

Л. Б. Терешкевич, О. В. Бабенко

ОСВІТЛЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СПОРУД ТА ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Л. Б. Терешкевич, О. В. Бабенко

ОСВІТЛЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СПОРУД ТА ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Навчальний посібник

*Електронне видання
комбінованого (локального та мережного) використання*

Вінниця
ВНТУ
2022

УДК 628.9(075.8)

Т35

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 6 від 27.01.2022 р.)

Рецензенти:

М. Й. Бурбело, доктор технічних наук, професор

В. М. Кутін, доктор технічних наук, професор

І. О. Бандура, кандидат технічних наук, доцент

Ю. В. Булига, кандидат технічних наук, доцент

Терешкевич, Л. Б.

Т35 Освітлення промислових споруд та житлових будинків : навчальний посібник [Електронний ресурс] / Л. Б. Терешкевич, О. В. Бабенко. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – 123 с.

У навчальному посібнику наведено загальну послідовність розробки системи електричного освітлення промислових та цивільних споруд, викладено інформацію про системи освітлення, джерела світла, світильники, на підставі якої приймаються рішення щодо їх вибору. Розглянуто суть найбільш поширених на практиці розробки систем електричного освітлення методів світлотехнічних розрахунків та розрахунків освітлювальних мереж. Наведено приклади таких розрахунків та необхідну довідкову інформацію.

Навчальний посібник рекомендовано для студентів, що навчаються за спеціальністю «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». при виконанні курсової роботи з дисципліни «Освітлення промислових споруд та житлових будинків»

УДК 628.9(075.8)

© ВНТУ, 2022

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
1 ЗАГАЛЬНА СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	7
2 ВИХІДНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ОСВІТЛЕННЯ	8
2.1 Обґрунтування рівня освітленості.....	8
2.2 Вибір параметрів системи освітлення.....	8
2.3 Вибір системи освітлення.....	8
2.4 Вибір джерел світла	9
2.5 Вибір світильників	10
2.5.1 Умовні позначення світильників	10
2.5.2 Врахування умов навколишнього середовища під час вибору світильників	11
2.5.3 Класифікація вибухонебезпечних зон	12
2.5.4 Класифікація пожежонебезпечних зон	13
2.5.5 Кліматичне виконання.....	13
2.5.6 Категорія розміщення виробу	13
2.5.7 Криві сили світла та класи світлорозподілу	14
2.6 Характеристики світильників	14
2.6.1 Світильники вибухозахищені	14
2.6.2 Світильники для промислових приміщень.....	16
2.6.3 Світильники зовнішнього освітлення	18
2.6.4 Світильники для адміністративно-громадських приміщень ...	19
2.7 Розташування світильників	19
3 РОЗРОБКА СВІЛОТЕХНІЧНОЇ ЧАСТИНИ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ	21
3.1 Метод коефіцієнта використання світлового потоку	21
3.2 Метод питомої потужності.....	26
3.3 Точковий метод розрахунку освітлення	26
4 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ ЧАСТИНИ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ	41
4.1 Вимоги до виконання і захисту освітлювальних мереж	41
4.2 Системи заземлення освітлювальних мереж.....	44

