочого освітлення приміщень 235, 236	0,096
ЩОЗ		Робоче освітлення приміщень третього поверху	3,534
	1	Світильники робочого освітлення приміщень 319, 320	0,145
	2	Світильники робочого освітлення приміщень 303, 304, 317	0,144
	3	Світильники робочого освітлення приміщень 314 – 316	0,450
	4	Світильники робочого освітлення приміщень 311 – 313	0,405
	5	Світильники робочого освітлення приміщень 308 – 310	0,405
	6	Світильники робочого освітлення приміщень 305 – 307	0,480
	7	Світильники робочого освітлення приміщень 322 – 326	0,573
	8	Світильники робочого освітлення приміщень 327 – 330	0,585
	9	Світильники робочого освітлення приміщень 332, 333	0,096
	10	Світильники робочого освітлення приміщень 318, 318.1	0,192
	11	Світильники робочого освітлення приміщень 331, 331.1, 331.2	0,204
ЩОВ		Освітлення венткамери	0,078
	1	Світильники робочого приміщень 403, 404	0,078
ЩО1Ф		Фасадне освітлення	5,600
	1	Світильники робочого освітлення	1,400
	2	Світильники робочого освітлення	1,600
	3	Світильники чергового освітлення	1,400
	4	Світильники чергового освітлення	1,200
ЩАО 101/1		Аварійне освітлення складу 100/1	0,320
	1	Світильники аварійного освітлення 101/1-2	0,160
	2	Світильники аварійного освітлення 101/1-3	0,160
ЩАО 101/2		Аварійне освітлення складу 100/2	0,320
	1	Світильники аварійного освітлення 101/2-2	0,160
	2	Світильники аварійного освітлення 101/2-3	0,160
ЩАО 101/2		Аварійне освітлення складу 100/3	0,320
	1	Світильники аварійного освітлення 101/3-2	0,160
	2	Світильники аварійного освітлення 101/3-3	0,160
ЩАО 101/4		Аварійне освітлення складу 100/4	0,320
	1	Світильники аварійного освітлення 101/4-2	0,160

Продовження таблиці 3.1

Позначення щита	Група	Призначення	Встановлена потужність, кВт
	2	Світильники аварійного освітлення 101/4-3	0,160
ЩАО 101/5		Аварійне освітлення складу 100/4	0,320
	1	Світильники аварійного освітлення 101/5-2	0,160
	2	Світильники аварійного освітлення 101/5-3	0,160
ЩАО-R1		Аварійне освітлення залізничної рампи	0,360
	1	Світильники аварійного освітлення	0,360
ЩАО 1		Аварійне освітлення приміщень першого поверху	0,748
	1	Світильники аварійного освітлення 108а	0,200
	2	Світильники аварійного освітлення 108.1а	0,200
	3	Світильники аварійного освітлення 114	0,200
	4	Світильники аварійного освітлення 114.1а	0,100
	5	Світлові покажчики «Вихід»	0,024
	6	Світлові покажчики «Вихід»	0,024
ЩАО2		Аварійне освітлення приміщень другого поверху	0,258
	1	Аварійне освітлення сходових клітин 105	0,060
	2	Аварійне освітлення сходових клітин 112	0,030
	3	Аварійне освітлення сходових клітин 118	0,060
	4	Аварійне освітлення приміщень 223, 237	0,072
	5	Світлові покажчики «Вихід»	0,036
ЩАО 3		Аварійне освітлення приміщень другого поверху	0,096
	1	Аварійне освітлення приміщень 318	0,048
	2	Світлові покажчики «Вихід»	0,048
ЩОК		Освітлення котлової	0,166
	1	Освітлення приміщень 405 – 407	0,160
	2	Світлові покажчики «Вихід»	0,006
Сумарна встановлена потужність робочого освітлення			31,202
Сумарна встановлена потужність аварійного освітлення			3,228
Сумарна встановлена потужність системи освітлення складської будівлі			34,430

3.2 Розрахунок електричної освітлювальної мережі складської будівлі

Розрахунок електричних освітлювальних мереж полягає у визначенні перерізу проводів, при якому відсутнім є їх перегрівання, витрати кабельної продукції є мінімальними, а на світлових приладах забезпечується необхідна напруга [11, 12].

Площі поперечних перерізів жил проводів та кабелів визначають, на основі розрахунків:

- по втраті напруги;
- на мінімум провідникового матеріалу;
- по струму навантаження.

Основною формулою для розрахунку електричної освітлювальної мережі по втраті напруги $\Delta U\%$ є:

$$\Delta U\% = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} M_k}{c \cdot S}, \quad (3.1)$$

де $\sum_{k=1}^{k=n} M_k$ – сума моментів електричних навантажень ділянки електричної освітлювальної мережі;

c – коефіцієнт, який залежить від системи мережі, напруги, яка застосовується та від матеріалу проводів, котрий для трифазної та двопровідної мережі із проводами та кабелями з мідними жилами дорівнює відповідно 72 та 12.

S – площа поперечного перерізу жил кабелів.

Розрахунок на мінімум провідникового матеріалу здійснюється за формулами:

$$S = \frac{M_{\Pi}}{c \cdot \Delta U\%}, \quad (3.2)$$

$$M_{\Pi} = \sum M + \alpha \cdot \sum m, \quad (3.3)$$

де $\sum M$ – сума моментів розрахункової, ділянки а також всіх наступних ділянок з такою ж кількістю проводів, живлення котрих здійснюється через дану ділянку;

$\sum m$ – сума моментів ділянок, котрі живляться через розрахункову ділянку, їх кількість проводів відрізняється від кількості проводів даної (розрахункової) ділянки;

α – коефіцієнт приведення моментів.

Формули для розрахунку ділянок електричної освітлювальної мережі по струму навантаження є:

у випадку двопровідної мережі:

$$I_p = \frac{P_p}{U_\phi \cdot \cos \varphi}, \quad (3.3)$$

у випадку трифазної мережі з рівномірним навантаженням фаз:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi}, \quad (3.4)$$

де P_p – розрахункова потужність навантажень, живлення котрих здійснюється через розрахункову ділянку;

$U_\phi = 230$ В – фазова напруга;

$U_l = 400$ В – лінійна напруга;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт активної потужності.

З отриманих в розрахунках перерізів провідників чи кабелів вибирають найбільший. Проведемо розрахунок електричної освітлювальної мережі будівлі складу на мінімум провідникового матеріалу та по струму навантаження.

3.2.1 Електротехнічний розрахунок електричних освітлювальних мереж по втраті напруги

Розрахунок виконаємо на прикладі групових ліній робочого освітлення, котрі живляться від щита освітлення ЩО1/1. Схему для розрахунку представлено на рис. 3.2.

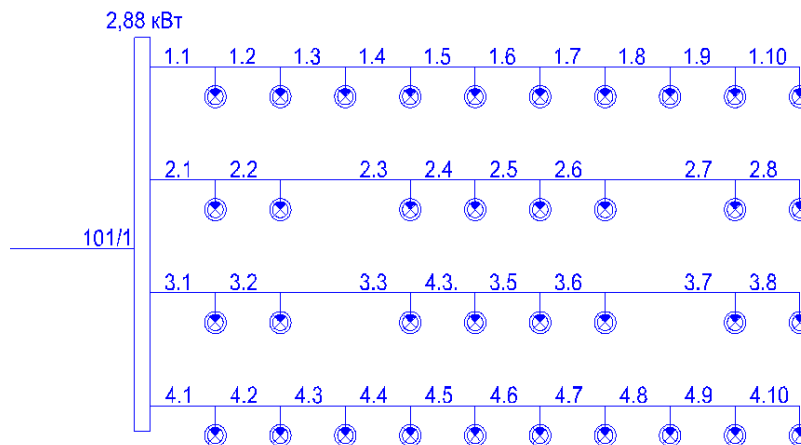


Рисунок 3.2 – Схема для електротехнічного розрахунку групових ліній робочого освітлення щита ЩО1/1

Вихідними даними для розрахунку (табл. 3.2) є довжини відповідних ділянок та потужності навантажень, котрі живляться через ці ділянки.

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для електротехнічного розрахунку групових ліній робочого освітлення щита ЩО1/1

Номер ділянки	Потужність, кВт	Довжина, м	Момент навантажень, кВт·м
101/1	2,88	70	201,60
1.1	0,80	19	15,20
2.1	0,64	13	8,32
3.1	0,64	18	11,52
4.1	0,80	24	19,20
1.2, 4.2	0,72	6	4,32
1.3, 4.3	0,64	6	3,84
1.4, 4.4, 3.2, 2.2	0,56	6	3,36
2.3, 3.3	0,56	12	6,72
1.5, 4.5	0,48	6	2,88
1.6, 4.6, 2.4, 3.4	0,40	6	2,40
1.7, 4.7, 2.5, 3.5	0,32	6	1,92
1.8, 4.8, 2.6, 3.6	0,24	6	1,44
1.9, 4.9	0,16	6	0,96
2.7, 3.7	0,16	12	1,92
1.10, 2.8, 3.8, 4.10	0,08	6	0,48

Моменти ділянок 1.10, 2.8, 3.8, 4.10 визначимо за формулою:

$$m_{1.10} = m_{2.8} = m_{3.8} = m_{4.10} = P_{1.10} \cdot l_{1.10}. \quad (3.5)$$

Підставляючи значення $P_{1.10} = 0,08$ кВт та $l_{1.10} = 6$ м у формулу 3.5, отримаємо:

$$m_{1.10} = m_{2.8} = m_{3.8} = m_{4.10} = 0,08 \cdot 6 = 0,48 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Аналогічно розраховуємо моменти навантажень і для інших ділянок. Результати розрахунків подано в таблиці 3.2.

