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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня
магістр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка системи освітлення транспортно-логістичного центру

Виконав: студент VI курсу, групи ЕЕмз-61
спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Маїло Р.В. (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) Габрусєв Г.В. (прізвище та ініціали)

Тернопіль

2020

РЕФЕРАТ

Маїло Роман Васильович. Розробка системи освітлення транспортно-логістичного центру. 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕЕмз-61. – Тернопіль: ТНТУ, 2020.

В роботі розроблено проект систем робочого та аварійного освітлення транспортно-логістичного центру із загальною площею складських, адміністративних та допоміжних приміщень 5057,71 м^2.

Робота складається із розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань. Обсяг розрахунково-пояснювальної записки – 70 аркушів формату А4. Обсяг графічної частини – 6 аркушів формату А1.

Ключові слова: освітленість, світловий прилад, рівномірність освітлення, система освітлення, крива сили світла.

ЗМІСТ

ВСТУП 5

1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ 7

1.1. Аналіз та класифікація будівель транспортно-логістичних центрів 7

1.2 Вимоги до систем освітлення складських будівель 11

1.3.Висновки до розділу 17

2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ 19

2.1. Характеристики приміщень будівлі об’єкта проектування 19

2.2. Вихідні дані для світлотехнічного розрахунку системи освітлення 20

2.2.1.Вибір нормованих параметрів системи освітлення 20

2.2.2. Вибір джерел світла та світлових приладів 22

2.3. Вихідні дані до електротехнічного розрахунку освітлювальної установки приміщень транспортно-логістичного центру 28

2.4. Електротехнічний розрахунок електричної освітлювальної мережі та вибір перерізу проводів 33 33

2.5. Висновки до розділу 40

3. РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ 42

3.1. Аналіз методик та засобів розрахунку освітлювальних установок 42

3.2. Моделювання та світлотехнічний розрахунок освітлювальної установки транспортно-логістичного центру 47

3.2.1. Моделювання та світлотехнічний розрахунок робочого освітлення 47

3.2.2. Моделювання та світлотехнічний розрахунок аварійного освітлення 52

3.3. Висновки до розділу 57

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 58

4.1. Аналіз технічних заходів на логістичних підприємствах щодо попередження електротравм 59

4.2. Оцінка ефективності заходів забезпечення охорони праці та техніки безпеки на робочих місцях транспортно-лоігстичних центрів 61

4.3. Аналіз заходів щодо попередження надзвичайних ситуацій на підприємстві 63

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 66

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 68

ВСТУП

Актуальність теми. Стрімкий ріст рівня транспортно-логістичного сервісу в Україні вказує на все більшу значущість транспортно-логістичних центрів як однієї із основних ланок доставки вантажів в системі постачання товарів від товаровиробників та торгівельних компаній. Великі логістичні комплекси можуть, як зберігати у себе, так і бути перевалочними пунктами для продукції, виготовленої різними галузями промисловості. Одним із основних виробничо-технічних завдань логістико-розподільних центрів є необхідність одночасного оперативного обслуговування декількох клієнтів одночасно.

Тому основною вимогою до внутрішніх інженерних систем приміщень транспортно-логістичних комплексів є створення необхідних умов, які б забезпечували працівникам можливість безпечної роботи з високою продуктивністю. Одними із таких є системи освітлення складських, а також адміністративних та допоміжних приміщень будівель.

Вдало спроектована система освітлення є одним із найбільш впливових засобів успішної організації праці на таких об’єктах. Створення та забезпечення необхідних умов освітлення має позитивний влив на працівників, що в свою чергу підвищує продуктивність праці та якість виконаної роботи.

Тому **актуальним** є напрям, пов'язаний із розробкою енергоефективних систем освітлення складських та транспорно-логістичних комплексів.

Метою даної роботи є розробка проекту систем робочого та аварійного освітлення транспортно-логістичного комплексу із загальною площею складських, адміністративних та допоміжних приміщень 5057,71 м^2.

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

- моделювання та світлотехнічний розрахунок систем освітлення приміщень будівель підстанції робочого та аварійного освітлення приміщень будівлі транспортно-логістичного комплексу;
- проектування електричної освітлювальної мережі живлення

світильників систем робочого та аварійного освітлення;

- електротехнічний розрахунок електричної освітлювальної мережі, а також вибір необхідних перерізів проводів та кабелів і апаратів захисту.

- **Об'єкт дослідження**: процеси забезпечення нормованих значень світлотехнічних характеристик систем освітлення на робочих поверхнях.

Предмет дослідження: прилади та системи освітлення.

Наукова новизна: проведено моделювання та світлотехнічний розрахунок систем аварійного та робочого освітлення приміщення складу розміром 99 на 36 м, що дозволило визначити оптимальну кількість та потужність світлових приладів для забезпечення нормованих значень освітленості та рівномірності її розподілу на робочих поверхнях.

Практична цінність: розроблено та запропоновано установки робочого та аварійного освітлення для складського, адміністративних та допоміжних приміщень будівлі транспортно-логістичного центру..

Апробація результатів роботи. Результати, отримані під час написання роботи, представлено на IX Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (25 – 26 листопада 2020 р., Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя [11].

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Аналіз та класифікація будівель транспортно-логістичних центрів

Під логістичними транспортно-розподільними центрами розуміють багатофункціональні термінальні комплекси, котрі створюються у вузлах транспортної мережі на перетині магістральних шляхів сполучення [1].

За функціональним призначенням [2 – 4] логістичні центри поділяються на:

логістичні центри міжнародної діяльності (з площею обслуговування від 100 до 150 га та дальністю дії від 500 до 800 км);

логістичні центри регіональної діяльності (з площею обслуговування від 20 до 50 га та дальністю дії від 50 до 80 км);

логістичні центри локальної діяльності.

Проектування логістичного центру повинне включати включає в себе забезпечення можливості щодо здійснення необхідних технологічних процесів в кожному приміщенні логістичного центру.

Основні функції логістичних центрів полягають в наступному [5]:

- аналіз ринку логістичних послуг а також планування процесів з надання послуг з укладанням договорів та оформлення документації.

- організація систем навантаження, розвантаження й перевантаження вантажів.

- організація транспортування вантажів.

- забезпечення організації зберігання та сортування вантажів із веденням складського господарства.

- упакування вантажів із підбором відповідної пакувальної тари;

- комплектація для відправки.

- передпродажна підготовка товарів із сортуванням по партіях;

- організація контролю за рухом товарів та вантажів

- організація ремонту та експлуатації обладнання;

- усунення дефектів, які виявлено в товарах.

Логістичні центри у своїй структурі можуть містити такі складові:

- приміщення складського призначення, котрі обладнуються пристроями та механізмами для навантажування, розвантажування і комплектування вантажу;

- • відкриті майданчики для зберігання вантажів в контейнерах;

- • станцію залізничного транспорту, де здійснюється подача у вагонів безпосередньо до складів чи майданчиків для завантаження чи розвантаження вантажів;

- • порт для водного транспорту;

- • майданчики для розвороту і стоянки вантажних та легкових автомобілів;

- • електричні підстанції;

- • майданчик для завантажування та розвантажування автотранспорту;

- • будівля адміністративного призначення з основними, допоміжними та побутовими приміщеннями, куди можуть відноситись приміщення для переодягання, душові кімнати, рекреаційні кімнати, їдальні.

По конструктивно-планувальних рішеннях, інженерних системах, площею забудови логістичні центри та складські будівлі поділяються на 4 класи [5, 6].

До конструктивно-планувальних рішень складів класу А виносяться наступні вимоги:

мінімальна довжина прольоту – 24 м;

мінімальна довжина кроку колон – 12 м;

мінімальна висота від рівня підлоги до низу несучих – 10 м;

мінімальне навантаження, на яке розрахована горизонтальна бетонна підлога становить 5 т/м^2;

наявність не менше ніж одних докових воріт на кожні 700 м^2 площі складської будівлі.

Вимоги конструктивно-планувальних рішень, яким мають відповідати складські приміщення класу В наступні:

кількість поверхів складської будівлі становить 1 або 2 з мінімальним кроком між колонами 8 м та довжиною прольоту – не менше, ніж 12 м;

наявність бетонної або асфальтованої підлоги;

мінімальна висота від низу несучих конструкцій до рівня підлоги становить 4,5 м;

наявність хоча б одного вантажопідйомного ліфту з вантажопідйомністю не менше 3 т на кожні 2000 м^2 площі;

наявність рампи для розвантаження та завантаження автотранспорту.

Для класу С необхідним є забезпечення наступних вимого щодо конструктивно-планувальних рішень:

розміщення логістичного центру в утепленому ангарі або виробничій будівлі;

наявність бетонної, асфальтованої або вимощеної бетонною плиткою підлоги;

висота від рівня підлоги до низу несучих конструкцій перекриття чи покрівлі має бути в межах від 3,5 м до 8,0 м;

наявність вантажопідйомних ліфтів;

рампа для розвантаження та завантаження автотранспорту;

ворота, розміщені на рівні майданчика для під’їзду.

Єдиною вимогою щодо конструктивно-планувальних рішень для об’єктів класу D є те, щоб складські приміщення повинні знаходитись в будівлях, ангарах чи неопалювальних приміщеннях.

Інженерні системи, площа забудови та прилегла територія складських будівель класу А повинні забезпечувати наступне:

регулювання необхідного режиму температури;

наявність теплових завіс;

наявність систем пожежної сигналізації і автоматичного гасіння пожеж;

наявність системи вентиляції;

охоронна сигналізація та відеоспостереження;

наявність автономної електричної станція і теплового вузла;

наявність системи обліку доступу працівників;

мінімальна площа забудованої території повинна становити не менше, ніж 55 % від загальної площі;

наявність огородженої та освітленої прилеглої території;

наявність майданчиків для розміщення та маневрування вантажного та легкового автотранспорту;

наявність офісних та допоміжних приміщень.

Будівлі класу В щодо інженерних систем, площі забудови та прилеглої території мають відповідати вимогам:

наявність систем опалення, пожежної сигналізації, автоматичного гасіння пожежі, вентиляції, охоронної сигналізації та відео спостереження, обліку і контролю доступу співробітників;

наявність автономної електричної станції та теплового вузла;

площа забудованої території повинна становити від 55 до 65 % від загальної площі;

наявність майданчиків для розміщення та маневрування вантажного та легкового автотранспорту;

наявність офісних та допоміжних приміщень.

До складських будівель класу С висуваються вимоги:

наявність систем опалення, пожежної сигналізації, автоматичного гасіння пожежі, вентиляції;

наявність офісних та допоміжних приміщень;

наявність майданчиків, що забезпечують можливість розміщення та маневрування вантажного автомобільного транспорту;

площа забудованої території повинна становити від 65 до 75 % від загальної площі.

Вимоги до інженерних систем, площі забудови та прилеглої території складських приміщень класу С наступні:

наявність систем пожежної сигналізації, автоматичного гасіння пожежі та вентиляції;

площа забудованої території повинна становити від 75 до 85 % від загальної площі;

наявність майданчиків з можливістю маневрування вантажного автомобільного транспорту;

наявність офісних приміщень.

Встановимо, до якого класу відноситься об’єкт проектування. Характеристики об’єкта наступні:

довжина прольоту – 9 м;

довжина кроку колон – 6 м;

висота від рівня підлоги до низу несучих – 8,13 м.

Отже, як бачимо із характеристик будівлі, об’єкт проектування можна віднести до класу В або С. Проте в [6] вказано, що при невиконанні однієї із умов, складську будівлю потрібно відносити до нижчого класу. Тому приймаємо, що складська будівля транспортно-логістичного центру відноситься до класу С.

1.2. Вимоги до систем освітлення складських будівель

Системи освітлення складських приміщень повинні відповідати вимогам як санітарно-гігієнічних норм, так і вимогам щодо зручності керування і обслуговування під час експлуатації. Найголовнішими вимогами щодо освітлювальних систем є безперебійність, відповідність нормованим значенням освітленості, безпечність. Це забезпечується тоді, коли освітлювальна установка відповідає наступним критеріям:

- достатня кількість світла відсистеми освітлення, що дозволяє виконувати зорові задачі різної складності;
- необхідна рівномірність освітлення на робочій поверхні;
- забезпечення балансу розподілу яскравостей вполі зору спостерігача;
- відсутність прямої та відбитої складових блиску;

- забезпечення незмінності освітленості в часі (відсутність пульсацій).

Як і в для будь-яких приміщень іншого виробничого, адміністративного чи комерційного призначення, в приміщеннях складських будівель допускається використання таких типів освітлення [7]:

- природне – освітленість на робочих поверхнях створюється внаслідок проходження денного світла через світлові проміжки в огороджувальних конструкціях (спеціальні ліхтарі або вікна;
- штучне – освітленість робочих поверхонь створюється внаслідок падіння світлового потоку від світлових приладів, розміщених в приміщенні;
- змішане освітлення застосовується при недостатній кількості світлового потоку від природного освітлення або його відсутності і створюється поєднанням природного і штучного освітлення.

Проектування систем штучного освітлення приміщень об’єктів транспортно-логістичної інфраструктури здійснюється у відповідності з такими нормативними документами [6]: ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення [8], ПУЕ: 2017. Правила улаштування електроустановок [9].

Штучне освітлення за своїм призначенням поділяється на робоче, аварійне, охоронне і чергове.

Основним завданням робочого освітлення є створення комфортних умов в тих зонах складської будівлі, де відбувається виконання робіт будь-якої категорії складності. Незалежно від наявності вікон і ліхтарів, робоче освітлення повинне бути влаштованим для складських будівель будь-якої категорії.

В залежності від розташування робочих місць світлові прилади для системи робочого освітлення розміщуються рівномірно над усіма робочими зонами приміщення (рівномірне освітлення) або концентруються над поверхнею конкретної робочої зони (локалізоване освітлення).

Для загального та локалізованого приміщень передбачається використання джерел світла із корельовано колірною температурою в межах від 2400 до 6800 К.

В системах штучного освітлення виробничих та складських приміщень, як правило, рекомендується використання, світлових приладів з енергофективними розрядними або напівпровідниковими джерелами світла, а їх вибір здійснювати на користь джерел світла із вищою світловою віддачею. Значення мінімальної світлової віддачі джерел світла для штучного освітлення наведено в табл. 1.1 [8]. Використання світлових приладів із тепловими джерелами світла допускається у випадку неможливості застосування світлових приладів на основі розрядних та напівпровідникових джерел світла.