4.3 Вибір провідників освітлювальної мережі за допустимим нагрівом	45
4.4 Перевірка освітлювальної мережі на допустиму втрату напруги..	51
4.5 Вибір щитів освітлення	58
УКРАЇНСЬКО-АНГЛІЙСЬКИЙ СЛОВНИК НАЙБІЛЬШ ВЖИВАНИХ ТЕРМІНІВ	64
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	65
Додаток А Зразок титульної сторінки.....	67
Додаток Б Індивідуальне завдання.....	68
Додаток В Технічне завдання	69
Додаток Г Характеристики джерел світла.....	71
Додаток Д Характеристики вибухозахищених світильників	73
Додаток Е Характеристики світильників для промислових приміщень з нормальним та важким навколишнім середовищем	82
Додаток Ж Характеристики світильників зовнішнього освітлення	89
Додаток И Характеристики світильників для адміністративно- громадських приміщень	91
Додаток К Значення коефіцієнтів запасу.....	93
Додаток Л Коефіцієнти відбиття матеріалів	94
Додаток М Нормування освітленості.....	95
Додаток Н Значення сили світла для деяких світильників.....	101
Додаток П Коефіцієнти використання світлового потоку.....	102
Додаток Р Криві рівної освітленості світильників	107
Додаток С Таблиці питомих потужностей для розрахунку загального освітлення	110
Додаток Т Плани систем освітлення виробничих приміщень ...	112
Додаток У Параметри автоматичних вимикачів марки АВВ.....	118
Додаток Ф Питомі опори проводів з алюмінієвими жилами	119
Додаток Х Допустимий тривалий струм для проводів і кабелів	120
Додаток Ц Принципова схема живильної мережі	122

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ЕОУ – електроосвітлювальна установка
ЛР – лампа розжарювання
ЛЛ – люмінесцентна лампа
LED-лампа – світлодіодна лампа
ГЛ – газорозрядна лампа
ТП – трансформаторна підстанція
ЦРП – центральний розподільний пристрій
КСС – крива сили світла

ВСТУП

Мета викладання навчальної дисципліни «Освітлення промислових споруд та житлових будинків» полягає у формуванні знань з теорії світлового випромінювання та конструкції джерел світла і освітлювальних приладів, набуття практичних навичок з розробки освітлювальних систем, їх монтажу та експлуатації.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Освітлення промислових споруд та житлових будинків» є:

- набуття студентами навичок у розробці систем освітлення;
- формування у студентів бази знань з особливостей будови і функціонування світлотехнічних пристроїв та інших елементів системи освітлення.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти мають:

– *знати:*

фізичні явища, які відбуваються в системах освітлення, методи розрахунку зовнішнього та внутрішнього освітлення промислових споруд і житлових будинків, особливості конструкції, монтажу і експлуатації елементів системи освітлення;

– *вміти:*

давати обґрунтовані рекомендації щодо застосування тих чи інших систем освітлення на заданому об'єкті; знаходити і використовувати інформаційні джерела для вибору оптимальних джерел світла, освітлювальних пристроїв та установок; проводити розрахунок і вибір параметрів елементів системи освітлення, які характеризуються високими техніко-економічними показниками і забезпечують комфортну та безпечну для здоров'я діяльність людини.

На закріплення знань студентів з вказаної дисципліни спрямована курсова робота, яка полягає на розробці системи освітлення конкретного (заданого викладачем) об'єкта.

1 ЗАГАЛЬНА СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ

Із багаторічної практики виконання курсових робіт з дисципліни «Освітлення промислових споруд та житлових будинків» рекомендується сформулювати її з трьох розділів, в яких *необхідно розв'язати такі задачі.*

1.1 Вихідні технічні рішення для розрахунку освітлення

- Характеристики приміщення і умов виробничого процесу.
- Вибір системи освітлення.
- Вибір джерела світла.
- Вибір та розташування світильників.

1.2 Розрахунок світлотехнічної частини системи освітлення

- Розрахунок системи освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку.
- Розрахунок системи освітлення точковим методом.

1.3 Розробка електротехнічної частини системи освітлення

- Складання схеми освітлювальної мережі.
- Вибір провідників освітлювальної мережі та апаратів захисту.

Вимоги до оформлення курсової роботи подано в [1].

Потрібно відмітити, що на титульній сторінці (дод. А) роботи необхідно зазначити тему курсової роботи, яка має починатися словами: «Розрахунок системи освітлення...», а далі *назва підприємства або його виробничого підрозділу.* Приклад індивідуального завдання наведено в додатку Б.

Першим аркушем додатків для курсової роботи має бути технічне завдання, оформлене за формою, що наведена у додатку В.

Пояснювальна записка виконується відповідно до ДСТУ 3008:2015.