Приведені моменти ділянок розраховуємо за формулами:

$$\begin{aligned} m_{П1.9} &= m_{П4.9} = m_{1.10} + m_{1.9}, \\ m_{П1.8} &= m_{П4.8} = m_{1.8} + m_{П1.9}, \\ m_{П1.7} &= m_{П4.7} = m_{1.7} + m_{П1.8}, \quad m_{П2.7} = m_{П3.7} = m_{2.7} + m_{2.8}, \\ m_{П1.6} &= m_{П4.6} = m_{1.6} + m_{П1.7}, \quad m_{П2.6} = m_{П3.6} = m_{2.6} + m_{П2.7}, \\ m_{П1.5} &= m_{П4.5} = m_{1.5} + m_{П1.6}, \quad m_{П2.5} = m_{П3.5} = m_{2.5} + m_{П2.6}, \\ m_{П1.4} &= m_{П4.4} = m_{1.4} + m_{П1.5}, \quad m_{П2.4} = m_{П3.4} = m_{2.4} + m_{П2.5}, \\ m_{П1.3} &= m_{П4.3} = m_{1.3} + m_{П1.4}, \quad m_{П2.3} = m_{П3.3} = m_{2.3} + m_{П2.4}, \\ m_{П1.2} &= m_{П4.2} = m_{1.2} + m_{П1.3}, \quad m_{П2.2} = m_{П3.2} = m_{2.2} + m_{П2.3}, \\ m_{П1.1} &= m_{1.1} + m_{П1.2}, \quad m_{П2.1} = m_{2.1} + m_{П2.2}, \\ m_{П3.1} &= m_{3.1} + m_{П3.2}, \quad m_{П4.1} = m_{4.1} + m_{П4.2}, \\ M_{П101/1} &= M_{101/1} + \alpha \cdot (m_{П1.1} + m_{П2.1} + m_{П3.1} + m_{П4.1}). \end{aligned} \quad (3.6)$$

Підставляючи значення моментів навантажень та коефіцієнт приведення моментів $\alpha = 1,83$ у формулу (3.6), отримаємо:

$$\begin{aligned} m_{П1.9} &= m_{П4.9} = 0,48 + 0,96 = 1,44 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \\ m_{П1.8} &= m_{П4.8} = 1,44 + 1,44 = 2,88 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \\ m_{П1.7} &= m_{П4.7} = 1,92 + 2,88 = 4,80 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \quad m_{П2.7} = m_{П3.7} = 1,92 + 0,48 = 2,40 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \\ m_{П1.6} &= m_{П4.6} = 2,40 + 4,80 = 7,20 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \quad m_{П2.6} = m_{П3.6} = 1,44 + 2,40 = 3,84 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \\ m_{П1.5} &= m_{П4.5} = 2,88 + 7,20 = 10,08 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \quad m_{П2.5} = m_{П3.5} = 1,92 + 3,84 = 5,76 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \\ m_{П1.4} &= m_{П4.4} = 3,36 + 10,08 = 13,44 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \quad m_{П2.4} = m_{П3.4} = 2,40 + 5,76 = 8,16 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \\ m_{П1.3} &= m_{П4.3} = 3,84 + 13,44 = 17,28 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \quad m_{П2.3} = m_{П3.3} = 6,72 + 8,16 = 14,88 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
m_{П1.2} &= m_{П4.2} = 4,32 + 17,28 = 21,60 \text{ кВт} \cdot \text{м}, & m_{П2.2} &= m_{П3.2} = 3,36 + 14,88 = 18,24 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \\
m_{П1.1} &= 15,20 + 21,60 = 36,8 \text{ кВт} \cdot \text{м}, & m_{П2.1} &= 8,32 + 18,24 = 26,56 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \\
m_{П3.1} &= 11,52 + 18,24 = 29,76 \text{ кВт} \cdot \text{м}, & m_{П4.1} &= 19,20 + 21,60 = 40,80 \text{ кВт} \cdot \text{м}, \\
M_{П101/1} &= 201,60 + 1,83 \cdot (36,8 + 26,56 + 29,76 + 40,80) = 446,67 \text{ кВт} \cdot \text{м}.
\end{aligned}$$

Підставляючи значення $M_{П101/1}$, $c = 72$ та $\Delta U \% = 2,5 \%$ у формулу (3.2), отримаємо:

$$S_{101/1} = \frac{446,67}{72 \cdot 2,5} = 2,48 \text{ мм}^2.$$

Вибираємо найближче більше значення і приймаємо, що $S_{101/1} = 2,5 \text{ мм}^2$. Підставивши значення $M_{101/1}$, $c = 72$ та $S_{101/1} = 2,5 \text{ мм}^2$ у формулу (3.1), отримаємо значення реального спаду напруги на ділянці електричної освітлювальної мережі 101/1:

$$\Delta U \% = \frac{201,60}{72 \cdot 2,5} = 1,12 \%$$

Спад напруги на ділянках 1.1, 2.1, 3.1, 4.1:

$$\Delta U_{1.1} \% = \Delta U_{1.2} \% = \Delta U_{1.3} \% = \Delta U_{1.4} \% = 2,5 - 1,12 = 1,38 \%$$

Площі поперечного перерізу жил для цих ділянок розраховуємо за формулами:

$$\begin{aligned}
S_{1.1} &= \frac{m_{П1.1}}{\Delta U_{1.1} \% \cdot c_{1\phi}}, & S_{2.1} &= \frac{m_{П2.1}}{\Delta U_{1.1} \% \cdot c_{1\phi}}, \\
S_{3.1} &= \frac{m_{П3.1}}{\Delta U_{1.1} \% \cdot c_{1\phi}}, & S_{4.1} &= \frac{m_{П4.1}}{\Delta U_{1.1} \% \cdot c_{1\phi}},
\end{aligned} \tag{3.7}$$

де $c_{1\phi} = 12$.

Підставивши значення приведених моментів, спадів напруг та коефіцієнта $c_{1\phi} = 12$ у формулу (3.7), отримаємо:

$$\begin{aligned} S_{1.1} &= \frac{36,80}{1,38 \cdot 12} = 2,22 \%, S_{2.1} = \frac{26,56}{1,38 \cdot 12} = 1,60 \%, \\ S_{3.1} &= \frac{29,76}{1,38 \cdot 12} = 1,79 \%, S_{4.1} = \frac{40,80}{1,38 \cdot 12} = 2,46 \%. \end{aligned} \quad (3.7)$$

Для цих ділянок приймаємо площу поперечного перерізу жил $S_{1.1} = 2,5 \text{ мм}^2$.

Реальні спади напруг на цих ділянках розраховуємо на основі формули (3.1):

$$\begin{aligned} \Delta U_{1.1P} \% &= \frac{15,20}{12 \cdot 2,5} = 0,51 \%, \\ \Delta U_{1.2P} \% &= \frac{8,32}{12 \cdot 2,5} = 0,28 \%, \\ \Delta U_{1.3P} \% &= \frac{11,52}{12 \cdot 2,5} = 0,38 \%, \\ \Delta U_{1.4P} \% &= \frac{19,20}{12 \cdot 2,5} = 0,64 \%. \end{aligned}$$

Площі поперечних перерізів, спади напруг наступних ділянок групових ліній розраховуємо аналогічно. Результати розрахунку представлені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати електротехнічного розрахунку на мінімум провідникового матеріалу мережі системи робочого освітлення складського приміщення 100/1

Номер ділянки	Потужність, кВт	Довжина, м	Момент ділянки, кВт·м	Приведений момент, кВт·м	c	Спад напруги, %	Розраховане значення площі поперечного	Табличне значення площі поперечного перерізу, мм ²	Реальний спад напруги, %
101/1	2,88	70,00	201,60	446,67	72	2,5	2,47	2,5	1,12
1.1	0,80	19,00	15,20	36,80	12	1,38	2,22	2,5	0,51

Продовження таблиці 3.3

Номер ділянки	Потужність, кВт	Довжина, м	Момент ділянки, кВт·м	Приведений момент, кВт·м	c	Спад напруги, %	Розраховане значення площі поперечного перерізу, мм ²	Табличне значення площі поперечного перерізу, мм ²	Реальний спад напруги, %
1.2	0,72	6,00	4,32	21,60	12	0,87	2,06	2,5	0,14
1.3	0,64	6,00	3,84	17,28	12	0,73	1,97	2,5	0,13
1.4	0,56	6,00	3,36	13,44	12	0,60	1,86	2,5	0,11
1.5	0,48	6,00	2,88	10,08	12	0,49	1,72	2,5	0,10
1.6	0,40	6,00	2,40	7,20	12	0,39	1,53	2,5	0,08
1.7	0,32	6,00	1,92	4,80	12	0,31	1,28	1,5	0,11
1.8	0,24	6,00	1,44	2,88	12	0,21	1,16	1,5	0,08
1.9	0,16	6,00	0,96	1,44	12	0,13	0,95	1,5	0,05
1.10	0,08	6,00	0,48	0,48	12	0,07	0,55	1,5	0,03
Сумарний спад напруги, %									2,45
2.1	0,64	13,00	8,32	26,56	12	1,38	1,57	2,5	0,28
2.2	0,56	6,00	3,36	17,76	12	1,10	1,34	1,5	0,19
2.3	0,48	12,00	5,76	14,40	12	1,10	1,09	1,5	0,32
2.4	0,40	6,00	2,40	8,64	12	0,92	0,79	1,5	0,13
2.5	0,32	6,00	1,92	6,24	12	0,78	0,66	1,5	0,11
2.6	0,24	12,00	2,88	4,32	12	0,78	0,46	1,5	0,16
2.7	0,16	6,00	0,96	1,44	12	0,68	0,18	1,5	0,05
2.8	0,08	6,00	0,48	0,48	12	0,62	0,06	1,5	0,03
Сумарний спад напруги, %									2,38
3.1	0,64	18,00	11,52	29,76	12	1,38	1,77	2,5	0,38
3.2	0,56	6,00	3,36	17,76	12	1,00	1,49	1,5	0,19
3.3	0,48	12,00	5,76	14,40	12	1,00	1,20	1,5	0,32
3.4	0,40	6,00	2,40	8,64	12	0,81	0,89	1,5	0,13
3.5	0,32	6,00	1,92	6,24	12	0,68	0,77	1,5	0,11
3.6	0,24	12,00	2,88	4,32	12	0,68	0,53	1,5	0,16
3.7	0,16	6,00	0,96	1,44	12	0,57	0,21	1,5	0,05
3.8	0,08	6,00	0,48	0,48	12	0,52	0,08	1,5	0,03
Сумарний спад напруги, %									2,49
4.1	0,80	24,00	19,20	40,80	12	1,38	2,46	2,5	0,64
4.2	0,72	6,00	4,32	21,60	12	0,74	2,43	2,5	0,14
4.3	0,64	6,00	3,84	17,28	12	0,60	2,42	2,5	0,13
4.4	0,56	6,00	3,36	13,44	12	0,47	2,39	2,5	0,11
4.5	0,48	6,00	2,88	10,08	12	0,36	2,36	2,5	0,10
4.6	0,40	6,00	2,40	7,20	12	0,26	2,31	2,5	0,08

Продовження таблиці 3.3

Номер ділянки	Потужність, кВт	Довжина, м	Момент ділянки, кВт·м	Приведений момент, кВт·м	с	Спад напруги, %	Розраховане значення площі поперечного перерізу, мм ²	Табличне значення площі поперечного перерізу, мм ²	Реальний спад напруги, %
4.7	0,32	6,00	1,92	4,80	12	0,18	2,22	2,5	0,06
4.8	0,24	6,00	1,44	2,88	12	0,12	2,07	2,5	0,05
4.9	0,16	6,00	0,96	1,44	12	0,07	1,76	2,5	0,03
4.10	0,08	6,00	0,48	0,48	12	0,04	1,11	1,5	0,03
Сумарний спад напруги, %									2,49

З метою підвищення зручності монтажу електричної освітлювальної мережі будемо прагнути до використання на різних ділянках групових ліній кабелів з максимально однаковою площею поперечного перерізу жил. Для цього, для ділянки 101/1 приймемо площу поперечного перерізу 4 мм², а для решти ділянок – 2,5 мм². Для даної електричної освітлювальної мережі виконано електротехнічний розрахунок, результати якого приведено в табл. 3.4

Таблиця 3.4 – Результати електротехнічного розрахунку на мінімум провідникового матеріалу та по струму навантаження мережі системи робочого освітлення складського приміщення 100/1