Таблиця 1.1 – Значення мінімальної світлової віддачі різних типів джерел світла систем штучного освітлення

Тип ДС	Колірна температура, К	Світлова віддача, лм/Вт, не менше, при мінімально допустимих індексах кольоропередачі			
		$R_a \geq 80$	$R_a \geq 60$	$R_a \geq 45$	$R_a \geq 25$
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		

З метою усунення або зменшення блискавості від світлових приладів при проектування освітлювальних установок необхідно забезпечувати правильне взаємне розташування світлових приладів відносно робочої поверхні, що є можливим при використанні світильників із нормованими значеннями

захисного кута. Допустимі значення захисних кутів світлових приладів наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Допустимі значення захисних кутів світлових приладів

Яскравість джерела світла, ккд/м^2	Максимальний захисний кут, ^{0}
Від 20 до 50	15
Від 50 до 500	20
Більше 500	30

Контроль за використанням та споживанням електричної енергії системою освітлення складської будівлі здійснюється шляхом співставлення питомої встановленої потужності систем штучного загального освітлення приміщень складських та виробничих будівель та споруд з максимально допустимими значеннями, наведеними в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Максимально допустимі значення питомої потужності систем загального освітлення

Освітленість робочої поверхні, лк	Індекс приміщення	Максимально допустима встановлена потужність, Вт/м^2
750	0,6	37
	0,8	30
	1,25	28
	2,0	25
	3 і більше	23
500	0,6	15
	0,8	14
	1,25	13
	2,0	11
	3 і більше	10
400	0,6	15
	0,8	14
	1,25	13
	2,0	11
	3 і більше	10

Продовження таблиці 1.3

Освітленість робочої поверхні, лк	Індекс приміщення	Максимально допустима встановлена потужність, Вт/м^2
300	0,6	13
	0,8	12
	1,25	10
	2,0	9
	3 і більше	8
200	0,6 – 1,25	11
	1,25 – 3	7
	3 і більше	6
150	0,6 – 1,25	8
	1,25 – 3	6
	3 і більше	5
100	0,6 – 1,25	7
	1,25 – 3	5
	3 і більше	4

Основними завданнями, які повинна виконувати система аварійного освітлення аварійного освітлення є: забезпечення евакуації людей та створення можливостей тимчасового продовження роботи на об'єктах, у випадках, коли внаслідок раптової відмова у роботі робочого освітлення ймовірною є небезпека виникнення травматизму або порушення виробничого чи технологічного процесу є недопустимим.

Аварійне освітлення поділяється на [8 – 10]:

- резервне освітлення, призначене для використання якого передбачається у випадках припинення роботи робочого освітлення на об’єктах, де можливими є тривалі порушення технологічних процесів, або де припинення робіт є недопустимим. Основною нормативною вимогою, яка висувається до резервного освітлення є забезпечення не менше, ніж 30 % освітленості, яка створюється системами робочого освітлення;

- евакуаційне освітлення, котре включає освітлення шляхів евакуації та анти панічне освітлення.

Антипанічне освітлення застосовується у випадках освітлення приміщень

площею понад 60 м^2 і де одночасно може знаходитись понад 30 людей.

Основними призначенням освітлення шляхів евакуації є створення та забезпечення умов бачення для евакуації людей у місце з відсутньою небезпекою. Крім того освітлення щляхів евакуації повинне створювати умови для надійного виявлення безпечних засобів і обладнання для пожежогасіння.

Світлові прилади для освітлення щляхів евакуації мають встановлюватись в коридорах і проходах, перед кожним евакуаційним виходом, в місцях зміни рівня підлоги або покриття, на сходових клітках, в місцях розміщення первинних засобів пожежогасіння.

З метою уникнення засліплення, що є причиною ненадійного виявлення перешкод, обмежуються в зонах засліплення граничні значення сили світла світильника для освітлення шляхів евакуації. Зони засліплення світильників для горизонтальних шляхів евакуації (а) та для відкритих просторів (б) показано на рис. 1.1.

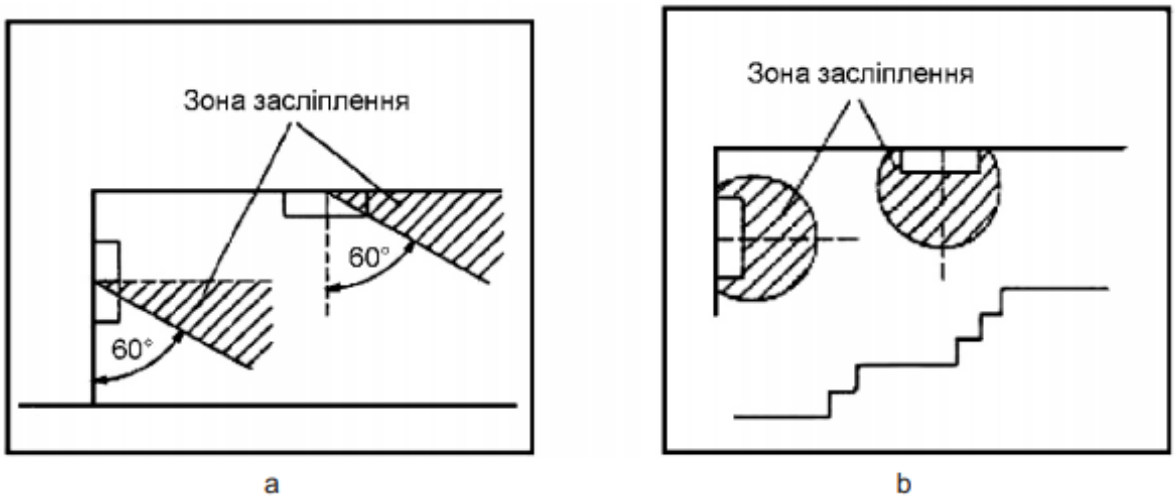


Рисунок 1.1 – Зони засліплення

В табл. 1.4 подано допустимі значення сили світла світильників аварійного освітлення в залежності від висоти їх встановлення.

Нормованими значеннями систем освітлення шляхів евакуації є освітленість, числове значення по осі проходу для якої становить 1,0, а по проходу – 0,5 лк. При цьому в [8] регламентується показник рівномірності

освітлення, котрий дорівнює відношенню максимальної освітленості в приміщеннях до мінімальної, і для освітлення шляхів евакуації становить 40:1 [8, 11]. Нормоване значення освітленості для антипанічного освітлення становить 0,5 лк.

Таблиця 1.4 – Максимально допустима сила світла аварійних світильників

Висота установки світильників, м	Сила світла світильників, кд, не більше	
	Шляхи евакуації та анти панічне освітлення	Зони підвищеної небезпеки
Менше 2,5	500	1000
Від 2,5 до 3,0	900	1800
Від 30, до 3,5	1600	3200
Від 3,5 до 4,0	2500	5000
Від 4,0 до 4,5	3500	7000
Більше 4,5	5000	10000

Крім цього в ДБН В.2.5-28-2018 передбачається, що мінімальна освітленість зон підвищеної небезпеки повинна становити не нижче 15 лк, а для освітлення сходових маршів та поблизу пункту медичної допомогти, місць з протипожежним обладнанням та розміщеним планом евакуації – не нижче 5 лк. Нерівномірність освітлення при цьому має становити не більше 10:1 та 40:1 відповідно.

1.3. Висновки до розділу

1. На основі аналізу встановлено види, основні функції, призначення та вимоги до будівель транпортно-логістичних центрів. Встановлено, що по своїх характеристиках щодо конструктивно-планувальних рішень обєкт проектування відноситься до класу С складських приміщень.

2. Проаналізовано та охарактеризовано основні вимоги до систем освітлення приміщень складських будівель. Встановлено види та системи

освітлення, які застосовуються для освітлення виробничих приміщень. Зокрема для освітлення приміщень складських будівель вимагається застосування систем робочого та аварійного загального освітлення.

3. Наведено вимоги, які застосовуються до джерел світла, світлових приладів, а також нормованих значень освітленості аварійного освітлення приміщень складських будівель.

2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Характеристики приміщень будівлі об’єкта проектування

Транспортно-логістичний центр являє собою двоповерхову будівлю розмірами 115 на 42 м. Максимальна висота споруди, тобто відстань від рівня землі до найвищої точки перекриття становить 10,270 м. Загальна площа приміщень першого поверху – 4408,43 м^2, другого поверху – 649,28 м^2. Інформацію щодо призначення, площі та висоти приміщень будівлі подано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики приміщень транспортно-логістичного центру

№ на плані	Призначення приміщення	Висота, м	Площа, м^2
I поверх			
1	Тамбур	4,3	5,32
2	Коридор	4,3	28,93
3	Приміщення охорони	4,3	14,39
4	Приміщення видачі сканерів	4,3	15,49
5	Офісне приміщення	4,3	12,21
6	Серверна	4,3	19,06
7	Приміщення для табелювання	4,3	14,08
8	Приміщення медсестри	4,3	19,11
9	Санвузол	4,3	11,63
10	Сходова клітка	7,8	16,72
11	Зона обробки дрібного вантажу	4,0	320,98
12	Приміщення для обрешетування	4,0	107,28
13	Офісне приміщення	4,0	34,21
14	Офісне приміщення	4,0	12,09
15	Підсобне приміщення	4,0	20,92
16	Санвузол	4,3	11,97
17	Коридор	4,0	31,78
18	Приміщення для зберігання товарно-матеріальних цінностей (ТМЦ)	4,0	26,87
19	Коридор	4,0	4,96
20	Сходова клітка	7,8	16,54

Продовження таблиці 2.1

№ на плані	Призначення приміщення	Висота, м	Площа, м^2
21	Електрощитова	4,0	6,15
22	Тепловий пункт	4,0	11,51
23	Складське приміщення	10,0	3616,33
24	Санвузол	4,3	6,10
25	Приміщення операторів	4,3	15,30
26	Каса	4,3	8,50
27	Кладова	4,3	14,46
II поверх			
1	Сходова клітка	7,8	5,52
2	Санвузол	3,0	12,78
3	Душова	3,0	13,24
4	Роздягальня	3,0	153,33
5	Їдальня-кухня	3,0	73,02
6	Роздягальня	3,0	13,87
7	Менеджер клінінг	3,0	7,07
8	Санвузол	3,0	8,01
9	Санвузол	3,0	8,07
10	Сходова клітка	7,8	6,40
11	Коридор	3,0	6,37
12	Коридор	3,0	84,32
13	Конференц зал	3,0	44,28
14	Конференц зал	3,0	42,36
15	Кабінет	3,0	28,68
16	Кабінет	3,0	28,58
17	Кабінет	3,0	24,86
18	Кабінет	3,0	23,47
19	РДУ	3,0	64,78
20	Допоміжне приміщення	3,0	20,03
21	Допоміжне приміщення	3,0	4,86

Як видно із табл. 1 найбільшу площу складської будівлі займають виробничі приміщення – 4101,03 м^2, що становить 81,08 % від загальної площі приміщень.

2.2. Вихідні дані для світлотехнічного розрахунку системи освітлення

2.2.1.Вибір нормованих параметрів системи освітлення

Значення нормованих параметрів для систем робочого та аварійного освітлення приміщень будівлі виберемо з урахуванням вимог, наведених в [8].

При проектуванні систем освітлення потрібно звернути увагу не лише на вимоги щодо нормованих значень освітленості, але і на показник рівномірності освітлення (відношення мінімальної освітленості до середньої) для робочого освітлення та нерівномірності (відношення максимальної освітленості до мінімальної) для аварійного освітлення.

На підставі вимог, наведених в [8, 9] приймаємо наступні значення нормованої освітленості робочого освітлення:

для приміщень виробничого призначення – 150 лк з коефіцієнтом рівномірності 0,6;

для адміністративних приміщень – 200 лк, з коефіцієнтом рівномірності 0,6;

для допоміжних приміщень (їдальня, електрощитові, тепловий пункт) – 150 лк, з коефіцієнтом рівномірності 0,6;

для роздягалень – 100 лк;

для допоміжних приміщень (коридорів, санвузлів, душових) – 75 лк;

для тамбура – 50 лк;

для серверної – 400 лк, з коефіцієнтом рівномірності 0,6.

Щодо аварійного освітлення, то для складського, приміщення обробки дрібних вантажів та обрешетування виберемо систему резервного освітлення, а нормована освітленість від якої на робочих поверхнях має становити 50 лк. Крім того використання резервного освітлення передбачимо в серверній, тепловому пункті, електрощитовій, приміщенні охорони та приміщенні видачі сканерів. Освітленості від системи резервного освітлення для даних приміщень мають становити 30 % від нормованої освітленості робочого освітлення.

Для приміщень з площею понад 60 м^2, в яких може перебувати одночасно 30 та більше людей, виберемо систему антипанічного освітлення, нормована освітленість при цьому становить 0,5 лк. Такими приміщеннями є роздягальня, їдальня кухня.

Наявність системи евакуаційного освітлення передбачимо для коридорів та сходових кліток. Це буде забезпечуватись світловими приладами –

покажчиками шляхів виходу та евакуації, а також світловими приладами для освітлення шляхів евакуації.

2.2.2. Вибір джерел світла та світлових приладів

При виборі джерел світла для систем освітлення керуються критеріями, кількість яких за словами авторів [12] становить дев'ять: світловий потік, світлова віддача, коефіцієнт пульсації, корельована колірна температура, можливість плавного регулювання освітленням, термін служби, вартість, рівень напруги,необхідність утилізації.

В [8, 9] для систем робочого та аварійного освітлення приміщень рекомендується застосовувати розрядні та напівпровідникові джерела світла. При порівнянні цих типів встановлено, що світло діоди мають ряд переваг в порівнянні з розрядними лампами. Ці переваги полягають в наступному:

світлова віддача світлодіодів є 1,5 рази вищою в порівнянні із світловою газорозрядних джерел світла;

- термін експлуатації напівпровідникових джерел світла становить до 100 000 год., тоді коли максимальних термін служби газорозрядних ламп становить 25000 год.;
- високий індекс кольоропередачі, який для сучасних світлодіодів становить 95;
- можливість миттєвого перезапалювання;
- висока ударна та вібраційна витривалість;
- коефіцієнт пульсацій становить не більше 5 %;
- відсутність ртутної складової не потребує застосування спеціальних методів утилізації відпрацьованих джерел світла.

Отже, на підставі вищенаведеного, зупинимо свій вибір на напівпровідникових джерелах світла для освітлення приміщень будівлі транспортно-логістичного центру.

Для освітлення приміщень транспортно-логістичного центру виберемо наступні світлові прилади (СП).

Для робочого освітлення складського приміщення застосуємо світлодіодний світильник типу ДСП 37В, виробництва ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА» (рис 2.1) [15]. Характеристики світлового приладу наведено в таблиці 2.2.

Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд світильника ДСП 37 В

Таблиця 2.2 – Характеристики світильника ДСП 37В

Напруга живлення, В	220 АС
Ступінь пиловологозахисту	IP65
Потужність, Вт	80 – 230
Світловий потік, лм	10900 – 62100
Тип кривої сили світла	К, Г, Л
Корельована колірна температура, К	4000
Габаритні розміри, мм	445×235
Маса, кг	5,0 – 6,1

Для освітлення інших приміщень виробничого призначення, а також адміністративних та допоміжних приміщень виберемо світильники типу ДВО 20У Юпітер LED-M (рис. 2.2). Особливістю цих світлових приладів є можливість монтажу як до опорної поверхні, так і в отвір підвісної стелі. Характеристики цих світильників приведено в табл. 2.3.

Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд світильника ДВО 20У Юпітер LED-M

Таблиця 2.2 – Характеристики світильника ДВО 20У Юпітер LED-M

Напруга живлення, В	220 АС
Ступінь пиловологозахисту	IP20
Потужність, Вт	36, 45
Світловий потік, лм	4320, 5400
Тип кривої сили світла	Д
Корельована колірна температура, К	4000
Габаритні розміри, мм	595×595×26,5
Маса, кг	2,4 – 2,7

Для освітлення решти приміщень використаємо світильники типу ДББ28У Селена LED-M (рис. 2.3). Технічні характеристики світильника подано

в табл. 2.4.

Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд світильника ДББ 28У Селена LED-M

Таблиця 2.4 – Характеристики світильника ДВО 20У Юпітер LED-M

Напруга живлення, В	220 АС
Ступінь пиловологозахисту	IP65
Потужність, Вт	8 – 20 Вт
Світловий потік, лм	960 – 2400
Тип кривої сили світла	Д
Корельована колірна температура, К	4000
Габаритні розміри, мм	250×175×70
Маса, кг	0,95

Для зовнішнього освітлення, тобто для освітлення під’їздів до рампових воріт використано світильники типу ДББ26У Селена LED, зовнішній вигляд якого показано на рис. 2.4, а характеристики – в табл. 2.5.

Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд світильника ДПП05В

Таблиця 2.5 – Характеристики світильника ДПП05В

Потужність, Вт	12 - 20
Напруга живлення, В	220 АС
Ступінь пиловологозахисту	IP65
Світлова віддача, лм/Вт	120
Тип КСС	Д
Корельована колірна температура, К	4000
Габаритні розміри, мм	250×175×87
Маса	0,95

Для аварійного освітлення застосуємо наступні види світильників.

Для освітлення складського приміщення, а також для приміщення обробки дрібних вантажів та обрешетування застосуємо світильники типу ДСП07У(рис. 2.5 табл. 2.6). Особливістю даних світильників є наявність в них блоку аварійного живлення. Це дозволяє використовувати світильники для системи резервного освітлення при наявності живлення систем аварійного

освітлення, та в якості світлових приладів для анти панічного освітлення при відсутності живлення системи аварійного освітлення.

Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд світильника ДСП07У

Таблиця 2.6 – Характеристики світильника ДПП05В

Напруга живлення, В	220 АС
Ступінь пиловологозахисту	IP66
Потужність, Вт	30 – 80 Вт
Світловий потік, лм	3600 – 9600
Тип кривої сили світла	Д
Корельована колірна температура, К	4000
Габаритні розміри, мм	(1305 – 1630)×116×95
Маса, кг	2,1 – 3,7

Аварійне освітлення теплового пункту, електрощитової та шляхів евакуації забезпечимо шляхом використання світильника типу ДПП06, а в якості світлових покажчиків виберемо світильники типу ДБО01ВСП (рис. 2.6). Характеристики світильників представлено в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики світильників ттипу ДПП06У та ДБО 01, 02 ВСП

Напруга живлення, В	ДПП06У	ДБО01,02ВСП
	220 АС	220, 24, 12 АС
Ступінь пиловологозахисту	IP65	IP20, IP65
Потужність, Вт	8 Вт	6 Вт
Світловий потік, лм	835	626
Тип кривої сили світла	Д	Д
Час роботи в аварійному режимі, год	3	10
Корельована колірна температура, К	4000	4000
Габаритні розміри, мм	380×155×190	380×152×50
Маса, кг	1,8	1,6 – 2,0

Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд світлового покажчика типу ДБО01,02ВСП

Інформацію щодо висоти встановлення світильників, значення нормованої освітленості, виду системи освітлення та типу світлових приладів для кожного приміщення представлено в табл. 2.8.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки

№ на плані	Призначення приміщення	Система освітлення	Нормована освітленість, лк	Тип СП	Висота встановлення, м
I поверх					
1	Тамбур	Робоче	50	ДББ28У	4,3
		Евакуаційне	0,5	ДБО01ВСП	2,2
2	Коридор	Робоче	75	ДВО20У	4,3
		Евакуаційне	0,5	ДБО01ВСП, ДПП06У	2,2
3	Приміщення охорони	Робоче	150	ДВО20У	4,0
		Резервне	50	ДВО27У	4,0
4	Приміщення видачі сканерів	Робоче	150	ДВО20У	4,0
		Резервне	50		
5	Офісне приміщення	Робоче	200	ДВО20У	4,0
6	Серверна	Робоче	400	ДВО20У	4,0
		Резервне	120		
7	Приміщення для табелювання	Робоче	200	ДВО20У	4,0
8	Приміщення медсестри	Робоче	300	ДВО20У	4,0
		Резервне	100	ДВО20У	4,0
9	Санвузол	Робоче	75	ДББ28У	4,0
10	Сходова клітка	Робоче	75	ДББ28У	
		Евакуаційне	5	ДБО01ВСП, ДПП06У	
11	Зона обробки дрібного вантажу	Робоче	150	ДВО20У	4,0
		Резервне	50	ДСП07У	

Продовження таблиці 2.1

№ на плані	Призначення приміщення	Система освітлення	Нормована освітленість, лк	Тип СП	Висота встановлення, м
12	Приміщення для обрешетування	Робоче	150	ДВО20У	4,0
		Резервне	50	ДСП07У	
13	Офісне приміщення	Робоче	200	ДВО20У	4,0
14	Офісне приміщення	Робоче	200	ДВО20У	4,0
15	Підсобне приміщення	Робоче	100	ДВО20У	4,0
16	Санвузол	Робоче	75	ДББ28У	4,0
17	Коридор	Робоче	75	ДББ28У	4,0
18	Приміщення для зберігання товарно-матеріальних цінностей (ТМЦ)	Робоче	75	ДББ28У	4,0
19	Коридор	Робоче	75	ДВО20У	4,0
		Евакуаційне	0,5	ДБО01ВСП, ДПП06У	2,2
20	Сходова клітка	Робоче	75	ДББ28У	
		Евакуаційне	5	ДБО01ВСП, ДПП06У	
21	Електрощитова	Робоче	150	ДВО20У	4,0
		Резервне	50	ДПП06У	
22	Тепловий пункт	Робоче	150	ДВО20У	4,0
		Резервне	50	ДПП06У	
23	Складське приміщення	Робоче	150	ДВО20У	7,0
		Резервне	50	ДСП07У	
		Евакуаційне	0,5	ДБО01ВСП	2,2
24	Санвузол	Робоче	75	ДББ28У	4,0
25	Приміщення операторів	Робоче	150	ДВО20У	4,0
		Евакуаційне	0,5	ДБО01ВСП	2,2
26	Каса	Робоче	300	ДВО20У	4,0
27	Кладова	Робоче	150	ДВО20У	4,0
II поверх					
1	Сходова клітка	Робоче	75	ДББ28У	
		Евакуаційне	5	ДБО01ВСП, ДПП06У	
2	Санвузол	Робоче	75	ДББ28У	3,0
3	Душова	Робоче	75	ДББ28У	3,0
4	Роздягальня	Робоче	100	ДВО20У	3,0
		Антипанічне	0,5	ДПП06У	3,0
5	Їдальня-кухня	Робоче	100	ДВО20У	3,0
		Антипанічне	0,5	ДПП06У	3,0
6	Роздягальня	Робоче	100	ДВО20У	3,0

Продовження таблиці 2.1

№ на плані	Призначення приміщення	Система освітлення	Нормована освітленість, лк	Тип СП	Висота встановлення, м
7	Менеджер з клінінгу	Робоче	200	ДВО20У	3,0
8	Санвузол	Робоче	75	ДББ28У	3,0
9	Санвузол	Робоче	75	ДББ28У	3,0
10	Сходова клітка	Робоче	75	ДББ28У	
		Евакуаційне	5	ДБО01ВСП, ДПП06У	
11	Коридор	Робоче	75	ДВО20У	3,0
		Евакуаційне	0,5	ДБО01ВСП, ДПП06У	2,2
12	Коридор	Робоче	75	ДВО20У	3,0
		Евакуаційне	0,5	ДБО01ВСП, ДПП06У	2,2
13	Конференц зал	Робоче	300	ДВО20У	3,0
14	Конференц зал	Робоче	300	ДВО20У	3,0
15	Кабінет	Робоче	200	ДВО20У	3,0
16	Кабінет	Робоче	200	ДВО20У	3,0
17	Кабінет	Робоче	200	ДВО20У	3,0
18	Кабінет	Робоче	200	ДВО20У	3,0
19	РДУ	Робоче	200	ДВО20У	3,0
20	Допоміжне приміщення	Робоче	50	ДББ28У	3,0
21	Допоміжне приміщення	Робоче	50	ДББ28У	3,0

2.3. Вихідні дані до електротехнічного розрахунку освітлювальної установки приміщень транспортно-логістичного центру

Електротехнічний розрахунок електричних освітлювальних мереж полягає у:

- розрахунку струмів, які протікають по жилах проводів та кабелів мережі живлення систем освітлення;
- виборі перерізів проводів та кабелів на основі значень розрахованих струмів;
- виборі струмів апаратів захисту.

Вихідними даними для електротехнічних розрахунків електричних

освітлювальних мереж є:

- значення сумарних потужностей освітлювальних приладів кожного приміщення, а також значення потужностей кожної групової лінії;
- значення довжини проводів та кабелів, якими здійснюється живлення освітлювальної установки;
- значення напруги живлення освітлювальної установки;
- значення коефіцієнта активної потужності світлових приладів.

В результаті світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки, було отримано кількість світлових приладів, які необхідно встановити в кожному приміщенні для забезпечення необхідного рівня нормованої освітленості.

Для живлення світлових приладів від групових щитів освітлення по групових лініях згідно ПУЕ [10] застосовується напруга 220 В. Крім того для групових ліній необхідно застосовувати однофазні мережі з нульовим робочим та нульовим захисним (РЕ-провідником) проводами. Для живлення електричної освітлювальної мережі виберемо кабелі із мідними жилами з полівінілхлоридною ізоляцією типу ВВГ.

Для живлення групових щитів освітлення від головного розподільного щитка застосуємо трифазну мережу з нейтральним робочим та з нульовим захисним проводами напругою 380/220 В.

Значення сумарних потужностей кожної групової лінії залежить від місця установки освітлювальних щитків та їх відстані до освітлювальних приладів. Вибір місць установки щитків освітлення виконується із врахуванням рекомендацій [7, 16, 17], які полягають в тому, що місце установки освітлювальних щитків вибираються в залежності від можливості розташування поблизу основного робочого входу, в центрі навантажень або поблизу нього, в недоступних для випадкових пошкоджень місцях, або внаслідок економічних міркувань. Враховуючи це, встановимо освітлювальні щитки в наступних місцях (див. графічну частину):

ЩО 1 – в приміщенні складу (№ приміщення на плані – 23);

ЩО 2 – в приміщенні складу (№ приміщення на плані – 23);

ЩО 3 – в коридорі першого поверху (№ приміщення на плані – 2);

ЩО 4 – в коридорі першого поверху (№ приміщення на плані – 17);

ЩО 5 – в коридорі другого поверху (№ приміщення на плані – 12);

ЩАО – в приміщенні складу (№ приміщення на плані – 23).

Інформація щодо потужності освітлювальних щитків та групових лінії представлена в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Потужність освітлювальних щитків та групових лінії

№ гр	Споживачі	Потужність, Вт	Довжина, м	Фаза
1.1	Освітлення під’їздів	132	40,5	B
1.2	Вуличне освітлення, освітлення приміщень 25, 26	231	80,2	C
1.3	Освітлення складу	600	86,1	A
1.4	Освітлення складу	480	76,6	B
1.5	Освітлення складу	480	66,9	B
1.6	Освітлення складу	480	57,2	C
1.7	Освітлення складу	480	47,5	C
1.8	Освітлення приміщення 11	540	131,4	A
1.9	Освітлення під’їздів, освітлення приміщень 24	179	68,3	B
	ЩО 1	3602		
2.1	Освітлення складу	480	47,5	A
2.2	Освітлення складу	480	57,2	B
2.3	Освітлення складу	480	66,9	C
2.4	Освітлення складу	480	76,6	A
2.5	Освітлення складу	480	86,1	B
2.6	Освітлення складу	600	95,6	C
2.7	Освітлення під’їздів	132	52,6	A
2.8	Освітлення під’їздів	132	51,4	B
	ЩО 2	3264		
3.1	Освітлення сходових кліток	80	15,9	B
3.2	Освітлення приміщень 1, 2	84	26,8	C
3.3	Освітлення приміщень 7, 8, 9	284	36,2	C
3.4	Освітлення приміщень 5, 6	306	28,3	B
3.5	Освітлення приміщень 2, 3, 4	315	48,7	A
	ЩО 3	1069		
4.1	Освітлення приміщень 17, 19	180	29	C
4.2	Освітлення сходових кліток	80	15,9	C

Продовження таблиці 2.2

№ гр	Споживачі	Потужність, Вт	Довжина, м	Фаза
4.3	Освітлення приміщень 13, 14, 15,16	383	33,2	В
4.4	Освітлення приміщень 18, 27, 22, 21	441	33,7	А
	ЩО 4	1084		
5.1	Освітлення приміщень 2, 3, 20, 21, 4	324	67,1	В
5.2	Освітлення приміщень 11, 12	252	46,8	В
5.3	Освітлення приміщень 16, 17, 18, 19	414	66,6	А
5.4	Освітлення приміщень 13, 14, 15,16	216	41,3	С
5.5	Освітлення приміщень 5, 6, 7, 8, 9	324	69,1	С
	ЩО 5	1530		
А1	Освітлення приміщень 3, 4, 6,12	223	37	С
А2	Світлові покажчики 1, 2 поверх	108	157,7	В
А3	Світлові покажчики, склад	54	173,7	А
А4	Освітлення складу	320	97,9	А
А5	Освітлення складу	320	92,9	В
А6	Освітлення складу	320	97,9	С
А7	Освітлення складу	320	102,9	А
А8	Освітлення складу	320	107,9	В
А9	Освітлення складу	320	112,9	С
А10	Освітлення складу	320	117,9	А
А11	Освітлення приміщень 17, 21, 22, 20	88	67,5	С
А12	Освітлення приміщень 11	240	65,3	В
А13	Освітлення приміщень другого поверху: 11, 12, 4, 5	112	60,1	А
	ЩАО	3065		

Розподіл навантаження по фазах щитка ЩО1: $P_A^{\ 1} = 1{,}14$ кВт, $P_B^{\ 1} = 1{,}271$ кВт, $P_C^{\ 1} = 1{,}191$ кВт.