В наступних розділах навчального посібника наведено теоретичну інформацію, необхідний довідковий матеріал та пояснення до написання кожного розділу курсової роботи.

2 ВИХІДНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ОСВІТЛЕННЯ

Для виконання розрахунків освітлення необхідно попередньо:

- оцінити приміщення та умови експлуатації системи освітлення;
- визначити систему (системи) освітлення для даного приміщення;
- обґрунтувати рівні освітленості, що необхідно забезпечити;
- вибрати типи джерел світла, якими доцільно забезпечити необхідну освітленість;
- вибрати освітлювальні прилади (світильники або в деяких випадках прожектора) для системи освітлення, що розробляється;
- здійснити розташування світильників, що забезпечує необхідне (наприклад, рівномірне) освітлення.

2.1 Обґрунтування рівня освітленості

Розроблена система робочого освітлення має забезпечувати нормовану освітленість. Нормована освітленість визначається з ДБН В.2.5-28-2018 [2].

Всі роботи, виконані в промислових приміщеннях, за точністю розділені на шість розрядів залежно від розміру об'єкта розпізнання за умови, що відстань від об'єкта до ока не перевищує 0,5 м.

Аварійне освітлення має створювати на розрахунковій поверхні освітленість, що становить 5 % від нормованої для загального освітлення. Світильники аварійного освітлення переважно виділяються з числа світильників робочого освітлення.

2.2 Вибір параметрів системи освітлення

Серед параметрів системи освітлення, які необхідно вибрати є:

- вид системи освітлення;
- вид джерел світла і їх потужність;
- тип світильників і їх виконання відповідно до умов експлуатації;
- розташування світильників на об'єкті.

2.3 Вибір системи освітлення

У практиці проектування електричного освітлення промислових споруд застосовують дві системи робочого освітлення [3]:

- систему загального освітлення, призначену для освітлення робочих поверхонь усього приміщення загалом;
- систему комбінованого освітлення, що складається з загального освітлення приміщення і місцевого освітлення робочих поверхонь.

У системі загального освітлення розрізняють:

- загальне рівномірне освітлення від світильників, рівномірно розташованих у кожному ряду за однакової відстані між рядами;
- загальне локалізоване освітлення, виконане з урахуванням розподілу робочих місць і технологічного устаткування.

В деяких випадках виникає потреба в аварійному освітленні, яке призначене для продовження виробництва або для евакуації людей.

2.4 Вибір джерел світла

Основні джерела світла, застосовувані для освітлення промислових помешкань – лампи розжарювання, люмінесцентні лампи, лампи ДРЛ та LED-лампи [4].

Лампи розжарювання останнім часом майже не застосовуються для освітлення промислових приміщень і повсюди витиснуті більш ефективними газорозрядними джерелами світла. Їх використання може бути доцільним лише для приміщень із невеликою (до 500 год.) тривалістю використання освітлювального навантаження.

Недолік цих ламп – мала світлова віддача (7-18 лм/Вт) за великої яскравості нитки розжарювання, низький ККД – 10÷13 %. Термін служби ламп становить 800... 1000 год. Лампи випромінюють безперервний спектр, який відрізняється від спектру природного денного світла перевагою жовтих і червоних променів, що спотворює сприйняття людиною кольорів навколишніх предметів [5].

Нині в багатьох випадках широко використовуються газорозрядні джерела світла.

Люмінесцентні лампи використовуються переважно для місцевого та загального освітлення промислових підприємств, громадських і житлових приміщень. В умовах зовнішнього освітлення та освітлення неопалювальних приміщень запалювання цих ламп не гарантовано.

Люмінесцентні лампи забезпечують світлову віддачу від 30-50 лм/Вт [6-7]. Вони мають досить великий термін роботи (до 12000 годин), суцільний спектр випромінювання, переважно, у видимій області спектра і невисоку сталість світлового потоку протягом усього терміну експлуатації.