Номер ділянки	Потужність, кВт	Довжина, м	Момент ділянки, кВт·м	Приведений момент, кВт·м	с	Спад напруги, %	Розраховане значення площі поперечного перерізу, мм ²	Табличне значення площі поперечного перерізу, мм ²	Реальний спад напруги, %	Робочий струм ділянки, А	Тип кабелю	Допустимий струм, А
101/1	2,88	70	201,60	446,67	72	2,5	2,48	4	0,7	4,38	ВВГнг-5×4,0	33,0
1.1	0,80	19	15,20	36,80	12	1,80	1,70	2,5	0,51	3,66	ВВГнг-3×2,5	27,0

Продовження таблиці 3.4

Номер ділянки	Потужність, кВт	Довжина, м	Момент ділянки, кВт·м	Приведений момент, кВт·м	с	Спад напруги, %	Розраховане значення площі поперечного перерізу, мм ²	Табличне значення площі поперечного перерізу, мм ²	Реальний спад напруги, %	Робочий струм ділянки, А	Тип кабелю	Допустимий струм, А
1.2	0,72	6	4,32	21,60	12	1,29	1,39	2,5	0,14	3,30	ВВГнг-3×2,5	27,0
1.3	0,64	6	3,84	17,28	12	1,15	1,25	2,5	0,13	2,93	ВВГнг-3×2,5	
1.4	0,56	6	3,36	13,44	12	1,02	1,10	2,5	0,11	2,56	ВВГнг-3×2,5	
1.5	0,48	6	2,88	10,08	12	0,91	0,92	2,5	0,10	2,20	ВВГнг-3×2,5	
1.6	0,40	6	2,40	7,20	12	0,81	0,74	2,5	0,08	1,83	ВВГнг-3×2,5	
1.7	0,32	6	1,92	4,80	12	0,73	0,55	2,5	0,06	1,46	ВВГнг-3×2,5	
1.8	0,24	6	1,44	2,88	12	0,67	0,36	2,5	0,05	1,10	ВВГнг-3×2,5	
1.9	0,16	6	0,96	1,44	12	0,62	0,19	2,5	0,03	0,73	ВВГнг-3×2,5	
1.10	0,08	6	0,48	0,48	12	0,59	0,07	2,5	0,02	0,37	ВВГнг-3×2,5	
Сумарний спад напруги, %									1,93			
2.1	0,64	13	8,32	26,08	12	1,80	1,21	2,5	0,28	2,93	ВВГнг-3×2,5	27,0
2.2	0,56	6	3,36	17,76	12	1,52	0,97	2,5	0,11	2,56	ВВГнг-3×2,5	
2.3	0,48	12	5,76	14,40	12	1,52	0,79	2,5	0,19	2,20	ВВГнг-3×2,5	
2.4	0,40	6	2,40	8,64	12	1,41	0,51	2,5	0,08	1,83	ВВГнг-3×2,5	
2.5	0,32	6	1,92	6,24	12	1,33	0,39	2,5	0,06	1,46	ВВГнг-3×2,5	
2.6	0,24	12	2,88	4,32	12	1,33	0,27	2,5	0,10	1,10	ВВГнг-3×2,5	
2.7	0,16	6	0,96	1,44	12	1,27	0,09	2,5	0,03	0,73	ВВГнг-3×2,5	
2.8	0,08	6	0,48	0,48	12	1,23	0,03	2,5	0,02	0,37	ВВГнг-3×2,5	
Сумарний спад напруги, %									1,57			
3.1	0,64	18	11,52	29,28	12	1,80	1,36	2,5	0,38	2,93	ВВГнг-3×2,5	27,0
3.2	0,56	6	3,36	17,76	12	1,42	1,05	2,5	0,11	2,56	ВВГнг-3×2,5	
3.3	0,48	12	5,76	14,40	12	1,42	0,85	2,5	0,19	2,20	ВВГнг-3×2,5	
3.4	0,40	6	2,40	8,64	12	1,30	0,55	2,5	0,08	1,83	ВВГнг-3×2,5	
3.5	0,32	6	1,92	6,24	12	1,22	0,42	2,5	0,06	1,46	ВВГнг-3×2,5	
3.6	0,24	12	2,88	4,32	12	1,22	0,29	2,5	0,10	1,10	ВВГнг-3×2,5	
3.7	0,16	6	0,96	1,44	12	1,16	0,10	2,5	0,03	0,73	ВВГнг-3×2,5	
3.8	0,08	6	0,48	0,48	12	1,13	0,04	2,5	0,02	0,37	ВВГнг-3×2,5	
Сумарний спад напруги, %									1,68			
4.1	0,80	24	19,20	40,80	12	1,80	1,89	2,5	0,64	3,66	ВВГнг-3×2,5	27,0
4.2	0,72	6	4,32	21,60	12	1,16	1,55	2,5	0,14	3,30	ВВГнг-3×2,5	
4.3	0,64	6	3,84	17,28	12	1,02	1,42	2,5	0,13	2,93	ВВГнг-3×2,5	
4.4	0,56	6	3,36	13,44	12	0,89	1,26	2,5	0,11	2,56	ВВГнг-3×2,5	

Продовження таблиці 3.4

Номер ділянки	Потужність, кВт	Довжина, м	Момент ділянки, кВт·м	Приведений момент, кВт·м	с	Спад напруги, %	Розраховане значення площі поперечного перерізу, мм ²	Табличне значення площі поперечного перерізу, мм ²	Реальний спад напруги, %	Робочий струм ділянки, А	Тип кабелю	Допустимий струм, А
4.5	0,48	6	2,88	10,08	12	0,78	1,08	2,5	0,10	2,20	ВВГнг-3×2,5	27,0
4.6	0,40	6	2,40	7,20	12	0,68	0,88	2,5	0,08	1,83	ВВГнг-3×2,5	
4.7	0,32	6	1,92	4,80	12	0,60	0,67	2,5	0,06	1,46	ВВГнг-3×2,5	
4.8	0,24	6	1,44	2,88	12	0,54	0,45	2,5	0,05	1,10	ВВГнг-3×2,5	
4.9	0,16	6	0,96	1,44	12	0,49	0,25	2,5	0,03	0,73	ВВГнг-3×2,5	
4.10	0,08	6	0,48	0,48	12	0,46	0,09	2,5	0,02	0,37	ВВГнг-3×2,5	
Сумарний спад напруги, %									2,06			

Сумарні спади напруг становлять:

- для групи 1 – 1,93 %;
- для групи 2 – 1,57 %;
- для групи 3 – 1,68 %;
- для групи 4 – 2,06 %.

Розрахунок для інших щитів освітлення та групових ліній виконуємо аналогічно. На підставі результатів розрахунку вибираємо площі поперечного перерізу жил кабелів, інформація щодо котрих міститься в додатку 2.

3.2.2 Електротехнічний розрахунок електричних освітлювальних мереж по струму навантаження та вибір апаратів захисту

Розрахунок виконаємо на прикладі ділянок 100/1 та 1.1. Підставивши значення параметрів для ділянки 100/1, зокрема $P_p = 2,88 \cdot 10^3$ Вт, $U_n = 400$ В, $\cos \varphi = 0,95$ в рівняння (3.4), отримаємо

$$I_p = \frac{2,88 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 4,38 \text{ А.}$$

Підставивши значення параметрів для ділянки 1.1, зокрема $P_p = 0,8 \cdot 10^3 \text{ Вт}$, $U_\phi = 230$, $\cos \varphi = 0,95$ в рівняння (3.3), отримаємо

$$I_p = \frac{0,8 \cdot 10^3}{230 \cdot 0,95} = 3,66 \text{ А.}$$

Допустимий робочий струм для кабелів типу ВВГнг-5×4,0 становить 33 А [32], а для кабелів типу ВВГнг-3×2,5 – 27 А [33]. Аналогічно розраховуємо струми і для інших ділянок. Результати розрахунку представлено в табл. 3.4.

При виборі апаратів захисту у вигляді автоматичних вимикачів потрібно забезпечувати, щоб напівпровідникові світлові прилади, які приєднані до однієї групової лінії апаратом захисту, не викликали хибне його спрацьовування при їх одночасному вмиканні від дії пускових струмів. Допустима кількість світлових приладів однієї групової лінії розраховується за формулою [14, 15]:

$$N_{\max} \leq \frac{K \cdot K_k \cdot I_n}{I_{\text{peak}}}, \quad (3.8)$$

де K – коефіцієнт кривої спрацьовування, котрий для характеристик В, С, D, К і Z становить відповідно 3; 5; 10; 10 і 2;

K_k – коефіцієнт нерозчіплювання, значення якого визначається в залежності від тривалості імпульсу пускового струму і становить 27,0, 16,2, 9,0, 6,5, та 5,2 при тривалості імпульсу $\Delta t = 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5$ мс відповідно;

I_n – струм вставки електромагнітного розчеплювача захисного автоматичного вимикача

I_{peak} – амплітуда імпульсу пускового струму одного світлового приладу.

По даних світильників типу ДСП17В потужністю 80 Вт відомо, що в цих світлових приладах використовуються електронні джерела живлення типу XLG-100, амплітуда пускового струму яких становить $I_{peak} = 50 \text{ А}$ з тривалістю імпульсу $\Delta t = 300 \text{ мкс} = 0,3 \text{ мс}$ [14, 15]. Для даної тривалості імпульсу коефіцієнт нерозчіплювання становить $K_k = 9,0$.

В якості пристроїв захисту груп 1 – 4 та 100/1 виберемо відповідно однополюсні та триполюсні автоматичні вимикачі серії ВА-2017 з характеристиками спрацьовування типу С та D, коефіцієнти кривої спрацьовування яких становлять відповідно 5 та 10.

Струм вставки електромагнітного розчеплювача захисного автоматичного вимикача виберемо I_n , виходячи із умови [14]:

$$I_p \leq I_n \leq I_\delta,$$

де I_δ – допустимий струм кабелю ВВГнг, котрий для кабелю ВВГнг-3×2,5 становить 27,0 А, а для ВВГнг-5×4,0 – 33,0 А.

Підставивши значення для I_δ та I_p в умову (3.9), отримаємо:

для апаратів захисту груп 1, 4

$$3,66 \text{ А} \leq I_n \leq 27 \text{ А},$$

для апаратів захисту груп 2,3:

$$2,93 \text{ А} \leq I_n \leq 27 \text{ А},$$

для апарату захисту ділянки 100/1:

$$4,38 \text{ А} \leq I_n \leq 33,0 \text{ А}.$$

Вибираємо найближчі більші значення:

- для груп 1 та 4 $I_n = 4 \text{ А}$;
- для груп 2 та 3 $I_n = 3 \text{ А}$;

- для апарату захисту ділянки 100/1 $I_n = 6$ А;

Підставивши значення K , K_k , I_n та I_{peak} у формулу 3.8, отримаємо:

для апаратів груп 1 та 4:

$$N_{\max C} = \frac{5 \cdot 9,0 \cdot 4,0}{50,0} = 3,$$

$$N_{\max D} = \frac{10 \cdot 9,0 \cdot 4,0}{50,0} = 7;$$

для апаратів груп 1 та 4:

$$N_{\max C} = \frac{5 \cdot 9,0 \cdot 3,0}{50,0} = 2,$$

$$N_{\max D} = \frac{10 \cdot 9,0 \cdot 3,0}{50,0} = 5;$$

для апарату захисту 100/1:

$$N_{\max C} = \frac{5 \cdot 9,0 \cdot 6,0}{50,0} = 5,$$

$$N_{\max D} = \frac{10 \cdot 9,0 \cdot 6,0}{50,0} = 10.$$

Як видно із результатів розрахунку, жоден із вибраних апаратів не забезпечує захист необхідної кількості світлових приладів, котра для груп 1 та 4 становить 10, для груп 2 і 3 – 8, а для ділянки електричної освітлювальної мережі 100/1 – 16.