Середнє навантаження, яке припадає на одну фазу:

$$P_{сер}^{\ 1} = \frac{(1{,}191 + 1{,}271 + 1{,}191)}{3} = 1{,}201 \text{ кВт}.$$

Відхилення навантаження кожної із фаз від середнього навантаження розрахуємо за формулами:

$$\Delta P_A^{\ 1} = \frac{\left|P_{сер}^{\ 1} - P_A^{\ 1}\right|}{P_{сер}^{\ 1}} \cdot 100\%, \ \Delta P_B^{\ 1} = \frac{\left|P_{сер}^{\ 1} - P_B^{\ 1}\right|}{P_{сер}^{\ 1}} \cdot 100\%, \ \Delta P_C^{\ 1} = \frac{\left|P_{сер}^{\ 1} - P_C^{\ 1}\right|}{P_{сер}^{\ 1}} \cdot 100\%.$$

Підставивши значення в попередні формули, отримаємо:

$$\Delta P_A^{\,1} = \frac{|1,201 - 1,140|}{1,201} \cdot 100\% = 5,06\,\%,$$

$$\Delta P_B^{\,1} = \frac{|1,201 - 1,271|}{1,201} \cdot 100\% = 5,83\,\%,$$

$$\Delta P_C^{\,1} = \frac{|1,201 - 1,191|}{1,201} \cdot 100\% = 0,83\,\%.$$

Аналогічно розраховуємо відхилення навантажень кожної із фаз від середнього навантаження для кожного щитка. Результати розрахунку представлено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку відхилення навантажень фаз від середнього навантаження

Щиток	P_A, кВт	P_B, кВт	P_C, кВт	$P_{сер}$, кВт	ΔP_A, %	ΔP_B, %	ΔP_C, %
ЩО 1	1,14	1,271	1,191	1,201	5,05	5,86	0,81
ЩО 2	1,092	1,092	1,08	1,088	0,37	0,37	0,74
ЩО 3	0,315	0,386	0,368	0,356	11,60	8,33	3,27
ЩО 4	0,441	0,383	0,260	0,361	22,05	6,00	28,04
ЩО 5	0,414	0,576	0,540	0,510	18,82	12,94	5,88
ЩАО	1,014	0,988	1,063	1,022	0,75	3,30	4,05
Робоче освітлення	3,402	3,708	3,439	3,516	3,25	5,45	2,20

В якості щитків освітлення виберемо навісні короби типу ЩО-ХН, де Х – кількість блоків, тобто кількість ліній, які можна під єднати до автоматичного вимикача в даному щитку.

Для щитків освітлення Що 1 та ЩО 2 вибираємо короби типу ЩО-9Н (рис. 2.7), для щитків ЩО 3, ЩО 4 та ЩО 5 – ЩО-6Н, а для щитка аварійного освітлення – ЩО-15Н.

Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд щитка типу ЩО-9Н

2.4. Електротехнічний розрахунок електричної освітлювальної мережі та вибір перерізу проводів

Електротехнічний розрахунок електричної освітлювальної мережі зводиться до визначення площ поперечного перерізу проводів і кабелів, при протіканні через яких робочих струмів не відбувається перегрівання провідників, при цьому забезпечуються необхідні рівні напруги на світлових приладах та джерелах світла.

Перерізи жил проводів та кабелів визначаються, виходячи з:

струмів навантаження у відповідності з допустимою температурою нагрівання провідників (розрахунок по струму навантаження);

рівня мінімально допустимої напруги на джерелах світла та світлових приладах;

кількості витрат провідникового матеріалу;

механічної міцності провідників і кабелів, відповідно до способу прокладання.

Струми навантаження для двопровідних ділянок мережі розраховуються за формулою [17, 18]:

$$I_p = \frac{P_p}{U_\phi \cdot \cos\varphi}, \qquad (2.1)$$

де P_p – потужність навантаження, яке живиться через дану ділянку;

$U_ф = 220$ В – фазна напруга;

$\cos\varphi$ – коефіцієнт активної потужності.

Розрахунок струму навантаження проведемо на прикладі для групи 1.3 ЩО 1. Для даної ділянки $P = 600$ Вт, а коефіцієнт активної потужності, як і для всіх інших груп, становить $\cos\varphi = 0,95$. Підставляючи значення для P та $\cos\varphi$ у формулу (2.1), отримаємо:

$$I_p = \frac{600}{220 \cdot 0,95} = 2,87 A.$$

Для даної ділянки мережі виберемо кабель ВВГ 3×1,5 мм^2, допустимий струм навантаження котрого становить 17 А [20].

Вибір апарату захисту здійснимо, виходячи із умови [21]:

$$I_{рном} \geq k_{нр} \cdot I_p; \qquad (2.2)$$

де $I_{рном}$ – номінальний струм розчіпоювача автоматичного вимикача.

$k_{нр}$ – коефіцієнт надійності розчіплювача (приймемо $k_{нр} = 1,25$).

Для групи споживачів 1.1 ЩО 1

$$I_{рном} \geq 1,25 \cdot 2,87 = 3,59 \text{ А}.$$

На основі вище отриманого результату в якості апарату захисту вибираємо однополюсний автоматичний вимикач типу ВА-2017 4А D 1п [22].

Розрахунок струму навантаження трифазної ділянки мережі виконується за формулами:

- при симетричному навантаженні фаз:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_л \cdot \cos\varphi}; \qquad (2.3)$$

- при несиметричному навантаженні у випадку прямого чергування фаз:

$$I_A = \sqrt{I_{AB}^2 + I_{CA}^2 + 2I_{AB} \cdot I_{CA} \cdot \sin\left(\varphi_{AB} - \varphi_{CA} + 30^\circ\right)},$$
$$I_B = \sqrt{I_{BC}^2 + I_{AB}^2 + 2I_{BC} \cdot I_{AB} \cdot \sin\left(\varphi_{BC} - \varphi_{AB} + 30^\circ\right)}, \qquad (2.4)$$
$$I_C = \sqrt{I_{CA}^2 + I_{BC}^2 + 2I_{CA} \cdot I_{BC} \cdot \sin\left(\varphi_{CA} - \varphi_{BC} + 30^\circ\right)};$$

- при несиметричному навантаженні у випадку оберненого чергування фаз:

$$I_A = \sqrt{I_{AB}^2 + I_{CA}^2 + 2I_{AB} \cdot I_{CA} \cdot \sin\left(\varphi_{CA} - \varphi_{AB} + 30^\circ\right)},$$
$$I_B = \sqrt{I_{BC}^2 + I_{AB}^2 + 2I_{BC} \cdot I_{AB} \cdot \sin\left(\varphi_{AB} - \varphi_{BC} + 30^\circ\right)}, \qquad (2.5)$$
$$I_C = \sqrt{I_{CA}^2 + I_{BC}^2 + 2I_{CA} \cdot I_{BC} \cdot \sin\left(\varphi_{BC} - \varphi_{CA} + 30^\circ\right)};$$

де $U_л$ – лінійна напруга.

I_{AB}, I_{BC}, I_{CA} – лінійні струми;

φ_{AB}, φ_{BC}, φ_{CA} – кути зсуву між фазами.

Оскільки результати розрахунку відхилення ΔP_A навантажень фаз від середнього навантаження не перевищують допустимих 30 % [19], то розрахунок будемо проводити за формулою (2.2) на прикладі ділянки, яка живить ЩО 1. Для даної ділянки $P_p = 3602$ Вт, $U_л = 380$ Вт. Підставивши значення у формулу (2.3), отримаємо:

$$I_p = \frac{3602}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95} = 5,76 \text{ А}.$$

Автоматичний вимикач для даної ділянки виберемо, виходячи з умови (2.2):

$$I_{рном} \geq 1,25 \cdot 5,76 = 7,20 \text{ А}.$$

На підставі результатів вибираємо триполюсний автоматичний вимикач типу ВА-2017 10А D 3п (рис. 2.8).

Рисунок 2.8 – Автоматичний вимикач ВА-2017 10А D 3п

Аналогічно розраховуємо струми навантаження і для інших групових лінії. По результатах розрахунку вибираємо переріз проводів типу ВВГ для кожної групи та апарати захисту. Результати розрахунку струмів навантаження, вибору проводів та апаратів захисту приведено в табл. 2.4.

Здійснимо перевірочний розрахунок електричної освітлювальної мережі по втраті напруги

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку струмів навантажень ділянок електричної освітлювальної мережі та вибору перерізу кабелів та апаратів захисту

№ гр	Споживачі	Потужність, Вт	Струм навантаження, А	Тип та переріз кабелю	Аппарат захисту
1.1	Освітлення під’їздів	132	0,63	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 1А D 1п.
1.2	Вуличне освітлення, освітлення приміщень 25, 26	231	1,11	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
1.3	Освітлення складу	600	2,87	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 4А D 1п
1.4	Освітлення складу	480	2,30	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 3А D 1п.
1.5	Освітлення складу	480	2,30	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 3А D 1п.
1.6	Освітлення складу	480	2,30	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 3А D 1п.
1.7	Освітлення складу	480	2,30	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 3А D 1п.
1.8	Освітлення приміщення 11	540	2,58	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 4А D 1п
1.9	Освітлення під’їздів, освітлення приміщень 24	179	0,86	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
ЩО 1		3602	5,76	ВВГ 3×2,5	ВА-2017 10А D 3п

Продовження таблиці 2.4

№ гр	Споживачі	Потужність, Вт	Струм навантаження, А	Тип та переріз кабелю	Аппарат захисту
2.1	Освітлення складу	132	2,30	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 3А D 1п.
2.2	Освітлення складу	231	2,30	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 3А D 1п.
2.3	Освітлення складу	600	2,30	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 3А D 1п.
2.4	Освітлення складу	480	2,30	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 3А D 1п.
2.5	Освітлення складу	480	2,30	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 3А D 1п.
2.6	Освітлення складу	480	2,87	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 4А D 1п
2.7	Освітлення під’їздів	480	0,63	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 1А D 1п.
2.8	Освітлення під’їздів	540	0,63	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 1А D 1п.
ЩО 2		3602	5,22	ВВГ 3×2,5	ВА-2017 10А D 3п
3.1	Освітлення сходових кліток	80	0,38	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 1А D 1п.
3.2	Освітлення приміщень 1, 2	84	0,40	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 1А D 1п.
3.3	Освітлення приміщень 7, 8, 9	284	1,36	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
3.4	Освітлення приміщень 5, 6	306	1,46	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
3.5	Освітлення приміщень 2, 3, 4	315	1,51	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
ЩО 3		1069	1,71	ВВГ 3×2,5	ВА-2017 3А D 3п
4.1	Освітлення приміщень 17, 19	180	0,86	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
4.2	Освітлення сходових кліток	80	0,38	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 1А D 1п.
4.3	Освітлення приміщень 13, 14, 15,16	383	1,83	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 3А D 1п.
4.4	Освітлення приміщень 18, 27, 22, 21	441	2,11	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 3А D 1п.
ЩО 4		1084	1,73	ВВГ 3×2,5	ВА-2017 6А D 3п.
5.1	Освітлення приміщень 2, 3, 20, 21, 4	324	1,55	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
5.2	Освітлення приміщень 11, 12	252	1,21	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
5.3	Освітлення приміщень 16, 17, 18, 19	414	1,98	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 3А D 1п.
5.4	Освітлення приміщень 13, 14, 15,16	216	1,03	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
5.5	Освітлення приміщень 5, 6, 7, 8, 9	324	1,55	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
ЩО 5		1530	2,45	ВВГ 3×2,5	ВА-2017 6А D 3п.
А1	Освітлення приміщень 3, 4, 6,12	223	1,07	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
А2	Світлові покажчики 1, 2 поверх	108	0,52	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 1А D 1п.
А3	Світлові покажчики, склад	54	0,26	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 1А D 1п.
А4	Освітлення складу	320	1,53	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
А5	Освітлення складу	320	1,53	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
А6	Освітлення складу	320	1,53	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
А7	Освітлення складу	320	1,53	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
А8	Освітлення складу	320	1,53	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
А9	Освітлення складу	320	1,53	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
А10	Освітлення складу	320	1,53	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
А11	Освітлення приміщень 17, 21, 22, 20	88	0,42	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 1А D 1п.
А12	Освітлення приміщень 11	240	1,15	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 2А D 1п
А13	Освітлення приміщень другого поверху: 11, 12, 4, 5	112	0,54	ВВГ 3×1,5	ВА-2017 1А D 1п.
	ЩАО	3065	4,90	ВВГ 3×2,5	ВА-2017 10А D 1п.

Перевірку вибору перерізу проводів електричної освітлювальної мережі виконаємо на основі розрахунку по втраті напруги $\Delta U\%$, яка розраховується за формулою [16, 18]:

$$\Delta U\% = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} M_k}{c \cdot S}, \tag{2.6}$$

де $\sum_{k=1}^{k=n} M_k$ – сума моментів навантаження, які живляться даним елементом мережі.

S – площа поперечного перерізу жил кабелів;

c – коефіцієнт, який залежить від типу, матеріалу та напруги мережі.

Розрахунок проведемо для трьох ділянок, які мають найбільші довжини та найбільші потужності. Такими є ділянки 1.3, 1,8 та А10. Розрахункові схеми для цих ділянок приведені на рис. 2.8 – 2.10.