Тому номінали струмів вставки електромагнітних розчеплювачів захисних автоматичних вимикачів піднімаємо на один ступінь і розраховуємо значення N_{\max} до тих, пір, поки вони не будуть більшими, ніж кількість світлових приладів в групових лініях. Результати розрахунку N_{\max} представлені в табл. 3.5, із котрої видно, що для груп 1 та 4 захист буде забезпечуватись автоматичними вимикачами зі струмом вставки електромагнітного розчеплювача 16 А і характеристикою спрацювання С або 6 А з

характеристикою спрацювання D. Для груп 2 та 3 – 10 А (характеристика C) або 6 А (характеристика D). Для ділянки мережі 100/1 – 20 А (характеристика C) або 10 А (характеристика D).

Таблиця 3.5 – Результати розрахунку N_{\max} при різних значеннях струмів вставки електромагнітних розчеплювачів автоматичних вимикачів

$I_n, \text{ А}$	3	4	5	6	10	16	20
$N_{\max C}, \text{ ШТ}$	2	3	4	5	9	14	18
$N_{\max D}, \text{ ШТ}$	5	7	9	10	18	28	36

Виходячи із вищенаведеного, вибираємо наступні автоматичні вимикачі:

- для груп 1 – 4: ВА-2017/D 1р 6А ;
- для ділянки мережі 100/1: ВА-2017/D 3р 10А .

Апарати захисту для інших ділянок електричної освітлювальної мережі вибираємо аналогічно. Результати заносимо в додаток 2.

3.3 Схеми керування системою освітлення складської будівлі

З метою полегшення вмикання та вимикання світлових приладів та керування освітленням великих приміщень в роботі виберемо схеми управління групами світильників в залежності від призначення світлових приладів, котрі живляться конкретною групою.

Для реалізації можливості багаторазових вмикань та вимикань для систем робочого та аварійного освітлення складських приміщень використаємо системи керування групами світлових приладів з допомогою контакторів із використанням блоків кнопок «Стоп» та «Пуск». В якості основних комутуючих пристроїв використаємо модульні контактори типу ESB 20 2н.о. [36], котрі призначені для використання в щитах разом із модульними компонентами, котрі встановлюються на DIN-рейці. Технічні характеристики цих апаратів наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики контакторів типу ESB 20 2н.о.

Номінальна робоча напруга, В	250
Номінальний робочий струм, А	20
Номінальна робоча потужність, кВт	1,1
Робочий діапазон котушки (в долях від номінальної напруги)	0,85 ... 1,1
Середня споживана потужність котушки при втягуванні, ВА/кВт	8/5
Середня споживана потужність котушки при втримуванні, ВА/кВт	3,2/1,2

Схему керування групами світильників з допомогою контакторів типу ESB 20 2н.о. та блоків кнопок «Стоп» та «Пуск» показано на рис. 3.3.

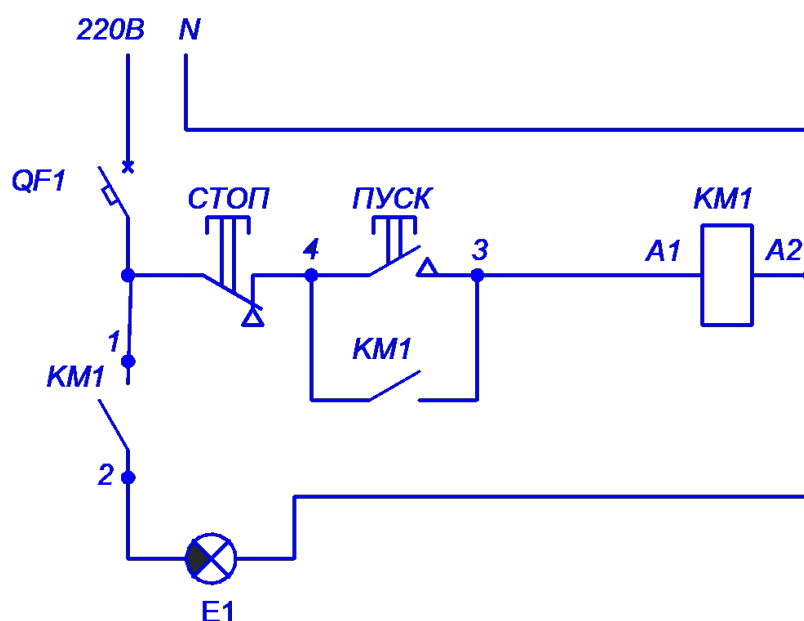


Рисунок 3.3 – Схема керування групами світильників систем робочого та аварійного освітлення складських приміщень з допомогою контакторів типу ESB 20 2н.о. та блоків кнопок «Стоп» та «Пуск»

Дана схема працює наступним чином. При натисканні кнопки «ПУСК» з нормально розімкнутим контактом замикаються допоміжні контакти 1 – 2 і 3 – 4 і струм подається на котушку керування КМ1, з котрої до групи світильників Е1. При відпусканні кнопки «ПУСК» дана схема буде працювати за рахунок замкнутого контакту 3 – 4. При натисканні кнопки «СТОП» з нормально

замкнутим контактом коло розривається, в результаті чого подача напруги на виконавчий механізм припиняється і розмикаються силові контакти та блок-контакти 1 – 2 і 3 – 4.

Для можливості вмикання групми світильників із різних місць застосуємо схему із використанням імпульсного реле E251 та імпульсних вимикачів-кнопок без фіксації, котру приведено на рис. 3.4. При замиканні контактів кнопок S1 чи S2 на котушку реле, котра керує розмиканням та замиканням контактів, подається струм, під дією якого контакти реле замикаються і перемикач контактів залишається в останньому положенні до наступної подачі сигналу, тобто до натискання кнопок S1 чи S2.

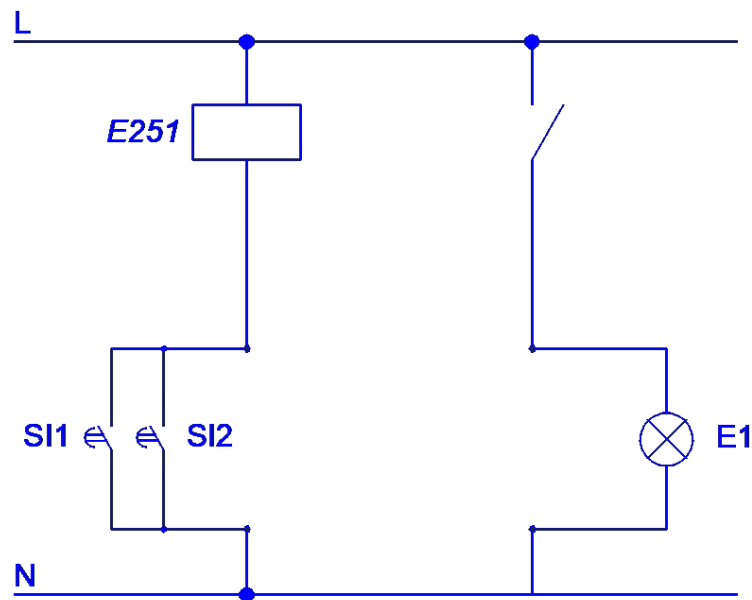


Рисунок 3.4 – Схема керування групою світильників із використанням імпульсного реле E251 та імпульсних вимикачів-кнопок без фіксації

Для керування роботою фасадного освітлення використаємо контактори типу ESB 24 4н.о. Схему керування приведено на рис. 3.5. Керування може виконуватись як в ручному режимі (для груп 1 та 3 щита ЩО1.Ф), так і в ручному й автоматичному режимах (для груп 2 та 4 щита ЩО1.Ф). Перехід від ручного керування до автоматичного здійснюється за допомогою перемикача SA1. В автоматичному режимі керування виконується із використанням датча освітленості EE002 «Hager» та сутінкового вимикача EE100 «Hager».

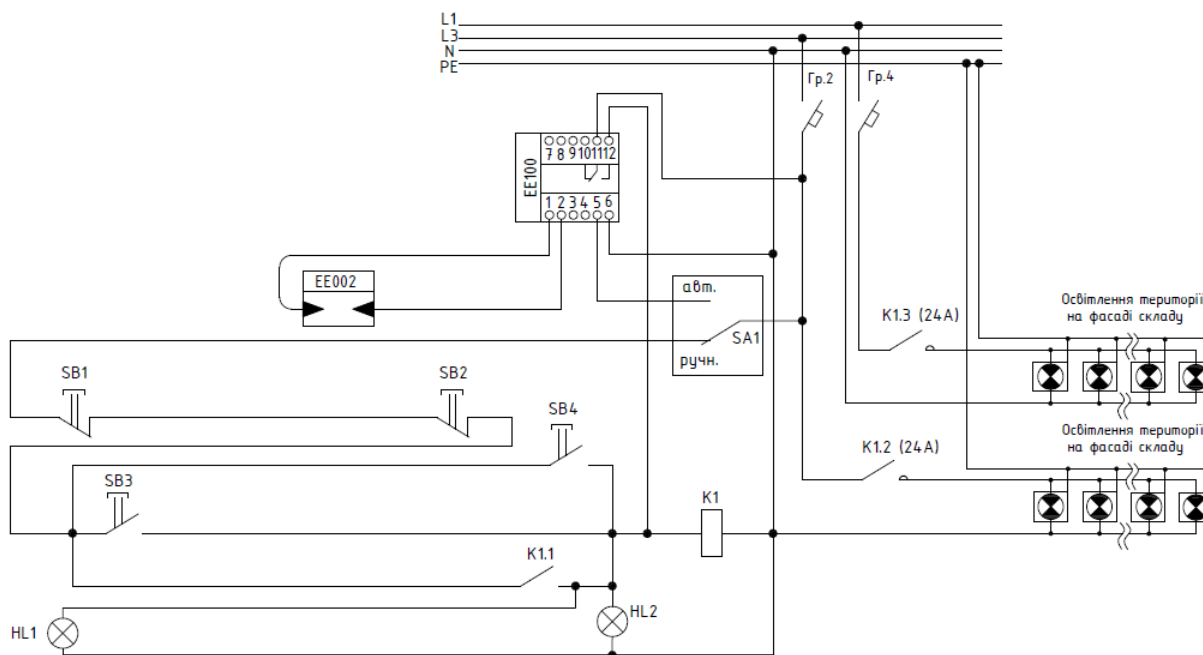


Рисунок 3.5 – Схема керування фасадним освітленням

3.4. Висновки до розділу

1. На основі результатів світлотехнічного розрахунку в залежності від розміщення світильників в приміщеннях будівлі розроблено електричну освітлювальну мережу систем робочого та аварійного освітлення. В даній мережі живлення світлових приладів для освітлення складів передбачено від п'яти щитів, розміщених в кожному складі. Живлення світильників для освітлення приміщень іншого призначення передбачається від семи щитів освітлення, розміщених в електрощитових.