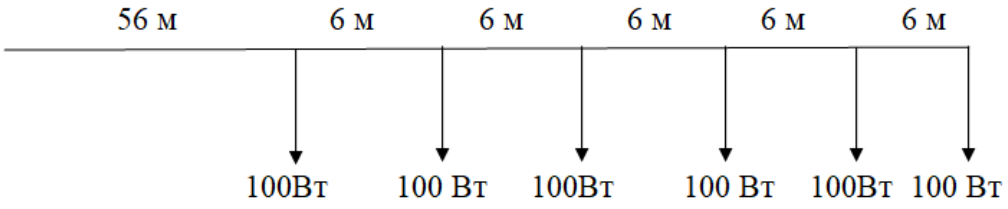


Рисунок 2.8 – Розрахункова схема ділянки 1.3

Сума моментів навантажень для даної ділянки становить:

$$\sum_{k=1}^{k=n} M_k = 10^{-3} \cdot \left(56 \cdot 600 + 6 \cdot 500 + 6 \cdot 400 + 6 \cdot 300 + 6 \cdot 200 + 6 \cdot 100\right) = 42{,}6 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Підставляючи числове значення $\sum_{k=1}^{k=n} M_k$ у формулу 2.6, та враховуючи, що $S = 1{,}5$ мм^2, а коефіцієнт c для двопровідної мідної мережі напругою 220 В дорівнює 12 [18], отримаємо

$$\Delta U\% = \frac{42,6}{1,5 \cdot 12} = 2,36\,\%.$$

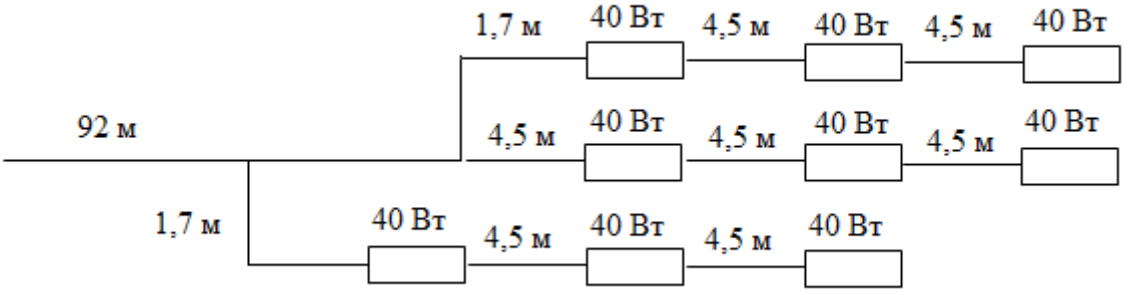


Рисунок 2.9 – Розрахункова схема ділянки 1.8

Для схеми, зображеної на рис. 2.9

$$\sum_{k=1}^{k=n} M_k = 10^{-3} \cdot \begin{pmatrix} 92 \cdot 405 + 1,7 \cdot 135 + 4,5 \cdot 90 + 4,5 \cdot 45 + 4,5 \cdot 270 + \\ +1,7 \cdot 135 + 4,5 \cdot 90 + 4,5 \cdot 45 + 4,5 \cdot 135 + 4,5 \cdot 90 + 4,5 \cdot 45 \end{pmatrix} = 41,4\ \text{кВт} \cdot \text{м}.$$

$$\Delta U\% = \frac{41,4}{1,5 \cdot 12} = 2,30\,\%.$$

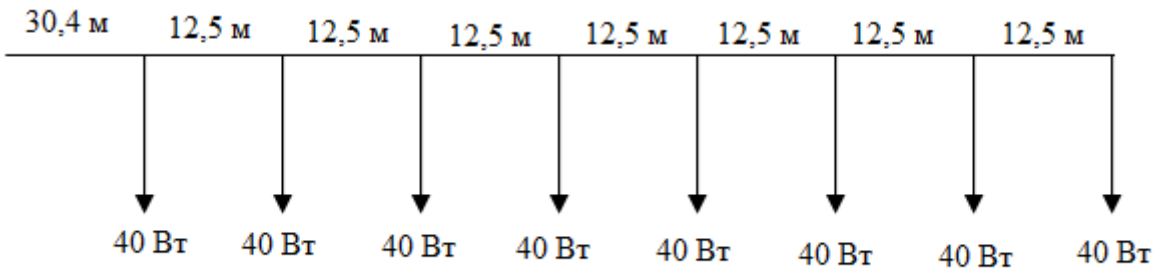


Рисунок 2.10 – Розрахункова схема ділянки А10

Для схеми, зображеної на рис. 2.10

$$\sum_{k=1}^{k=n} M_k = 10^{-3} \cdot \begin{pmatrix} 30,4 \cdot 320 + 12,5 \cdot 280 + 12,5 \cdot 240 + 12,5 \cdot 200 + \\ +12,5 \cdot 160 + 12,5 \cdot 120 + 12,5 \cdot 80 + 12,5 \cdot 40 \end{pmatrix} = 24,2 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

$$\Delta U\% = \frac{24,2}{1,5 \cdot 12} = 1,34\ \%.$$

Як видно із результатів розрахунків, втрати напруги в електричні освітлювальній мережі не перевищують 2,36 %, що є допустимим. Тому остаточно приймаємо площу поперечного перерізу групових ліній такою, що дорівнює 1,5 мм^2.

2.5. Висновки до розділу

1. Розглянуто та проаналізовано характеристики приміщень будівлі транспортно-логістичного центру. В ході аналізу визначено площі приміщень та їх висоти.

2. Здійснено вибір нормованих значень освітленості для приміщень будівлі, а також джерел світла та світлових приладів для застосування в системі освітлення приміщень будівлі. Встановлено висоту розміщення світлових приладів в приміщеннях, що разом із площею та висотою стали вихідними даними для світлотехнічного розрахунку.

3. На основі отриманих результатів світлотехнічного розрахунку запропоновано план електричної освітлювальну мережі для живлення світлових приладів освітлювальної системи будівлі транспортно-логістичного центру. В даній мережі живлення світильників приміщень будівлі здійснюється груповими лініями від 5 щитків робочого освітлення та 1 щитка аварійного освітлення.

4. Для отриманої мережі проведено розрахунок робочих струмів навантажень, на підставі результатів якого вибрано тип кабелю та його переріз, а також апарати захисту груп освітлювальної мережі. Крім того виконано

перевірочний розрахунок електричної мережі по втраті напруги. Встановлено, що втрата напруги мережі при площі поперечного перерізу кабелів 1,5 мм^2 становить менше, ніж 2,4 %

3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Аналіз методик та засобів розрахунку освітлювальних установок

Основні моделі світлотехнічного розрахунку освітлювальних установок, які зв'язують характеристики джерел світла та світлових приладів із значеннями освітленості E, побудовані на використанні двох формул:

$$E = \frac{\Phi}{S}, \tag{3.1}$$

або

$$E = \frac{I_\alpha \cdot \cos\alpha}{l^2}, \tag{3.2}$$

де Φ − світловий потік джерел світла або світлових приладів, які використовуються в приміщенні;

S − площа освітлюваного приміщення приміщення;

де I_α – сила світла світлового приладу в напрямку до точки розрахунку;

α – кут нормаллю до поверхні в точці розрахунку та напрямком сили світла до розрахункової точки (рис. 3.1).

l – геометрична віддаль між випромінювачем та розрахунковою точкою.

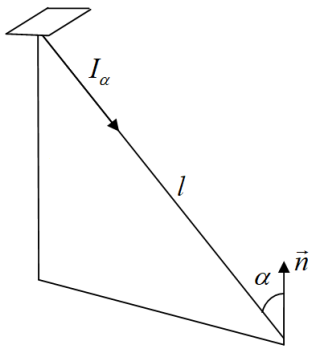


Рисунок 3.1 − Геометрична схема до розрахунку за освітленості точковим методом

У вітчизняних практиках проектування освітлювальних установок метод, розрахунку, побудований на формулі (3.1) має назву методу коефіцієнта використання світлового потоку [7, 17, 18]. Із врахуванням світлового $\Phi_{СП}$ потоку джерел світла або світлових приладів, їх кількості N коефіцієнту запасу k та коефіцієнта мінімальної освітленості загальною формулою розрахунку середньої освітленості за методом коефіцієнта використання є:

$$E = \frac{N\Phi U}{Szk}, \tag{3.3}$$

де U – коефіцієнт використання світлового потоку.

В зарубіжних практиках проектування метод на основі формули (3.1) називається методом Люмена (Lumens Method) і узагальнююча формула для розрахунку має вигляд [24, 25]:

$$E = \frac{N \cdot \Phi_{СП} \cdot CU \cdot LLF}{S}, \tag{3.4}$$

де CU – коефіцієнт використання;

LLF – коефіцієнт світлових втрат.

Як видно із формул (3.3) та (3.4) при розрахунку середньої освітленості за допомогою вітчизняного методу коефіцієнта використання чи зарубіжного методу Люмена враховується частина світлового потоку, який попадає на розрахункову поверхню внаслідок прямого надходження від випромінювачів і внаслідок попадання на розрахункову площину в результаті багатократних відбивань від поверхонь в приміщенні.

Цей світловий потік у вітчизняних та зарубіжних методиках коефіцієнтом використання, який залежить від наступних факторів: світлового коефіцієнта корисної дії світильника, коефіцієнтів відбивання стелі, стін та підлоги, довжини, ширини та висоти приміщення, які враховуються для вітчизняної методики враховуються однією комплексною величиною – індексом приміщення:

$$i = \frac{S}{h_p(a+b)}, \tag{3.4}$$

або

$$i = 0,47\sqrt{S/h_p}, \tag{3.5}$$

де h_p – розрахункова висота приміщень (відстань від нижнього краю світильника до розрахункової площини).

В зарубіжних методиках комплексною характеристикою розмірів приміщення є коефіцієнт порожнини CR:

$$CR = \frac{5 \cdot (a+b)}{a \cdot b}. \tag{3.6}$$

Значення коефіцієнтів використання світлового потоку вибираються, із спеціальних таблиць [7, 17, 18, 24, 25], виходячи зі значень CR або i та коефіцієнтів відбивання стелі стін та підлоги.

Саме складність світлотехнічного розрахунку за методом коефіцієнта використання зумовлена недостатньою кількістю даних щодо коефіцієнтів використання. В довідниковій літературі наведені значення лише для світлових приладів із тепловими та газорозрядними джерелами світла. Проте відсутні дані щодо коефіцієнтів використання світлових приладів, джерелами світла в котрих є саме світлодіоди. Крім того розрахунок за допомогою методу коефіцієнта використання не дає можливості оцінити рівномірність розподілу освітленості по розрахунковій поверхні.

Метод, що базується на формулі (3.2) – точковий метод дає змогу розрахувати освітленість в конкретній точці без врізування відбиваючих властивостей поверхонь стелі, стін та підлоги. Вирази, за якими розраховуються освітленості залежать від світлового розподілу випромінювачів, а також від співвідношень між їх габаритними розмірами та

відстаней до розрахункових точок.

У вітчизняних методиках такі випромінювачі поділяються на точкові, лінійні та поверхні, що світять. Вираз для розрахунку освітленості від точкового випромінювача має вигляд:

$$E_A = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha}{h_p^{\,2}} \cdot \left(\cos\theta \pm \frac{p}{h_p} \cdot \sin\theta \right). \qquad (3.7)$$

де θ – кут між розрахунковою площиною та площиною, перпендикулярною оптичній осі світлового приладу;

α – кут між віссю симетрії світильника і напрямленістю сили світла до розрахункової точки;

h_p – найменша відстань між світильником і горизонтальною площиною, що проходить через точку розрахунку

p – відстань точки розрахунку до точки перетину осі симетрії світильника з горизонтальною площиною, яка проходить через точку розрахунку.

Освітленість точки від світлової лінії розраховується за формулою:

$$E_A = \frac{I_\gamma}{2h_p} \cdot \cos^2 \gamma \cdot (\alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2}), \qquad (3.8)$$

де I_γ – сила світла від світлової лінії довжиною 1 м.

α – кут, під яким видно світлову лінію з точки розрахунку;

γ – кут між перпендикуляром з точки розрахунку на світлову лінію та площиною її розміщення.

Вираз для освітленості розрахункової площини, яка освітлюється світною поверхнею зі світимістю *M*, має вигляд [26]:

$$E = \frac{M}{2\pi} \cdot \left(arctgP_1 - \frac{1}{\sqrt{1+P_2^2}} \cdot arctg \frac{P_1}{\sqrt{1+P_2^2}} \right) \quad (3.9)$$

де P_1, P_2 і P_2 – відносні розміри поверхні, що світить.

В зарубіжних методиках розрахунок освітленості від точкового випромінювача здійснюється, виходячи із формули (3.2), а освітленість конретної точки від неточкових випромінювачів знаходиться, як сума елементарних освітленостей від кожного елемента випромінювача [24, 25].

Як бачимо, застосування кожного методу окремо не дає цілісної картини про здатність забезпечити нормовані параметри на розрахункових площинах освітлювальними установками.

Крім того використання методів розрахунку коефіцієнта використання, запропонованих в [27] та недостатня точність визначення сили світла в напрямку до розрахункової точки не завжди забезпечує достатню точність світлотехнічного розрахунку, особливо для систем промислового освітлення.

Тому в подальшому потрібно використовувати комплексні методи та засоби для світлотехнічного розрахунку та моделювання освітлювальних установок.

Для моделювання та світлотехнічного розрахунку систем освітлення приміщень підстанції використаємо програмний пакет DIALux, алгоритм якого побудовано на застосуванні як точкового методу, так і методу коефіцієнта використання. Використання даного пакету дозволяє отримати число освітлювальних приладів на основі методу коефіцієнта використання [35], а оцінити рівень освітленості та рівномірність освітлення – на основі точкового методу.

Крім того розрахунок промислового освітлення в даному програмному пакеті, за словами авторів [28], дозволяє виключити похибки при проектування та розрахунку освітлювальних установок та підвищити рівень ефективності світлотехнічних розрахунків для приміщень та об’єктів як завгодно складної

форми.

3.2. Моделювання та світлотехнічний розрахунок освітлювальної установки транспортно-логістичного центру

Метою моделювання та світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки є визначення кількості та розміщення світлових приладів, які здатні забезпечити на розрахункових поверхнях нормативні значення освітленості та рівномірності освітлення. Моделювання та світлотехнічний розрахунок проведемо для систем робочого та аварійного освітлення.

3.2.1. Моделювання та світлотехнічний розрахунок робочого освітлення

Моделювання та світлотехнічний розрахунок робочого освітлення проведемо на прикладі системи освітлення приміщення складу. Для освітлення даного приміщення застосовуємо світильники типу ДСП37В-80-212У1 із світловим потоком 10900 лм та кривою сили світла типу Л (рис. 3.2).

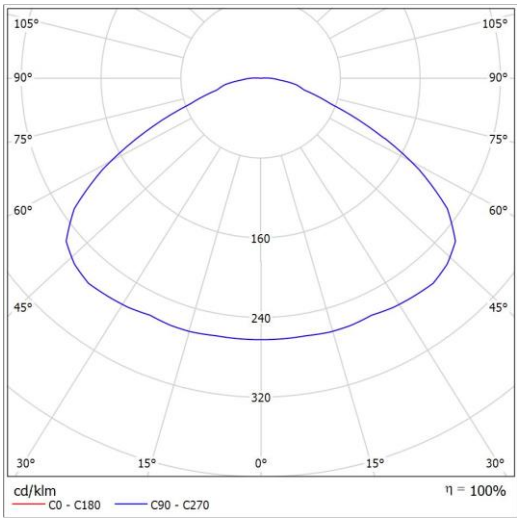


Рисунок 3.2 – Крива сили світла світильника ДСП37В-80-212У1

Для попереднього розрахунку використаємо додаток «Асистент DIALux LIGHT», в якому вводимо наступні параметри розрахунку (рис. 3.3):

довжина приміщення – 99 м;

ширина приміщення – 36 м;

висота приміщення – 10,15 м;

висота встановлення світлових приладів – 7,0 м;

висота розрахункової поверхні – 0,8 м;

коефіцієнт зменшення (обернене значення коефіцієнта запасу) – 0,8;

коефіцієнти відбивання стелі, стін та підлоги – 0,7, 0,5, 0,2 відповідно.

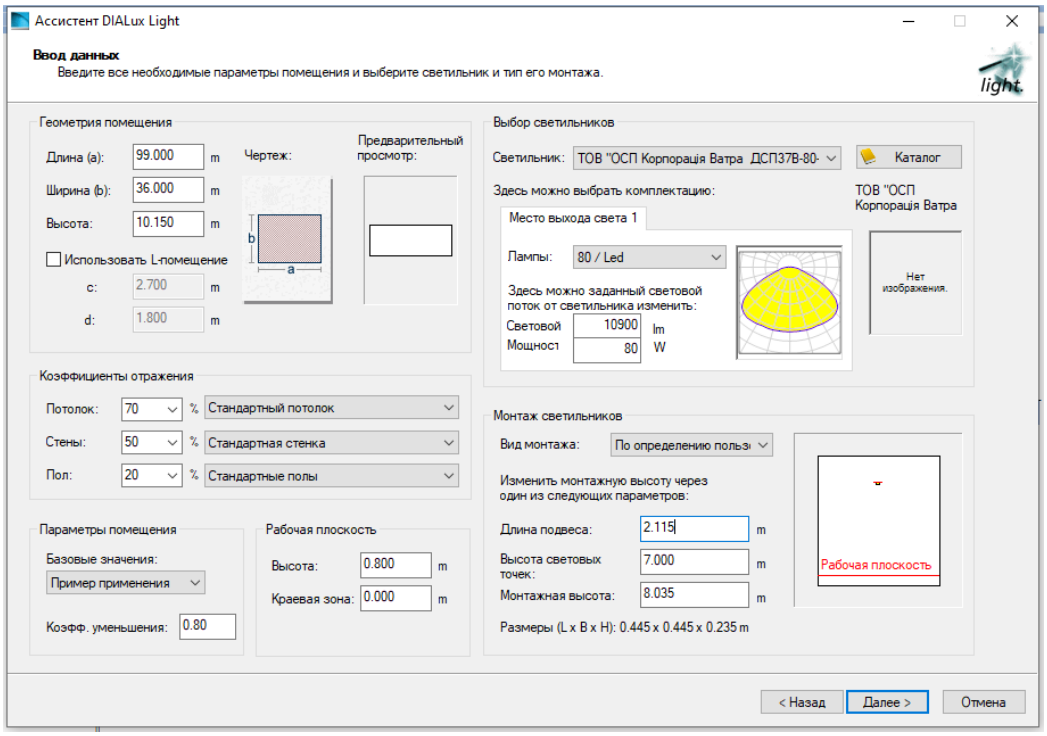


Рисунок 3.3 – Вікно додатка «Асистент DIALux LIGHT»

В цьому додатку для забезпечення середньої освітленості з похибкою (-10…+20 %) [17, 18] на робочій поверхні пропонується використати 11 рядів по 6 світильників в кожному. В результаті світлотехнічного розрахунку встановлено що такими розміщенням та кількістю світлових приладів на робочій поверхні створюється середня освітленість 148 лк, що є допустимо. Проте дана освітлювальна установка не забезпечує необхідного значення коефіцієнта нерівномірності освітлення, котрий згідно із [8] має становити не менше 0,6. Для нашої установки мінімальна освітленість становить 80 лк, а відношення мінімальної освітленості до середньої – 0,52. Лінії однакової освітленості представлено на рис. 3.4.

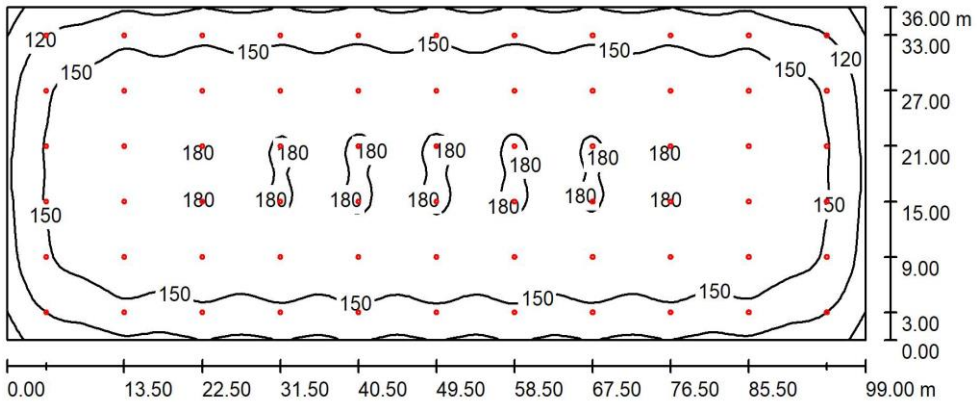


Рисунок 3.4 – Лінії однакової освітленості приміщень складу

Як видно з рис. 3.4 така нерівномірність створюється за рахунок низьких значень освітленості по краях приміщень. Для усунення цього світильники у двох країніх рядах заміними на світильники цього ж типу з потужністю 100 Вт та світловим потоком 13500 лм. В результаті моделювання та розрахунку отримали розподіл освітленості на робочій поверхні, який показано на рис. 3.5.

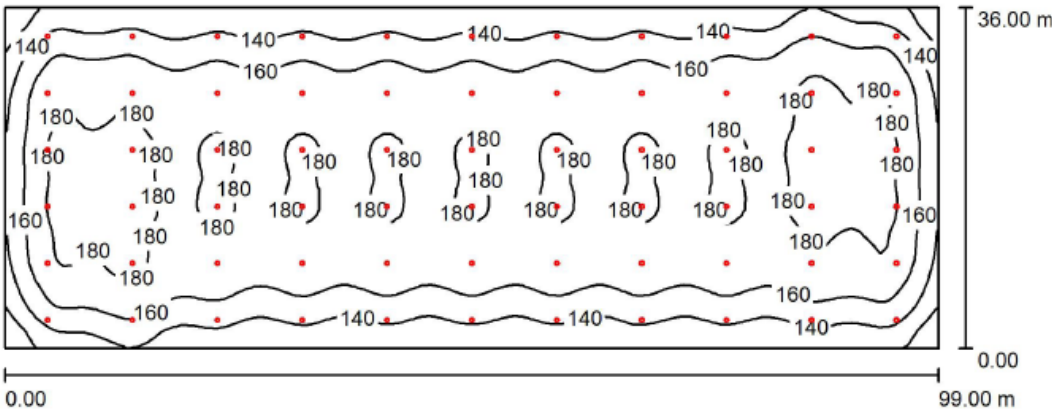


Рисунок 3.5 – Лінії однакової освітленості приміщень складу, створеної світильниками ДСП37В з потужностями 80 та 100 Вт.

Крім того середня освітленість робочої поверхні від такої освітлювальної установки становить 163 лк, мінімальна освітленість – 101 лк, а коефіцієнт рівномірності освітлення – 0,621.

Аналогічно проводимо розрахунок і для інших приміщень, а результати розрахунку приведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати світлотехнічного розрахунку робочого освітлення

№ на плані	Призначення приміщення	Розрахована середня освітленість	Нормована освітленість, лк	Тип СП	Кількість
I поверх					
1	Тамбур	51	50	ДББ28У-20-018	1
2	Коридор	103	75	ДВО20У-45-012	2
3	Приміщення охорони	137	150	ДВО20У-45-012	1
4	Приміщення видачі сканерів	135	150	ДВО20У-45-012	1
5	Офісне приміщення	278	200	ДВО20У-36-011	2
6	Серверна	451	400	ДВО20У-36-011	6
7	Приміщення для табелювання	210	200	ДВО20У-36-011	2
8	Приміщення медсестри	342	300	ДВО20У-36-011	4
9	Санвузол	84	75	ДББ28У-20-018	5
10	Сходова клітка	72	75	ДББ28У-20-018	2
11	Зона обробки дрібного вантажу	153	150	ДВО20У-45-012	12
12	Приміщення для обрешетування	159	150	ДВО20У-45-012	5
13	Офісне приміщення	293	200	ДВО20У-45-012	2
14	Офісне приміщення	284	200	ДВО20У-45-012	2
15	Підсобне приміщення	112	100	ДВО20У-45-012	1
16	Санвузол	75	75	ДББ28У-20-018	5
17	Коридор	84	75	ДВО20У-36-011	2
18	Приміщення для зберігання товарно-матеріальних цінностей (ТМЦ)	159	150	ДВО20У-45-012	1
19	Коридор	157	75	ДВО20У-36-011	2
20	Сходова клітка	72	75	ДББ28У-20-018	2
21	Електрощитова	153	150	ДВО20У-36-011	1
22	Тепловий пункт	141	150	ДВО20У-45-012	1
23	Складське приміщення	163	150	ДСП37В-80-212У1	54
				ДСП37В-80-212У1	12
24	Санвузол	84	75	ДББ28У-20-018	4
25	Приміщення операторів	140	150	ДВО20У-45-012	1
26	Каса	304	300	ДВО20У-45-012	2
27	Кладова	153	150	ДВО20У-45-012	4
II поверх					
1	Сходова клітка	72	75	ДББ28У-20-018	2

Продовження таблиці 3.1

№ на плані	Призначення приміщення	Розрахована середня освітленість	Нормована освітленість, лк	Тип СП	Кількість
2	Санвузол	71	75	ДББ28У-12-013	4
				ДББ28У-20-018	1
3	Душова	61	75	ДББ28У-12-013	4
4	Роздягальня	99	100	ДВО20У-36-011	4
5	Їдальня-кухня	162	150	ДВО20У-36-011	4
6	Роздягальня	125	100	ДВО20У-36-011	1
7	Менеджер з клінінгу	213	200	ДВО20У-36-011	1
8	Санвузол	76	75	ДББ28У-12-013	3
9	Санвузол	76	75	ДББ28У-12-013	3
10	Сходова клітка	72	75	ДББ28У-20-018	2
11	Коридор	86	75	ДВО20У-36-011	1
12	Коридор	92	75	ДВО20У-36-011	5
13	Конференц зал	322	300	ДВО20У-45-012	4
14	Конференц зал	315	300	ДВО20У-45-012	4
15	Кабінет	225	200	ДВО20У-45-012	2
16	Кабінет	225	200	ДВО20У-45-012	2
17	Кабінет	243	200	ДВО20У-45-012	2
18	Кабінет	236	200	ДВО20У-45-012	2
19	РДУ	158	150	ДВО20У-36-011	4
20	Допоміжне приміщення	63	50	ДББ28У-20-018	23,0
21	Допоміжне приміщення	59	50	ДББ28У-20-018	1

На рис. 3.6 показано візуалізацію та розподіл освітленості в приміщеннях сходових кліток, створеної чотирма світильниками типу ДББ28У-20-018 У3 Селена-LED-M.

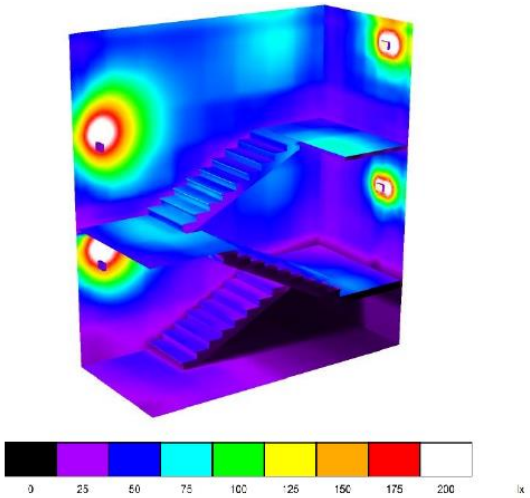


Рисунок 3.6 – Візуалізація розподілу освітленості сходової клітки

На піддставі вищенаведених кількостей світлових приладів, а також їх потужності, просумувавши потужності світлових приладів для усіх приміщень, встановлено, що потужність освітлювальної системи робочого освітлення становить 10,549 кВт.

3.2.2. Моделювання та світлотехнічний розрахунок аварійного освітлення

Розрахунок аварійного освітлення проведемо на прикладі резервного освітлення складського приміщення. Аналогічно, як і для розрахунку та моделювання використаємо додаток «Асистент DIALux LIGHT».

Як зазначалося в проектно-конструкторському розділі, для системи резервного освітлення складського приміщення використано світильники типу ДСП07У. Криву силу світла цих світильників подано на рис. 3.7.

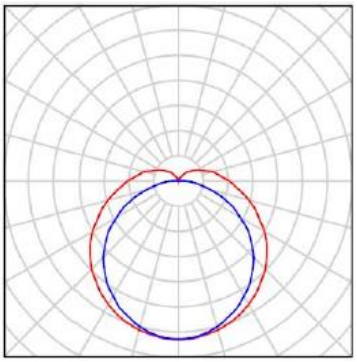


Рисунок 3.7 – крива сили світла світильника ДСП07У-40-115 У2

Для вибору оптимального варіанту резервного освітлення складу розрахунок проведемо для освітлювальної установки зі світильниками потужностями 30, 40, 60, 70 та 80 Вт. Інформацію щодо світлового потоку світлових приладів подано в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Світловий потік світильників ДСП07У

Потужність, Вт	30	40	60	70	80
Світловий потік, лм	3600	4800	7200	8400	9600

На рис. 3.8 – 3.12 подано криві лінії ізолюкс, отримані шляхом

розрахунку освітленості складу від світильників ДПП07У різної потужності для забезпечення середньої освітленості 50 лк.