2. Для групових ліній, та ліній розподільчих мереж проведено розрахунок на мінімум провідникового матеріалу та вибрано перерізи жил кабелів, в результаті якого пропонується використати кабель типу ВВГнг з площею поперечного перерізу від 1,5 до 10 мм². Крім того, на основі результатів розрахунку робочих вибрано апарати захисту у вигляді автоматичних вимикачів з характеристикою спрацювання D.

3. Розроблено схеми керування системою освітлення будівлі. Керування освітленням складських приміщень та фасадним освітленням пропонується

виконувати з допомогою контакторів, причому керування окремими групами світильників фасадного освітлення можна виконувати як в ручному, так і в автоматичному режимах із використанням задавачів освітленості та сутінкових вимикачів. Для керування системою освітлення великих приміщень (приміщення рампи) пропонується використання імпульсного реле та імпульсних вимикачів-кнопок без фіксації.

4. Сумарна встановлена потужність системи освітлення складської будівлі становить 34,330 кВт, з якої потужність робочого освітлення – 31,202, а аварійного - 3,228 кВт.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Причини виникнення пожеж та основні шляхи їх запобігання в складських приміщеннях

Основними причинами пожеж, що найбільш часто трапляються на складах, є неправильна експлуатація електроприладів, аварійні режими в електромережах, необережність під час паління й користування відкритим вогнем, тощо. Розвитку пожеж сприяють:

- відсутність зв'язку, пожежної сигналізації й автоматичного пожежогасіння, неправильний монтаж та експлуатація приладів;
- недостатність первинних засобів пожежогасіння;
- невміння працівників музею локалізувати пожежу за допомогою первинних засобів пожежогасіння або автоматичних установок з ручним запуском;
- непомітне поширення тління;
- великі об'єми зберігання, через що вогонь швидко поширюється;
- порушення протипожежних правил та інструкцій під час будівництва та ремонту складських будівель;
- розташування спеціалізованих служб у приміщеннях, небезпечних щодо пожеж; неакуратне застосування й зберігання горючих матеріалів тощо;
- незадовільна організація служби охорони в неробочий час (неповні обходи, великі проміжки часу між обходами).

Більшість пожеж виникає вночі, тому неправильні дії й неадекватні засоби гасіння служать причиною двох третин від завданого збитку.

Руйнівними чинниками під час пожежі є:

- 1) вогонь, який може повністю знищити товар, що зберігається;
- 2) висока температура, яка призводить до повного чи часткового зуглення матеріалів;
- 3) гарячі гази та дим, які спричиняють хімічне руйнування матеріалів

предметів або їх знебарвлення;

8) сильне забруднення предметів сажею та попелом.

Шляхами запобігання виникнення пожеж в складських будівлях є:

1) визначення для кожного приміщення категорії пожежної небезпеки, виходячи з «Визначення категорій приміщень і будівель по вибухопожежній та пожежній небезпеці» відповідно до ДБН В.1.1.7-2002;

2) застосування в усіх приміщеннях музеїв сучасних автоматичних систем виявлення диму й вогню, які одночасно запускають системи сигналізації в будівлі музею й у місцевому відділенні пожежної охорони відповідно до ДБН В.2.5.56-2014;

3) використання системи автоматичної пожежної сигналізації у складських приміщеннях;

4) встановлення в будівлях внутрішніх пожежних кранів, дренчерних та спринклерних установок пожежогасіння;

5) наявність первинних засобів захисту (наприклад, вогнегасники ВВПА-400) із розрахунку 1 вогнегасник на 50 м² площі;

6) забезпечення зв'язку автоматичних систем пожежної сигналізації та автоматичних установок пожежогасіння зі схемою централізованого увімкнення вентиляції та кондиціонування повітря;

7) щоденна перевірка стану систем сигналізації та пожежогасіння;

8) виконання вимог пожежної безпеки в приміщеннях;

9) обмеження місць паління для співробітників;

10) розробка планів та схем евакуації, а також план заходів щодо дії адміністрації та персоналу на випадок виникнення пожеж;

11) розроблення інструкції з пожежної безпеки та дій персоналу із запобігання та гасіння пожежі;

12) призначення відповідальних за протипожежний стан;

13) розробка та дотримання «Планування дій на випадок надзвичайних ситуацій в установі».

4.2. Аналіз заходів щодо попередження надзвичайних ситуацій

З метою запобігання виникненню надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру місцеві органи виконавчої влади у відповідності до чинного законодавства повинні здійснювати комплекс організаційних та інженерно-технічних заходів, зокрема.

Організаційні-економічні заходи. Виявлення небезпеки, оцінка ризику і прогнозування надзвичайних ситуацій на відповідних територіях та потенційно небезпечних об'єктах. Щорічне уточнення прогнозних даних щодо ризику виникнення надзвичайних ситуацій, визначення найбільш гострих проблемних питань щодо запобігання надзвичайним ситуаціям.

Інженерно-технічні заходи. В основу інженерно-технічних заходів щодо запобігання надзвичайним ситуаціям і зменшення можливих втрат і збитків від них повинні бути покладені конкретні превентивні заходи, які здійснюються за видами природних і техногенних небезпек та загроз. Запобігання більшості небезпечних природних явищ пов'язане із значними фінансовими і матеріально-технічними затратами. У техногенній сфері робота з попередження аварій повинна вестися на конкретних об'єктах і виробництвах. До них належать удосконалення технологічних процесів, підвищення надійності технологічного обладнання та експлуатаційної надійності систем, своєчасне оновлення виробничих фондів, застосування якісної конструкторської документації, високоякісної сировини, матеріалів, комплектуючих виробів, використання кваліфікованого персоналу, створення і використання ефективних систем контролю та технічної діагностики, безаварійної зупинки виробництва, локалізація і ліквідація аварійних ситуацій. Місцеві органи виконавчої влади в першу чергу повинні забезпечити створення і підтримання в постійній готовності систем централізованого оповіщення населення. Одним із напрямків зниження масштабів надзвичайних ситуацій є будівництво і використання захисних споруд різного призначення: гідротехнічні захисні споруди (греблі, шлюзи, дамби, тощо), проведення берегоукріплюючих робіт

від зсувів та обвалів.

Заходи, що здійснюються на потенційно небезпечних об'єктах:

- створення об'єктових і локальних систем оповіщення працюючого персоналу і населення, яке мешкає поруч з потенційно небезпечними об'єктами;

- створення локальних систем раннього виявлення витoku небезпечних хімічних речовин;

- запровадження систем автоматичного контролю і сигналізації про ймовірність витoku небезпечних і шкідливих речовин, а також блокуючих пристроїв для аварійного відключення технологічного і енергетичного обладнання;

- підтримання у робочому стані і модернізація технологічного та іншого виробничого обладнання;

- створення запасів нейтралізуючих речовин;

- підсилення конструкцій ємностей і комунікацій з небезпечними хімічними речовинами або обладнання над ними спеціальних ізолюючих кожухів для захисту при пошкодженнях;

- виконання інженерно-технічних заходів і робіт з попередження розповсюдження агресивних речовин (обвалування, обладнання піддонів, створення резервних ємностей для зливу і т.п.);

- удосконалення технологічних процесів з метою забезпечення безаварійної експлуатації;

- обладнання і реконструкція наявних вентиляційних систем, аспіраційних, пило- і газозуловлюючих установок;

- обладнання на об'єктах аварійних систем забезпечення електроенергією, водою, паливом, тощо;

- створення необхідного запасу ремонтних засобів, запірної арматури, обладнання, ПММ;

- максимально можливе зменшення запасів небезпечних хімічних речовин;

- переміщення за межі забудови міст і населених пунктів складів з хімічними, вибухо- та пожежонебезпечними речовинами; - розроблення планів локалізації і ліквідації аварійних ситуацій (ПЛАС).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано особливості проектування систем електропостачання та розглянемо вимоги до них.

2. Проведено аналіз рекомендацій щодо систем освітлення основних приміщень складських будівель, в результаті котрого встановлено основні вимоги, що висувуються до систем освітлення складських приміщень.

3. Проведено аналіз площ приміщень складської будівлі. Встановлено, що найбільшу частину серед усіх приміщень, де вимагається застосування освітлення, займають складські приміщення (65 %). Сумарна площа офісно-адміністративні приміщень становить 10 % від сумарної площі всіх приміщень, що освітлюються, а приміщення рампи – 8 %. Площі автомобільної та залізничної рампи є співрозмірними із площею санвузлів та в 2-3 рази менші, ніж сумарна площа допоміжних чи коридорних приміщень.

4. На підставі аналізу нормативних документів та довідникових джерел отримано вихідні дані для проведення світлотехнічного розрахунку та моделювання освітлювальної системи складської будівлі. Здійснено вибір систем освітлення приміщень, світлових приладів, встановлено нормативні вимоги щодо систем освітлення.

5. На основі отриманих залежностей відношення відстані між світловими приладами або їх рядами до розрахункової висоти від коефіцієнта форми кривої сили світла розраховано кількість світильників для кривих сил світла типу К, Г та Л, при якій можна досягти максимально рівномірного розподілу. В результаті розрахунку встановлено, що для складського приміщення розмірами $60 \times 24 \text{ м}^2$ оптимального світлорозподілу на умовно-робочій поверхні можна досягти при використанні 40 світильників, коефіцієнт форми кривої сили світла яких становить 3,16 або 32 світильників з коефіцієнтом форми 2,6 або 18 світильників з коефіцієнтом форми 1,58.

6. На підставі світлотехнічного розрахунку за допомогою методу коефіцієнта використання отримано значення світлових потоків світильників для забезпечення нормованої освітленості на робочій поверхні. Встановлено,

що для забезпечення освітленості 200 лк на робочій поверхні, розміщеній на висоті 0,8 м над підлогою необхідно 40 світильників типу ДСП17В з кривою сили світла типу К потужністю 80 Вт, розміщених на висоті 0,8 м. Шляхом моделювання в пакеті DIALux виконано перевірочний розрахунок, а також отримано графік розподілу освітленості на робочих поверхнях приміщень складської будівлі від системи робочого та аварійного освітлення.

7. На основі результатів світлотехнічного розрахунку в залежності від розміщення світильників в приміщеннях будівлі розроблено електричну освітлювальну мережу систем робочого та аварійного освітлення. В даній мережі живлення світлових приладів для освітлення складів передбачено від п'яти щитів, розміщених в кожному складі. Живлення світильників для освітлення приміщень іншого призначення передбачається від семи щитів освітлення, розміщених в електрощитових.

8. Для групових ліній, та ліній розподільчих мереж проведено розрахунок на мінімум провідникового матеріалу та вибрано перерізи жил кабелів, в результаті якого пропонується використати кабель типу ВВГнг з площею поперечного перерізу від 1,5 до 10 мм². Крім того, на основі результатів розрахунку робочих вибрано апарати захисту у вигляді автоматичних вимикачів з характеристикою спрацювання D.

9. Розроблено схеми керування системою освітлення будівлі. Керування освітленням складських приміщень та фасадним освітленням пропонується виконувати з допомогою контакторів, причому керування окремими групами світильників фасадного освітлення можна виконувати як в ручному, так і в автоматичному режимах із використанням здавачів освітленості та сутінкових вимикачів. Для керування системою освітлення великих приміщень (приміщення рампи) пропонується використання імпульсного реле та імпульсних вимикачів-кнопок без фіксації.

10. Сумарна встановлена потужність системи освітлення складської будівлі становить 34,330 кВт, з якої потужність робочого освітлення – 31,202, а аварійного – 3,228 кВт.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.2.2-XX:20XX (проект, перша редакція). Складські будівлі [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 1 грудня]. Режим доступу: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/11/DBN-V.2.2-XX_20HH-Skladskibudivli-persha-redaktsiya.pdf.
2. Петренко О.І. Управління складською діяльністю промислових підприємств на логістичних складах / О.І. Петренко, Д.О. Сичков // Ефективна економіка – 2017. – № 6. [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 2 грудня]. Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5644>.
3. Альбеков А.У. Коммерческая логистика/ А.У. Альбеков, О.А. Митько. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 416с.
4. Аникин Б.А. Логистика [Сергеев В.И., Дыбская В.В., Федоров Л.С. и др.]; под. ред. Б.А. Аникина. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – М.: ИНФРА – М, 2008. – 368с.
5. Бажин И.И. Логистика: учебн. [для студ. высш. учебн. завед.]/ И.И. Бажин. – Харьков: Консум, 2004. – 240 с.
6. Особенности проектирования энергоснабжения складских помещений [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 2 грудня]. Режим доступу: <https://m-e-g-a.ru/stati-po-teme/kak-vypolnyaetsya-proekt-elektrosnabzheniya-sklada>
7. НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ ПО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЮ СКЛАДОВ [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 30 листопада]. Режим доступу: <https://m-e-g-a.ru/stati-po-teme/kak-vypolnyaetsya-proekt-elektrosnabzheniya-sklada>
8. Нормы и требования по электроснабжению складов [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 30 листопада]. Режим доступу: <https://skladovoy.ru/normy-i-trebovaniya-po-elektrosnabzheniyu-skladov.html>
9. ОСВЕЩЕНИЕ СКЛАДОВ - НОРМЫ, МЕТОДИКИ, ТРЕБОВАНИЯ [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 20 листопада]. Режим доступу: <https://vincci.ru/upload/docs/%D0%9E%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D>

0%B4%D0%BE%D0%B2%20-

%20%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%8B,%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B8,%20%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%B1%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F.pdf

10. Освещение складов [Электронный ресурс] – [Цит. 2021, 25 листопада]. Режим доступу: <https://interalighting.ru/blog/osveschenie-skladov>.

11. Тищенко Г.А. Осветительные установки.: Учебник для учащихся техникумов специальности "Электроосветительные приборы и установки". / Г.А. Тищенко – М.: Высшая школа, 1984. – 247 с.; ил.

12. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Знак, 2006. – 972 с.: ил.

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

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

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

16. ДСП17В (А) [Электронный ресурс] – [Цит. 2021, 25 листопада]. Режим доступу:http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DSP17V.pdf

17. ДПП07В [Электронный ресурс] – [Цит. 2021, 13 листопада]. Режим доступу:http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DPP07V.pdf

18. ДСП65В [Электронный ресурс] – [Цит. 2021, 15 листопада]. Режим доступу:http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DSP65V.pdf

19. ДПО 26В [Электронный ресурс] – [Цит. 2021, 25 листопада]. Режим доступу:http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/office/VATRA-2020-UKR_DPO26V.pdf

20. ДВО27У Юпітер-LED-2 [Электронный ресурс] – [Цит. 2021, 25 листопада]. Режим доступу:http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/office/VATRA-

2018-UKR_DVO27U_(Jupiter-LED-2).pdf

21. ДПО25У ЮПІТЕР-LED [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 16 листопада]. Режим доступу:[http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/office/VATRA-2018-UKR_DPO25U_\(Jupiter-LED\).pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/office/VATRA-2018-UKR_DPO25U_(Jupiter-LED).pdf)

22. ДСП19УЕХ [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 25 листопада]. Режим доступу:http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/ex/VATRA-2019-UKR_DSP19UEx.pdf

23. ДПП05В [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 25 листопада]. Режим доступу:http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-2021-UKR_DPP05V-LPP05V.pdf

24. ДББ26У Селена-LED [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 11 листопада]. Режим доступу:[http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DBB26U\(SELENA-LED\)-LBB26U\(SELENA-KLL\).pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DBB26U(SELENA-LED)-LBB26U(SELENA-KLL).pdf)

25. ДББ27У СЕЛЕНА-LED-1 [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 25 листопада]. Режим доступу:[http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-2018-UKR_DBB27U\(SELENA-LED-1\).pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-2018-UKR_DBB27U(SELENA-LED-1).pdf)

26. ДПП06У [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 11 листопада]. Режим доступу:http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DPP06U.pdf

27. ДБО01ВСП, ДБО02ВСП (аварійний) [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 25 листопада]. Режим доступу:http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DBO01VSP-DBO02VSP.pdf

28. Гайдамака В.В. Використання ефективних засобів освітлення промислових приміщень // В.В. Гайдамака; В.С. Душа; Д.І. Черчик; Я.М. Осадца – Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 24 – 25 листоп. 2021.). Том II / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2019. – С. 125.

29. Костик Л.М. Світлові прилади : консп. лекц.(частина I) для студентів напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» / укл. : Л.

М. Костик. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015 р. – 79 с.

30. Системи заземлення TN-C-S, TN-C, TN-S, TN-C-S, TT, IT [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 25 листопада]. Режим доступу: <http://stroytechnology.net/schkola-remonty/7518-systemy-zazemlena.html>

31. Провод ВВГнг – расшифровка и характеристики [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 02 листопада]. Режим доступу: <https://elektrik-a.su/kabeli-i-provoda/silovye/provod-vvgng-520>

32. Кабель ВВГнг 5х4 [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 17 листопада]. Режим доступу: [https://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovye/s-pvx-izolyacziej-\(0,66;-1kv\)/vvgng/kabel-vvgng-5h4/](https://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovye/s-pvx-izolyacziej-(0,66;-1kv)/vvgng/kabel-vvgng-5h4/)

33. Кабель ВВГнг 3х2,5 [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 17 листопада]. Режим доступу:

34. [https://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovye/s-pvx-izolyacziej-\(0,66;-1kv\)/vvgng/kabel-vvgng-3h2-5/](https://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovye/s-pvx-izolyacziej-(0,66;-1kv)/vvgng/kabel-vvgng-3h2-5/)

35. Constant Power Mode LED Driver XLG-100 series [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 22 листопада]. Режим доступу: https://storage.sea.com.ua/tech_info/meanwell/XLG-100-spec.pdf

36. Автоматичні вимикачі серії УКРЕМ ВА-2017 (Кількість полюсів: 1, Характеристика відключення: С и В и D) [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 22 листопада]. Режим доступу: https://www.acko.ua/e-store/xml_catalog/avtomatichni_vimikachi_serii_ukrem_va_2017/?arrFilter_3024_2021262425=Y&arrFilter_3027_3224290035=Y&arrFilter_3027_3072979557=Y&arrFilter_3027_773891039=Y&set_filter=%D0%97%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8&PAGEN_1=2

37. Модульные контакторы ESB Технический каталог [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 26 листопада]. Режим доступу: <https://electrica-shop.com.ua/files/abb/ESB-Abb.pdf>

Додаток 1

Світлотехнічна відомість

Позначення на плані	Призначення приміщення	S , м ²	H , м	E , лк	k	Тип світлового приладу	Потужність світильника, Вт	i	U	N , шт.	P , кВт
101/1	Склад	1440,0	7,7	200	1,6	ДСП17В-80-132, ДСП17В-80-112	80	2,22	1,05	40	3,200
102/1	Склад	1440,0	7,7	200	1,6	ДСП17В-80-132, ДСП17В-80-112	80	2,22	1,05	40	3,200
103/1	Склад	1440,0	7,7	200	1,6	ДСП17В-80-132, ДСП17В-80-112	80	2,22	1,05	40	3,200
104/1	Склад	1440,0	7,7	200	1,6	ДСП17В-80-132, ДСП17В-80-112	80	2,22	1,05	40	3,200
105/1	Склад	1440,0	7,7	200	1,6	ДСП17В-80-132, ДСП17В-80-112	80	2,22	1,05	40	3,200
102	Вхідний тамбур	4,5	4,3	50	1,4	ДПП05В-15-121 УХЛ 4.1	15	0,17	0,22	1	0,015
103	Сходи	7,9	4,3	20	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,31	0,30	1	0,008
104	Коридор	8,1	4,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,31	0,30	3	0,024
105	Сходиноква клітина	16,9	4,3	20	1,4	ДПП06У-8-211 УЗ.1	8			1	0,008
106	Тамбур	2,5	4,3	50	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,17	0,22	2	0,016
107	Санвузол	11,5	4,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,37	0,33	4	0,032
108	Приміщення рампи	475,2	3,5	200	1,6	ДПП07В-50-323 УХЛ 4	50	2,11	0,88	32	1,600

109	Вхідний тамбур	4,5	4,3	50	1,4	ДПП05В-15-121 УХЛ 4.1	15	0,17	0,22	1	0,015
110	Сходи	7,9	4,3	20	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,31	0,30	1	0,008
111	Коридор	8,1	4,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,65	0,46	3	0,024
112	Сходиноква клітина	16,9	4,3	20	1,4	ДПП06У-8-211 У3.1	8		0,12	1	0,008
113	Електрощитова	12,8	4,3	150	1,4	ДПП05В-15-121	15	0,73	0,50	3	0,045
114	Приміщення рампи	356,2	3,5	200	1,6	ДПП07В-50-323 УХЛ 4	50	2,02	0,87	24	1,200
115	Вхідний тамбур	4,5	4,3	50	1,4	ДПП05В-15-121 УХЛ 4.1	15	0,17	0,22	1	0,015
116	Сходи	7,9	4,3	20	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,31	0,30	1	0,008
117	Коридор	8,1	4,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,65	0,46	3	0,024
118	Сходиноква клітина	16,9	4,3	20	1,4	ДПП06У-8-211 УХЛ 4.1	8			1	0,008
119	Санвузол	11,5	4,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,77	0,51	4	0,032
R	Рампа залізнична	361,0	3,5	200	1,6	ДСП65В-60-101 У2	60	2,55	1,07	20	1,200
108.1b, 114b	Рампа	159,0	3,5	200	1,6	ДСП65В-80-101 У2	80	1,69	1,00	15	1,200
201	Сходиноква клітина		4,3	20	1,4	ДПП06У-8-211 У3.1	8			2	0,016
202	Тамбур	4,6	3,3	50	1,4	ДПП05В-15-121 УХЛ 4.1	8	0,32	0,30	1	0,008
203	Санвузол	19,7	3,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,60	0,44	6	0,048
204	Санвузол	118,7	3,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,60	0,44	6	0,048
205	Офісне приміщення	40,9	2,5	300	1,4	ДПО26В-30-011	30	1,27	0,69	6	0,180
206	Офісне приміщення	21,2	2,5	300	1,4	ДПО26В-35-011	35	1,37	0,72	3	0,105
207	Офісне приміщення	33,6	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-011	25	1,72	0,81	6	0,150
208	Офісне приміщення	33,6	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-011	25	1,72	0,81	6	0,150
209	Офісне приміщення	21,2	2,5	300	1,4	ДПО26В-35-011	35	1,37	0,72	3	0,105
210	Офісне приміщення	33,6	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-011	25	1,72	0,81	6	0,150
211	Офісне приміщення	33,6	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-011	25	1,72	0,81	6	0,150
212	Офісне приміщення	21,2	2,5	300	1,4	ДПО26В-35-011	35	1,37	0,72	3	0,105
213	Офісне приміщення	29,2	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-011	25	1,61	0,78	6	0,150