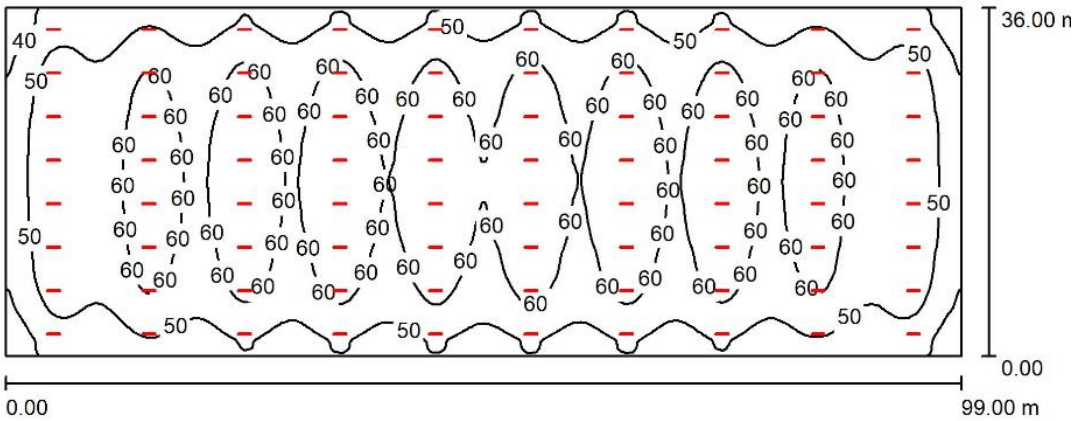


Рисунок 3.8 – Криві лінії ізолюкс, отримані для приміщення складу при освітленні його світильниками ДСП 07У потужністю 300 Вт

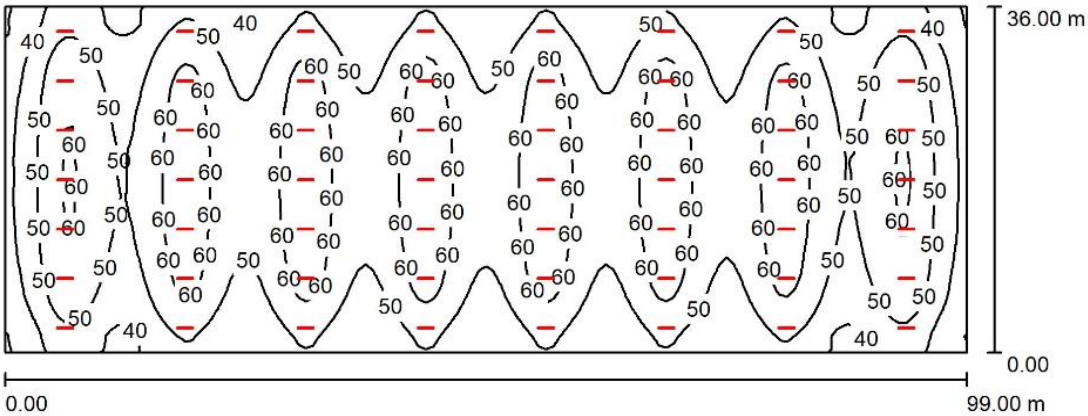


Рисунок 3.9 – Криві лінії ізолюкс, отримані для приміщення складу при освітленні його світильниками ДСП 07У потужністю 40 Вт

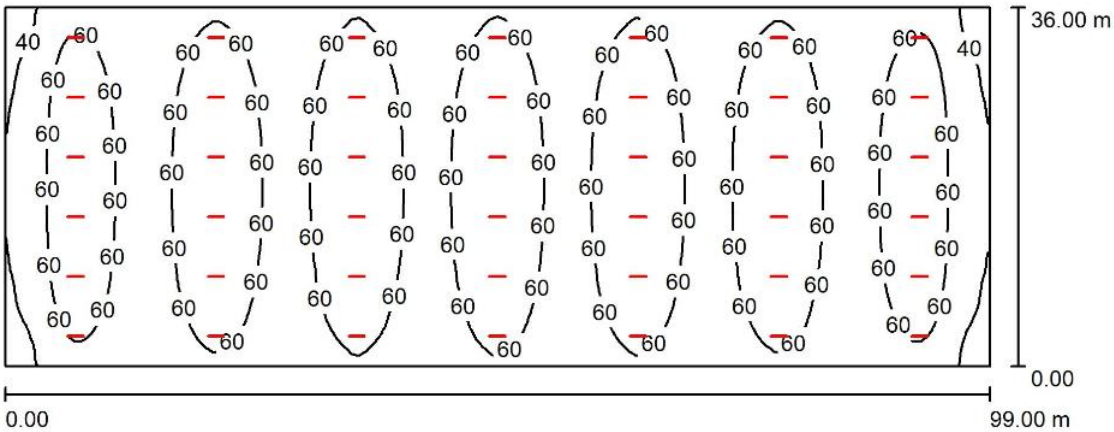
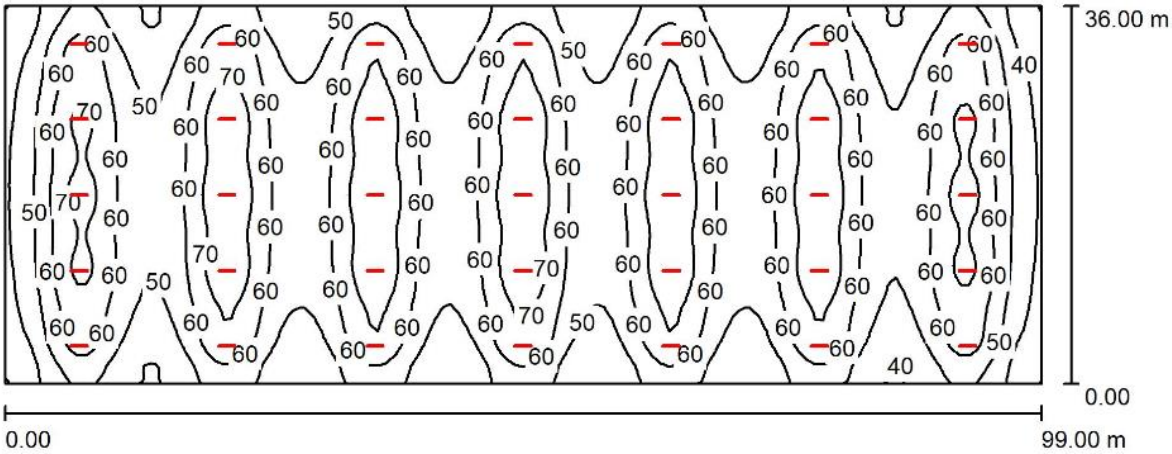
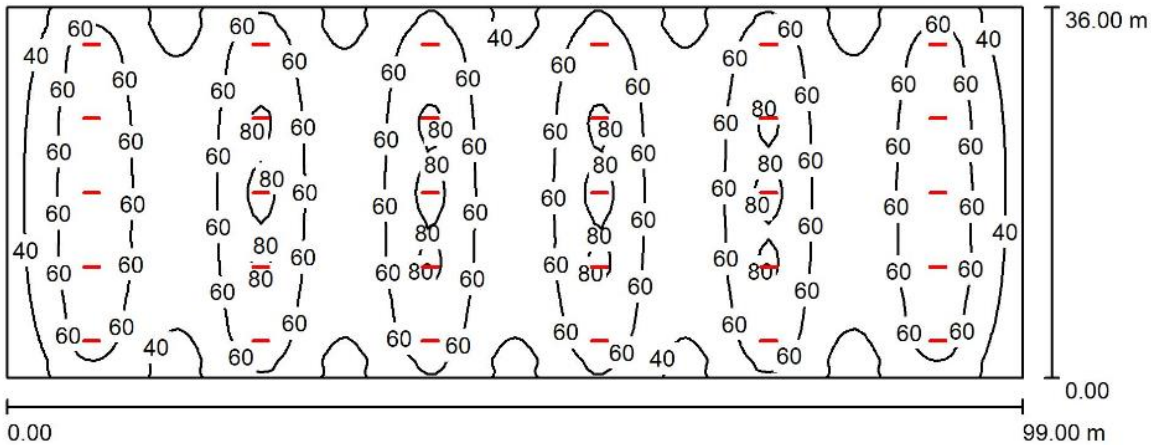


Рисунок 3.10 – Криві лінії ізолюкс, отримані для приміщення складу при освітленні його світильниками ДСП 07У потужністю 60 Вт



Риунок 3.11 – Криві лінії ізолюкс, отримані для приміщення складу при освітленні його світильниками ДСП 07У потужністю 70 Вт



Риунок 3.11 – Криві лінії ізолюкс, отримані для приміщення складу при освітленні його світильниками ДСП 07У потужністю 80 Вт

Як видно із рисунків нормоване значення освітленості 50 лк можна забезпечити світильниками усіх потужностей. Проте виникає питання, світильники якої потужності для даного приміщення будуть оптимальними. Для цього, окрім аналізу результатів розрахунку середньої освітленості здійснемо аналіз результатів розрахунку мінімальної освітленості, коефіцієнта рівномірності освітлення та потужності освітлювальної установки. Результати розрахунку цих характеристик наведено в табл. 3.3.

На рис. 3.12 представлено залежність різниць розрахованої освітленості та нормованої від потужності освітлювальної установки. Як видно із діаграми,

найменше відхилення 6 % становить для освітлювальної установки зі світильниками потужністю 40 Вт.

Таблиця 3.3 – Результати світлотехнічного розрахунку резервного освітлення складу

Потужність світлових приладів, Вт	Середня освітленість, лк	Мінімальна освітленість	Коефіцієнт рівномірності	Кількість світлових приладів	Потужність освітлювальної установки, кВт
30	56	32	0,573	80	2,40
40	53	29	0,547	56	2,24
60	59	30	0,509	42	2,52
70	58	30	0,511	35	2,45
80	57	26	0,452	30	2,40

З таблиці 3.3 видно, що максимальний коефіцієнт рівномірності освітленості має освітлювальна установка зі світильниками потужністю 30 Вт, проте даний параметр для аварійного освітлення не регламентується. Крім того освітлювальна установка на базі світильників ДСП07У потужністю 40 Вт є найменш енергоємною.

Враховуючи вищезазначене приймаємо для резервного освітлення складу світильники ДСП07У потужністю 40 Вт.

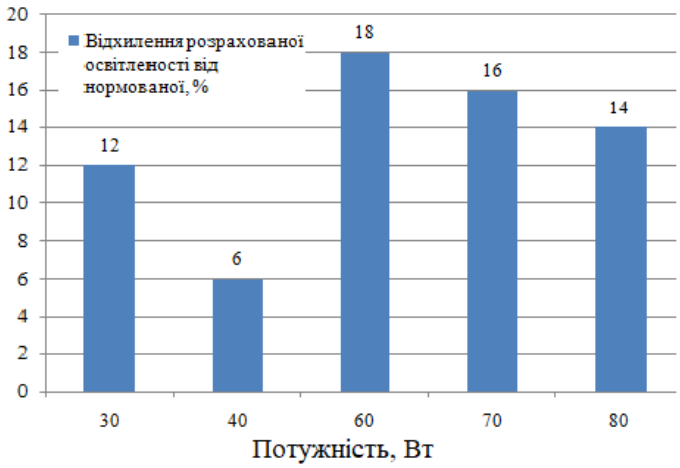


Рисунок 3.12 – Залежність відхилення освітленості від нормованого значення

Результати розрахунку та вибору світлових приладів для аварійного

освітлення наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку та вибору світлових приладів для аварійного освітлення

№ на плані	Призначення приміщення	Система освітлення	Нормована освітленість, лк	Тип СП	Кількість
І поверх					
1	Тамбур	Евакуаційне	0,5	ДБО01ВСП-6-а-104	2,2
2	Коридор	Евакуаційне	0,5	ДБО01ВСП-6-а-104,	1
				ДПП06У-8-221	2
3	Приміщення охорони	Резервне	50	ДВО27У-16-001	1
4	Приміщення видачі сканерів	Резервне	50	ДВО20У-45-012	1
6	Серверна	Резервне	120	ДВО20У-36-012	2
7	Приміщення медсестри	Резервне	100	ДВО20У-45-012	1
8	Сходова клітка	Евакуаційне	5	ДБО01ВСП-6-а-104	1
				ДПП06У-8-221	2
11	Зона обробки дрібного вантажу	Резервне	50	ДСП07У-40-125	4
12	Приміщення для обрешетування	Резервне	50	ДСП07У-40-125	2
17	Коридор	Евакуаційне	0,5	ДБО01ВСП-6-а-104	2
				ДПП06У-8-221	2
19	Коридор	Евакуаційне	0,5	ДБО01ВСП-6-а-104	1
20	Сходова клітка	Евакуаційне	5	ДБО01ВСП-6-а-104	1
				ДПП06У-8-221	2
21	Електрощитова	Резервне	50	ДПП06У-8-221	2
22	Тепловий пункт	Резервне	50	ДПП06У-8-221	3
23	Складське приміщення	Резервне	50	ДСП07У-40-125	56
		Евакуаційне	0,5	ДБО01ВСП-6-а-104	4

Продовження таблиці 3.4

№ на плані	Призначення приміщення	Система освітлення	Нормована освітленість, лк	Тип СП	Кількість
25	Приміщення операторів	Евакуаційне	0,5	ДБО01ВСП-6-а-104	1
II поверх					
1	Сходова клітка	Евакуаційне	5	ДБО01ВСП-6-а-104	1
				ДПП06У-8-221	2
4	Роздягальня	Антипанічне	0,5	ДПП06У-8-221	6
5	Їдальня-кухня	Антипанічне	0,5	ДПП06У-8-221	4
10	Сходова клітка	Евакуаційне	5	ДБО01ВСП-6-а-104	1
				ДПП06У-8-221	2
11, 12	Коридор	Евакуаційне	0,5	ДБО01ВСП-6-а-104	5
				ДПП06У-8-221	6

На піддставі вищенаведених кількостей світлових приладів, а також їх потужності, просумувавши потужності світлових приладів для усіх приміщень, встановлено, що потужність для системи аварійного освітлення становить 3,065 кВт.

3.3. Висновки до розділу

1. На підставі аналізу методик та засобів світлотехнічного розрахунку освітлювальних установок встановлено, що найбільша точність забезпечується алгоритмом, який застосовується в пакеті DIALux.

2. Проведено моделювання та світлотехнічний розрахунок системи робочого освітлення приміщень транспортно-логістичного центру, в результаті якого вибрано світлові прилади та визначено їх кількість.

3. Встановлено, що для забезпечення нормованої освітленості приміщення на робочій поверхні 150 лк та коефіцієнта нерівномірності

освітлення не нижче 0,6 складського приміщення розміром 99 на 36 м та висотою 10,15 м необхідно використати 54 світильники типу ДСП37В потужністю 80 Вт та 12 світильників потужністю 100 Вт з кривою сили світла типу Л. Результати розрахунку показали, що використання такого набору світлових приладів створює середню освітленість на робочій поверхні 163 лк з коефіцієнтом рівномірності 0,621.

4. Здійснено розрахунок та вибір потужності світлових приладів для системи аварійного освітлення приміщень. Встановлено, що для забезпечення резервного освітлення приміщення складу найбільш оптимальною є система зі світильниками типу ДСП 07У потужністю 40 Вт.

5. На підставі отриманих кількостей та потужностей освітлювальних приладів для усіх приміщень встановлено, що сумарна потужність системи робочого освітлення становить 10,549 кВт, а системи аварійного освітлення – 3,065 кВт.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. На основі аналізу встановлено види, основні функції, призначення та вимоги до будівель транпортно-логістичних центрів. Встановлено, що по своїх характеристиках щодо конструктивно-планувальних рішень обєкт проектування відноситься до класу С складських приміщень.