214	Кабінет головного механіка	21,2	2,5	300	1,4	ДПО26В-35-011	35	1,37	0,72	3	0,105
215	Кабінет головного енергетика	21,2	2,5	300	1,4	ДПО26В-35-011	35	1,37	0,72	3	0,105
216	Кімната виробничих прибиральниць	24,5	2,5	300	1,4	ДПО26В-30-011	30	1,47	0,75	4	0,120
217	Кімната інвентарю	6,2	3,3	75	1,4	ДББ26У-12-102 У1 Селена-LED	12	0,65	0,46	1	0,012
218	Кімната виробничих прибиральниць	24,5	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-011	25	1,47	0,75	4	0,100
219	Кімната інвентарю	6,2	3,3	75	1,4	ДББ26У-12-102 У1 Селена-LED	12	0,65	0,46	1	0,012
220	Санвузол	20,4	3,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,61	0,45	6	0,048
221	АТС	18,2	3,3	150	1,4	ДПО26В-25-011	25	1,10	0,64	2	0,050
222	Електрощитова	6,4	3,3	150	1,4	ДПП05В-15-121 УХЛ 4.1	15	0,65	0,46	3	0,045
223, 237	Коридор	182,7	3,3	75	1,4	ДББ26У-12-102 У1 Селена-LED	12	0,48	0,38	37	0,444
224	Сходинкова клітина		4,3	20	1,4	ДПП06У-8-211 У3.1	8			2	0,016
225	Кімната електриків	40,9	2,5	400	1,4	ДПО26В-30-011	30	1,90	0,85	9	0,270
226	Кімната слюсарів	28,5	2,5	400	1,4	ДПО26В-30-011	30	1,59	0,78	6	0,180
227	Кімната приймання їжі	59,9	2,5	200	1,4	ДВО27У-16-002 Юпітер- LED-2	16	2,30	0,91	12	0,192
228	Кімната брудного одягу	7,4	3,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,70	0,49	2	0,016
229	Кімната чистого одягу	6,1	3,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,64	0,46	2	0,016
230	Жіночі гардероб та душова	59,8	3,3	75	1,4	ДББ27У-8-016 У1 Селена-LED-1	8	2,00	0,86	8	0,064
231	Чоловічі гардероб та душова	116,0	3,3	75	1,4	ДББ27У-8-016 У1 Селена-LED-1	8	2,79	0,97	14	0,112

232	Кімната для сушки одягу	8,0	3,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,73	0,50	2	0,016
233	Кімната брудного одягу	8,0	3,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,73	0,50	2	0,016
234	Кімната чистого одягу	6,0	3,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,63	0,46	2	0,016
235	Санвузол	19,7	3,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,60	0,44	6	0,048
236	Санвузол	19,7	3,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,60	0,44	6	0,048
238	Сходиноква клітина		4,3	20	1,4	ДПП06У-8-211 УЗ.1				2	0,016
239	Тамбур	4,6	3,3	50	1,4	ДПП05В-15-121 УХЛ 4.1	8	0,32	0,30	1	0,008
301	Сходиноква клітина		4,3	20	1,4	ДПП06У-8-211 УЗ.1	8	0,32	0,30	2	0,016
302	Тамбур	4,6	3,3	50	1,4	ДПП05В-15-121 УХЛ 4.1	8	0,60	0,44	1	0,008
303	Санвузол	19,7	3,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,60	0,44	6	0,048
304	Санвузол	19,7	3,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	1,27	0,69	6	0,048
305	Офісне приміщення	40,9	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-001	25	1,37	0,72	9	0,225
306	Офісне приміщення	21,2	2,5	300	1,4	ДПО26В-35-011	35	1,72	0,81	3	0,105
307	Офісне приміщення	33,6	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-011	25	1,72	0,81	6	0,150
308	Офісне приміщення	33,6	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-011	25	1,37	0,72	6	0,150
309	Кабінет юристконсульта	21,2	2,5	300	1,4	ДПО26В-35-011	35	1,72	0,81	3	0,105
310	Кабінет компютерної системи обліку	33,6	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-011	25	1,72	0,81	6	0,150
311	Кабінет інженера з охорони праці	33,6	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-011	25	1,37	0,72	6	0,150
312	Кабінет начальника відділу маркетингу	21,2	2,5	300	1,4	ДПО26В-35-011	35	1,72	0,81	3	0,105
313	Кабінет менеджерів	33,6	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-011	25	1,72	0,81	6	0,150
314	Диспетчерська	33,6	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-011	25	1,72	0,81	6	0,150
315	Офісне приміщення	33,6	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-011	25	1,74	0,81	6	0,150
316	Кабінет начальника АГВ	34,3	2,5	300	1,4	ДПО26В-25-011	25	0,60	0,44	6	0,150
317	Санвузол	19,7	3,3	75	1,4	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	0,48	0,38	6	0,048

405	Котельня	69,4	4,0	75	1,6	ДСП19УЕх-16-001 У1	16	2,27	0,91	6	0,096
406	Венткамера	39,8	4,3	50	1,6	ДПП05В-8-121 УХЛ 4.1	8	1,43	0,74	6	0,048
407	Сходинова клітина			20	1,4	ДПП06У-8-211 УХЛ 4.1	8			2	0,016
409	Тамбур	4,6	4,3	50	1,4	ДПП05В-15-121 УХЛ 4.1	15	0,49	0,39	1	0,015
	Фасадне освітлення					ДТУ18У-200-001 У1	28				5,600

Додаток 2

Характеристики груп електричної освітлювальної мережі складської будівлі

Позначення щита	Група	Призначення	Встановлена потужність, кВт	Тип кабелю	Робочий струм, А	Апарат захисту
ЩО 101/1		Робоче освітлення складу 100/1	2,880	ВВГнг-5×4,0	4,38	ВА-2017/D 3р 10А
	1	Світильники робочого освітлення 101/1-1	0,800	ВВГнг-3×2,5	3,66	ВА-2017/D 1р 6А
	2	Світильники робочого освітлення 101/1-2	0,640	ВВГнг-3×2,5	2,93	ВА-2017/D 1р 6А
	3	Світильники робочого освітлення 101/1-3	0,640	ВВГнг-3×2,5	2,93	ВА-2017/D 1р 6А
	4	Світильники робочого освітлення 101/1-4	0,800	ВВГнг-3×2,5	3,66	ВА-2017/D 1р 6А
ЩО 101/2		Робоче освітлення складу 100/2	2,880	ВВГнг-5×4,0	4,38	ВА-2017/D 3р 10А
	1	Світильники робочого освітлення 101/2-1	0,800	ВВГнг-3×2,5	3,66	ВА-2017/D 1р 6А
	2	Світильники робочого освітлення 101/2-2	0,640	ВВГнг-3×2,5	2,93	ВА-2017/D 1р 6А
	3	Світильники робочого освітлення 101/2-3	0,640	ВВГнг-3×2,5	2,93	ВА-2017/D 1р 6А
	4	Світильники робочого освітлення 101/2-4	0,800	ВВГнг-3×2,5	3,66	ВА-2017/D 1р 6А
ЩО 101/3		Робоче освітлення складу 100/3	2,880	ВВГнг-5×4,0	4,38	ВА-2017/D 3р 10А
	1	Світильники робочого освітлення 100/3-1	0,800	ВВГнг-3×2,5	3,66	ВА-2017/D 1р 6А
	2	Світильники робочого освітлення 100/3-2	0,640	ВВГнг-3×2,5	2,93	ВА-2017/D 1р 6А
	3	Світильники робочого освітлення 100/3-3	0,640	ВВГнг-3×2,5	2,93	ВА-2017/D 1р 6А
	4	Світильники робочого освітлення 100/3-4	0,800	ВВГнг-3×2,5	3,66	ВА-2017/D 1р 6А
ЩО 101/4		Робоче освітлення складу 100/4	2,880	ВВГнг-5×4,0	4,38	ВА-2017/D 3р 10А
	1	Світильники робочого освітлення 100/4-1	0,800	ВВГнг-3×2,5	3,66	ВА-2017/D 1р 6А
	2	Світильники робочого освітлення 100/4-2	0,640	ВВГнг-3×2,5	2,93	ВА-2017/D 1р 6А
	3	Світильники робочого освітлення 100/4-3	0,640	ВВГнг-3×2,5	2,93	ВА-2017/D 1р 6А
	4	Світильники робочого освітлення 100/4-4	0,800	ВВГнг-3×2,5	3,66	ВА-2017/D 1р 6А

ЩО 101/5		Робоче освітлення складу 100/5	2,880	ВВГнг-5×4,0	4,38	ВА-2017/D 3р 10А
	1	Світильники робочого освітлення 100/5-1	0,800	ВВГнг-3×2,5	3,66	ВА-2017/D 1р 6А
	2	Світильники робочого освітлення 100/5-2	0,640	ВВГнг-3×2,5	2,93	ВА-2017/D 1р 6А
	3	Світильники робочого освітлення 100/5-3	0,640	ВВГнг-3×2,5	2,93	ВА-2017/D 1р 6А
	4	Світильники робочого освітлення 100/5-4	0,800	ВВГнг-3×2,5	3,66	ВА-2017/D 1р 6А
ЩО-R1		Робоче освітлення залізничної рампи	0,840	ВВГнг-5×2,5	1,28	ВА-2017/D 3р 4А
	1	Світильники робочого освітлення	0,300	ВВГнг-3×1,5	1,37	ВА-2017/D 1р 3А
	2	Світильники робочого освітлення	0,240	ВВГнг-3×1,5	1,20	ВА-2017/D 1р 3А
	3	Світильники робочого освітлення	0,300	ВВГнг-3×1,5	1,37	ВА-2017/D 1р 3А
ЩО 1		Робоче освітлення приміщень першого поверху	3,551	ВВГнг-5×4,0	5,40	ВА-2017/D 3р 16А
	1	Світильники робочого освітлення приміщення 108	0,700	ВВГнг-3×1,5	3,20	ВА-2017/D 1р 10А
	2	Світильники робочого освітлення приміщення 108/1	0,500	ВВГнг-3×1,5	2,29	ВА-2017/D 1р 6А
	3	Світильники робочого освітлення приміщення 114	0,600	ВВГнг-3×1,5	2,75	ВА-2017/D 1р 6А
	4	Світильники робочого освітлення приміщення 114.1	0,300	ВВГнг-3×1,5	1,37	ВА-2017/D 1р 4А
	5	Світильники робочого освітлення приміщень 102, 103, 104, 106, 107	0,095	ВВГнг-3×1,5	0,43	ВА-2017/D 1р 2А
	6	Освітлення над входами, приміщення 111, 113	0,093	ВВГнг-3×1,5	0,43	ВА-2017/D 1р 2А
	7	Світильники робочого освітлення приміщення 115, 117	0,079	ВВГнг-3×1,5	0,36	ВА-2017/D 1р 2А
	8	Світильники робочого освітлення рампи 108.1b	0,720	ВВГнг-3×1,5	3,30	ВА-2017/D 1р 10А
	9	Світильники робочого освітлення рампи 114b	0,480	ВВГнг-3×1,5	2,20	ВА-2017/D 1р 6А
ЩО2		Робоче освітлення приміщень другого поверху	3,199	ВВГнг-5×4,0	4,86	ВА-2017/D 3р 16А
	1	Світильники робочого освітлення приміщень 221, 222	0,095	ВВГнг-3×1,5	0,43	ВА-2017/D 1р 2А
	2	Світильники робочого освітлення приміщень 203, 204, 220	0,144	ВВГнг-3×1,5	0,66	ВА-2017/D 1р 4А
	3	Світильники робочого освітлення приміщень 214 – 219	0,349	ВВГнг-3×1,5	1,60	ВА-2017/D 1р 6А
	4	Світильники робочого освітлення приміщень 209 – 213	0,660	ВВГнг-3×1,5	3,02	ВА-2017/D 1р 6А
	5	Світильники робочого освітлення приміщень 205 – 208	0,585	ВВГнг-3×1,5	2,68	ВА-2017/D 1р 6А
	6	Світильники робочого освітлення приміщень 223, 223.1	0,180	ВВГнг-3×1,5	0,82	ВА-2017/D 1р 4А
	7	Світильники робочого освітлення приміщень 237, 237.1, 237.2	0,192	ВВГнг-3×1,5	0,88	ВА-2017/D 1р 4А
	8	Світильники робочого освітлення приміщень 225 – 227	0,642	ВВГнг-3×1,5	2,94	ВА-2017/D 1р 6А
	9	Світильники робочого освітлення приміщень 228 – 232	0,224	ВВГнг-3×1,5	1,03	ВА-2017/D 1р 4А

	10	Світильники робочого освітлення приміщень 233, 234	0,032	ВВГнг-3×1,5	0,15	ВА-2017/D 1р 2А
	11	Світильники робочого освітлення приміщень 235, 236	0,096	ВВГнг-3×1,5	0,44	ВА-2017/D 1р 2А
ЩОЗ		Робоче освітлення приміщень третього поверху	3,534	ВВГнг-5×4,0	5,37	ВА-2017/D 3р 16А
	1	Світильники робочого освітлення приміщень 319, 320	0,145	ВВГнг-3×1,5	0,66	ВА-2017/D 1р 4А
	2	Світильники робочого освітлення приміщень 303, 304, 317	0,144	ВВГнг-3×1,5	0,66	ВА-2017/D 1р 4А
	3	Світильники робочого освітлення приміщень 314 – 316	0,450	ВВГнг-3×1,5	2,06	ВА-2017/D 1р 6А
	4	Світильники робочого освітлення приміщень 311 – 313	0,405	ВВГнг-3×1,5	1,85	ВА-2017/D 1р 4А
	5	Світильники робочого освітлення приміщень 308 – 310	0,405	ВВГнг-3×1,5	1,85	ВА-2017/D 1р 4А
	6	Світильники робочого освітлення приміщень 305 – 307	0,480	ВВГнг-3×1,5	2,20	ВА-2017/D 1р 4А
	7	Світильники робочого освітлення приміщень 322 – 326	0,573	ВВГнг-3×1,5	2,62	ВА-2017/D 1р 4А
	8	Світильники робочого освітлення приміщень 327 – 330	0,585	ВВГнг-3×1,5	2,68	ВА-2017/D 1р 4А
	9	Світильники робочого освітлення приміщень 332, 333	0,096	ВВГнг-3×1,5	0,44	ВА-2017/D 1р 2А
	10	Світильники робочого освітлення приміщень 318, 318.1	0,192	ВВГнг-3×1,5	0,88	ВА-2017/D 1р 4А
	11	Світильники робочого освітлення приміщень 331, 331.1, 331.2	0,204	ВВГнг-3×1,5	0,93	ВА-2017/D 1р 4А
ЩОВ		Освітлення венткамери	0,078	ВВГнг-3×4,0	0,32	ВА-2017/D 1р 2А
	1	Світильники робочого приміщень 403, 404	0,078	ВВГнг-3×1,5	0,32	ВА-2017/D 1р 1А
ЩО1Ф		Фасадне освітлення	5,600	ВВГнг-5×10,0	8,51	ВА-2017/D 3р 25А
	1	Світильники робочого освітлення	1,400	ВВГнг-3×6,0	6,41	ВА-2017/D 1р 16А
	2	Світильники робочого освітлення	1,600	ВВГнг-3×4,0	7,32	ВА-2017/D 1р 16А
	3	Світильники чергового освітлення	1,400	ВВГнг-3×6,0	6,41	ВА-2017/D 1р 16А
	4	Світильники чергового освітлення	1,200	ВВГнг-3×4,0	5,49	ВА-2017/D 1р 16А
ЩАО 101/1		Аварійне освітлення складу 100/1	0,320	ВВГнг-5×2,5	1,46	ВА-2017/D 3р 3А
	1	Світильники аварійного освітлення 101/1-2	0,160	ВВГнг-3×1,5	0,73	ВА-2017/D 1р 2А
	2	Світильники аварійного освітлення 101/1-3	0,160	ВВГнг-3×1,5	0,73	ВА-2017/D 1р 2А
ЩАО 101/2		Аварійне освітлення складу 100/2	0,320	ВВГнг-5×2,5	1,46	ВА-2017/D 3р 3А
	1	Світильники аварійного освітлення 101/2-2	0,160	ВВГнг-3×1,5	0,73	ВА-2017/D 1р 2А
	2	Світильники аварійного освітлення 101/2-3	0,160	ВВГнг-3×1,5	0,73	ВА-2017/D 1р 2А

ЩАО 101/2		Аварійне освітлення складу 100/3	0,320	ВВГнг-5×2,5	1,46	ВА-2017/D 3р 3А
	1	Світильники аварійного освітлення 101/3-2	0,160	ВВГнг-3×1,5	0,73	ВА-2017/D 1р 2А
	2	Світильники аварійного освітлення 101/3-3	0,160	ВВГнг-3×1,5	0,73	ВА-2017/D 1р 2А
ЩАО 101/4		Аварійне освітлення складу 100/4	0,320	ВВГнг-5×2,5	1,46	ВА-2017/D 3р 3А
	1	Світильники аварійного освітлення 101/4-2	0,160	ВВГнг-3×1,5	0,73	ВА-2017/D 1р 2А
	2	Світильники аварійного освітлення 101/4-3	0,160	ВВГнг-3×1,5	0,73	ВА-2017/D 1р 2А
ЩАО 101/5		Аварійне освітлення складу 100/5	0,320	ВВГнг-5×2,5	1,46	ВА-2017/D 3р 3А
	1	Світильники аварійного освітлення 101/5-2	0,160	ВВГнг-3×1,5	0,73	ВА-2017/D 1р 2А
	2	Світильники аварійного освітлення 101/5-3	0,160	ВВГнг-3×1,5	0,73	ВА-2017/D 1р 2А
ЩАО-R1		Аварійне освітлення залізничної рампи	0,360	ВВГнг-3×4,0	1,64	ВА-2017/D 1р 6А
	1	Світильники аварійного освітлення	0,360	ВВГнг-3×1,5	1,64	ВА-2017/D 1р 4А
ЩАО 1		Аварійне освітлення приміщень першого поверху	0,748	ВВГнг-3×4,0	3,42	ВА-2017/D 1р 6А
	1	Світильники аварійного освітлення 108а	0,200	ВВГнг-3×1,5	0,92	ВА-2017/D 1р 2А
	2	Світильники аварійного освітлення 108.1а	0,200	ВВГнг-3×1,5	0,92	ВА-2017/D 1р 2А
	3	Світильники аварійного освітлення 114	0,200	ВВГнг-3×1,5	0,92	ВА-2017/D 1р 2А
	4	Світильники аварійного освітлення 114.1а	0,100	ВВГнг-3×1,5	0,46	ВА-2017/D 1р 2А
	5	Світлові покажчики «Вихід»	0,024	ВВГнг-3×1,5	0,11	ВА-2017/D 1р 2А
	6	Світлові покажчики «Вихід»	0,024	ВВГнг-3×1,5	0,11	ВА-2017/D 1р 2А
ЩАО2		Аварійне освітлення приміщень другого поверху	0,258	ВВГнг-3×4,0	1,18	ВА-2017/D 1р 6А
	1	Аварійне освітлення сходових клітин 105	0,060	ВВГнг-3×1,5	0,27	ВА-2017/D 1р 1А
	2	Аварійне освітлення сходових клітин 112	0,030	ВВГнг-3×1,5	0,14	ВА-2017/D 1р 1А
	3	Аварійне освітлення сходових клітин 118	0,060	ВВГнг-3×1,5	0,27	ВА-2017/D 1р 1А
	4	Аварійне освітлення приміщень 223, 237	0,072	ВВГнг-3×1,5	0,33	ВА-2017/D 1р 1А
	5	Світлові покажчики «Вихід»	0,036	ВВГнг-3×1,5	0,16	ВА-2017/D 1р 1А
ЩАО 3		Аварійне освітлення приміщень другого поверху	0,096	ВВГнг-3×2,5	0,44	ВА-2017/D 1р 4А
	1	Аварійне освітлення приміщень 318	0,048	ВВГнг-3×1,5	0,22	ВА-2017/D 1р 2А
	2	Світлові покажчики «Вихід»	0,048	ВВГнг-3×1,5	0,22	ВА-2017/D 1р 1А

ЩОК		Освітлення котлової	0,166	ВВГнг-3×2.5	0,76	ВА-2017/D 1р 3А
	1	Освітлення приміщень 405 – 407	0,160	ВВГнг-3×1,5	0,73	ВА-2017/D 1р 2А
	2	Світлові покажчики «Вихід»	0,006	ВВГнг-3×1,5	0,03	ВА-2017/D 1р 1А
Сумарна встановлена потужність робочого освітлення			31,202			
Сумарна встановлена потужність аварійного освітлення			3,228			
Сумарна встановлена потужність системи освітлення складської будівлі			34,430			