2. Проаналізовано та охарактеризовано основні вимоги до систем освітлення приміщень складських будівель. Встановлено види та системи освітлення, які застосовуються для освітлення виробничих приміщень. Зокрема для освітлення приміщень складських будівель вимагається застосування систем робочого та аварійного загального освітлення.

3. Наведено вимоги, які застосовуються до джерел світла, світлових приладів, а також нормованих значень освітленості аварійного освітлення приміщень складських будівель.

4. Розглянуто та проаналізовано характеристики приміщень будівлі транспортно-логістичного центру. В ході аналізу визначено площі приміщень та їх висоти.

5. Здійснено вибір нормованих значень освітленості для приміщень будівлі, а також джерел світла та світлових приладів для застосування в системі освітлення приміщень будівлі. Встановлено висоту розміщення світлових приладів в приміщеннях, що разом із площею та висотою стали вихідними даними для світлотехнічного розрахунку.

6. Проведено моделювання та світлотехнічний розрахунок системи робочого освітлення приміщень транспортно-логістичного центру, в результаті якого вибрано світлові прилади та визначено їх кількість. Встановлено, що для забезпечення нормованої освітленості приміщення на робочій поверхні 150 лк та коефіцієнта нерівномірності освітлення не нижче 0,6 складського приміщення розміром 99 на 36 м та висотою 10,15 м необхідно використати 54 світильники типу ДСП37В потужністю 80 Вт та 12 світильників потужністю 100 Вт з кривою сили світла типу Л. Результати розрахунку показали, що

використання такого набору світлових приладів створює середню освітленість на робочій поверхні 163 лк з коефіцієнтом рівномірності 0,621.

7. Здійснено розрахунок та вибір потужності світлових приладів для системи аварійного освітлення приміщень. Встановлено, що для забезпечення резервного освітлення приміщення складу найбільш оптимальною є система зі світильниками типу ДСП 07У потужністю 40 Вт.

8. На підставі отриманих кількостей та потужностей освітлювальних приладів для усіх приміщень встановлено, що сумарна потужність системи робочого освітлення становить 10,549 кВт, а системи аварійного освітлення – 3,065 кВт.

9. На основі отриманих результатів світлотехнічного розрахунку запропоновано план електричної освітлювальну мережі для живлення світлових приладів освітлювальної системи будівлі транспортно-логістичного центру. В даній мережі живлення світильників приміщень будівлі здійснюється груповими лініями від 5 щитків робочого освітлення та 1 щитка аварійного освітлення.

10. Для отриманої мережі проведено розрахунок робочих струмів навантажень, на підставі результатів якого вибрано тип кабелю та його переріз, а також апарати захисту груп освітлювальної мережі. Крім того виконано перевірочний розрахунок електричної мережі по втраті напруги. Встановлено, що втрата напруги мережі при площі поперечного перерізу кабелів 1,5 мм^2 становить менше, ніж 2,4 %.

11. Розроблено заходи з охорони праці та безпеки надзвичайних ситуаціях в ході яких проведено аналіз технічних заходів на логістичних підприємствах щодо попередження електротравм, розглянуто оцінку ефективності заходів із забезпечення охорони праці, наведено основні шляхи попередження надзвичайних ситуацій на підприємстві.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Аналіз технічних заходів щодо попередження електротравм

Поява напруги на неструмовідних частинах електроустановок пов'язана з пошкодженням ізоляції і замиканням на корпус. Основними технічними заходами щодо попередження електротравм при замиканнях на корпус є захисне заземлення, занулення, захисне відключення.

Захисне заземлення. Відповідно до ГОСТ 12.1.009-76 „Электробезопасность. Термины и определения”, захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих неструмовідних частин електроустановок, які можуть опинитись під напругою.

Захисному заземленню підлягають:

- електроустановки напругою 380 В і більше змінного струму і 440 В і більше постійного струму незалежно від категорії приміщень (умов) щодо небезпеки електротравм;

- електроустановки напругою більше 42 В змінного струму і більше 110 В постійного струму в приміщеннях з підвищеною і особливою небезпекою електротравм, а також електроустановки поза приміщеннями;

- всі електроустановки, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах (з метою попередження вибухів).

Принципова схема функціонування захисного заземлення наведена на рис. 4.1.

Відповідно до зазначеного заземлюються:

- неструмовідні частини електричних машин, апаратів, трансформаторів;

- каркаси розподільчих щитів, шаф, щитів управління, а також їх знімні частини і частини, що відкриваються, якщо на них встановлено

електрообладнання напругою більше 42 В змінного і більш 110 В постійного струму.

- металеві конструкції розподільчих пристроїв, металеві кабельні коробки й інші кабельні конструкції, металеві кабельні муфти, металеві гнучкі рукави і труби електропроводки, електричні світильники;
- металоконструкції виробничого обладнання, на якому є споживачі електроенергії;
- опори повітряних ліній електропередач.

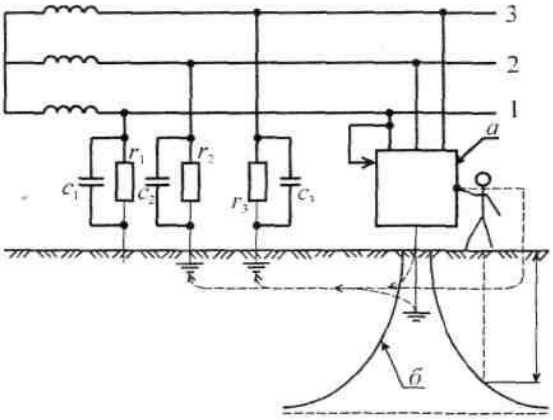


Рисунок 4.1 – Принципова схема функціонування захисного заземлення: а – електроустановка; б – розподіл потенціалів на поверхні землі в зоні розтікання струму.

З а н у л е н н я . Відповідно до ГОСТ 12.1.009-76 „Электробезопасность. Термины и определения”, занулення в загальному розумінні – це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмовідних частин, які можуть опинитись під напругою в результаті пошкодження ізоляції.

Занулення в електроустановках – це навмисне з'єднання елементів електроустановки, які не знаходяться під напругою, з глухо-заземленою нейтраллю генератора чи трансформатора в мережах трифазного струму, з глухозаземленим вводом джерела однофазного струму, з глухозаземленою середньою точкою джерела в мере жах постійного струму.

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

4.2. Оцінка ефективності заходів забезпечення охорони праці та техніки безпеки на робочих місцях

Економічне значення охорони праці та техніки безпеки оцінюється за результатами, отриманими при зміні соціальних показників шляхом впровадження заходів з покращення умов праці: підвищення продуктивності праці; зниження непродуктивних витрат часу і праці; збільшення фонду робочого часу; зниження витрат, пов'язаних з плинністю кадрів через умови праці, тощо. Збільшення фонду робочого часу і ефективність використання обладнання досягається шляхом зниження простоїв протягом зміни внаслідок погіршення самопочуття через умови праці та мікротравми. При комплексній дії на людину декількох шкідливих виробничих чинників простої на робочому місці можуть досягати 20...40% за зміну через виробничий травматизм та погане самопочуття. Зростання непродуктивних витрат часу, а значить, і праці, обумовлюється також поганою організацією робочих місць: без урахування органометричних вимог виникає необхідність виконання зайвих рухів та докладання додаткових фізичних зусиль через незручне положення, невдале розташування органів управління обладнанням і невдале конструктивне оформлення робочих місць. В результаті поліпшення умов праці нормалізується психологічний клімат в трудовому колективі, підвищується налагодженість в роботі, зростає продуктивність праці. Збільшення фонду робочого часу досягається скороченням цілодобових втрат на виробничий травматизм та неявки на роботу. Шкідливі умови праці суттєво впливають не

тільки на виникнення професійних захворювань, а й на виникнення і тривалість загальних захворювань.

Ефективність заходів щодо поліпшення умов і охорони праці оцінюється, в першу чергу, за показниками соціальної ефективності, які передбачають створення умов праці, що відповідають санітарним нормам і вимогам правил безпеки. Покращення умов і охорони праці призводить до зменшення кількості виробничих травм, загальної і професійної захворюваності; до скорочення чисельності працівників, що працюють в умовах, які не відповідають санітарно-гігієнічним нормам; зменшення кількості випадків виходу на пенсію за інвалідністю внаслідок травматизму чи професійної захворюваності; скорочення плинності кадрів через незадовільні умови праці тощо.

Для оцінки соціальної ефективності заходів з удосконалення умов та охорони праці використовуються такі показники:

- скорочення кількості робочих місць, що не відповідають вимогам нормативних актів щодо безпеки праці;
- скорочення чисельності працівників, які працюють в умовах, що не відповідають санітарним нормам;
- збільшення кількості машин, механізмів та виробничих приміщень, приведених до вимог норм охорони праці;
- зменшення коефіцієнта частоти травматизму;
- зменшення коефіцієнта тяжкості травматизму;
- зменшення коефіцієнта частоти професійних захворювань через несприятливі умови праці;
- зменшення коефіцієнта тяжкості захворювання;
- зменшення кількості випадків виходу на пенсію за інвалідністю внаслідок травматизму чи професійного захворювання;
- скорочення плинності кадрів через несприятливі умови праці.

Показники соціальної і соціально-економічної ефективності використовуються для визначення фактичного рівня питомих витрат, необхідних для зменшення кількості працюючих у незадовільних умовах,

зниження рівня травматизму, захворюваності, плинності кадрів на різних підприємствах та в економіці в цілому.

4.3. 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 витоку небезпечних хімічних речовин;

- запровадження систем автоматичного контролю і сигналізації про ймовірність витоку 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, аспірацій них, пило- і газоуловлюючих 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).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Логістичні центри. Транспортно-логістичні центри. Repository [Електронний ресурс] – [Цит. 2020, 01 грудня]. Режим доступу: http://k-tsl.com/nauchnye-napravlenija-kafedry-tsl/logistika/logisticheskie-centry.

2. Комарницький І.М. Попов С.В. Механізми формування логістичних центрів / І.М. Комарницький, Н.С. Притуляк, І.В. Когут // Polytechnic National University Institutional Repository [Електронний ресурс] – [Цит. 2020, 01 грудня]. Режим доступу: http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/35026/1/34_190-196.pdf.

3. Крикавський Є. Логістика. Основи теорії: Підручник. – Львів, 2004

4. Миротин Л.Б. Тишбаев И.Э. Системный анализ в логистике: Учебник. – М.: Экзамен, 2002

5. Проектирование логистических центров [Електронний ресурс] – [Цит. 2020, 04 грудня]. Режим доступу: http://www.ovikv.ruB2.htm

6. ДБН В.2.2-ХХ:20ХХ (проект, перша редакція). Складські будівлі [Електронний ресурс] – [Цит. 2020, 13 грудня]. Режим доступу: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/11/DBN-V.2.2-XX_20HH-Skladski-budivli-persha-redaktsiya.pdf.

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

8. ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення

9. ПУЕ: 2017. Правила улаштування електроустановок.

10. Освітлення. [Електронний ресурс] – [Цит. 2020, 13 грудня]. Режим доступу: https://stud.com.ua/33719/bzhd/osvitlennya

11. Перетятко П.О. Світлотехнічний розрахунок системи аварійного освітлення // П.О. Перетятко, Є.В. Михалець, Р.В. Маїло, Я.М. Осадца. – Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 25 – 26 листоп. 2020.). Том II /

М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2019. – С. 125.

12. Соловей О.І. Вибір оптимального джерела світла для технологічного освітлення пташника / О.І. Соловей, А.В. Чернявський, Ю.О. Грищук // Світлотехніка та електроенргетика. – 2014. – № 2. – С. 28-32.

13. Переваги та недоліки світлодіодних ламп. [Електронний ресурс] – [Цит. 2020, 14 грудня]. Режим доступу: https://www.oporaua.org/articles/7456-perevagy-ta-nedoliky-svitlodiodnyh-lamp

14. Критерии выбора источника света. [Електронний ресурс] – [Цит. 2020, 14 грудня]. – Режим доступу до журн.: http://start-service.net/content/9-kriterii-vybora-istochnika-sveta

15. КАТАЛОГ LED ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ 2020, КОРПОРАЦІЯ ВАТРА. [Електронний ресурс] – [Цит. 2020, 10 грудня]. Режим доступу: http://vatra.ua/download/VATRA-2020-UKR_MAX-LED-catalog_(lighting).pdf

16. Дипломне проектування зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Методичні рекомендації Частина 3 «Проектування електричного освітлення» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» / Р.В.Кушлик, Р.Р.Кушлик – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – 55с.

17. Кнорринг Г. М. Осветительные установки. - Л.: Энергоиздат. Ленингр. Отд-ние, 1981. – 2888 с., ил.

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

19. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

20. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание 7 [Електронний ресурс] – [Цит. 2020, 29 листопада]. Режим доступу: https://www.elec.ru/library/direction/pue/razdel-1-3-3.html.

21. ВИБІР ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ ЗАХИСТУ В МЕРЕЖАХ ДО 1000 В Навчально - методичний посібник до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни “Електричні апарати” (для студентів 3 - 4 курсів денної та заочної форм навчання спеціальності 6.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання"). Укл.: В.М.Буряк, Н.А. Дейнеко. - Харків: ХНАМГ, 2007. – 62 с.

22. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание 7 [Електронний ресурс] – [Цит. 2020, 29 листопада]. Режим доступу: https://www.elec.ru/library/direction/pue/razdel-1-3-3.html.

23. Модульное оборудование. Каталог [Електронний ресурс] – [Цит. 2020, 30 листопада]. Режим доступу: https://www.acko.ua/upload/iblock/440/MODUL_OBORUD.pdf

24. Назаренко Л.А. Світлотехнічні розрахунки: навч. посібник / Л.А. Назаренко, Т.В. Можаровська, В.С. Чернець; Харків. Нац.. ун-т міськ. Госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. – 142 с.

25. The IESNA LIGHTING HANDBOOK, Ninth Edition. Copyright © 2000 by the Illuminating Engineering Society of North America.

26. Світлотехнічні установки та системи: конспект лекцій для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання спеціальності 6.090.600 «Світлотехніка та джерела світла» Н.О. Ільїна, Ю.О.Васильєва – Харків: ХНАМГ, 2006.- 104с.

27. Гончаров А.Д. Универсальный метод расчета коэффициента использования светового потока // А.Д. Гончаров, В.И. Туев. / Доклады ТУСУРа, том 20 – № 2, – 2017 – С. 55 – 60.

28. Пионкевич В.А. Анализ эффективности применения комплекса для расчета освещенности производственных помещений потока // В.А. Пионкевич / Вестник Иркутского государственного технического университета, том 21 – № 11, – 2017 – С. 114 – 122.