Лампи типу ДРЛ задовільно працюють за низьких температур навколишнього середовища і застосовуються: для загального освітлення, поза виробничими приміщеннями, на територіях промислових підприємств, відкритих складів, а також вулиць і площ міст; у виробничих приміщеннях із виконанням робіт VI, VIII і IX розрядів; у виробничих приміщеннях із високими стелями, де не висувають особливі вимоги до передачі кольору; під час робіт, пов'язаних із періодичним спостереженням за устаткуванням або механізованим технологічним процесом; у прожекторному освітленні (крім охоронного освітлення) [4]. Вони не можуть бути використаними в системах аварійного освітлення, оскільки час їх повторного запалювання значно зростає.

Лампи ДРЛ забезпечують світлову віддачу до 60 лм/Вт та мають великий термін служби.

Однією з самих ефективних груп джерел видимого випромінювання є натрієві лампи [5]. Вони мають високу (до 150 лм/вт) світлову віддачу і незначне зниження світлового потоку за тривалого терміну роботи. За робочим тиском натрію виділяють два типи натрієвих ламп – високого та низького тиску (НЛВТ і НЛНТ). Лампи НЛВТ випромінюють світло, що дозволяє розрізняти колір практично у всьому діапазоні спектра, за винятком короткохвильового.

Основною перевагою газорозрядних ламп перед лампами розжарювання є велика світлова віддача 40... 200 лм/Вт. Вони мають значно більший термін служби. У деяких типів ламп він досягає 8...24 тис. год. Від газорозрядних ламп можна одержати світловий потік бажаного спектра, підбираючи відповідним чином інертні гази, пари металів, люмінофори.

Основним недоліком газорозрядних ламп є пульсація світлового потоку, що може призвести до появи стробоскопічного ефекту, що полягає в спотворенні зорового сприйняття.

Світловипромінювальні діоди (світлодіоди) мають багато переваг порівняно з іншими джерелами світла і набули широкого використання в багатьох випадках [5, 6].

Світловіддача сучасних світлодіодів сягає більше 100 лм/Вт. Виробники світлодіодів декларують термін служби до 100 тисяч годин, або 11 років безперервної роботи, – термін, порівнянний з життєвим циклом багатьох освітлювальних установок. Відсутність скляної колби значно підвищує їх механічну міцність і надійність.

Мале тепловиділення і низька живильна напруга гарантують високий рівень безпеки, а безінерційність робить світлодіоди незамінними, коли потрібна висока швидкодія.

В додатку Г наведено характеристики джерел світла, які найчастіше застосовуються для проектування систем освітлення.

2.5 Вибір світильників

Світильники вибирають, виходячи зі світлотехнічних, економічних і естетичних вимог, а також з урахуванням умов навколишнього середовища [3, 5, 8, 9].

2.5.1 Умовні позначення світильників

Умовні позначення світильників виконуються за ГОСТ 17677-82 відповідно до такої структури:

X	X	X	X	X	X	X	X
1	2	3	4	5	6	7	8

- 1 – буква, яка позначає джерело світла (Н – розжарювання загального призначення; Л – пряма трубчаста люмінесцентна; Ф – фігурна люмінесцентна; Р – ртутна типу ДРЛ; Г – ртутна типу ДРИ, ДРИШ; Ж – натрієва типу ДНаТ; К – ксенонова трубчаста);
- 2 – буква, яка позначає спосіб встановлення світильників (С – підвісний; П – стельовий; В – вбудовуваний; Д – прилаштовуваний; Б – настінний; Н – настільний; Т – ставиться на підлогу (торшер); К – консольний торцевий; Р – ручний; Г – головний);
- 3 – буква, яка позначає основне призначення світильника (П – для промислових і виробничих приміщень та будівель; О – для громадських приміщень; Б – для побутових приміщень; У – для зовнішнього освітлення; Р – для рудників і шахт; Т – для кінематографічних і телевізійних студій);
- 4 – двозначне число (+буква) означає номер серії;
- 5 – цифра, яка позначає кількість ламп у світильнику;
- 6 – цифра, яка позначає потужність ламп, Вт;
- 7 – трізначне число, яке позначає номер модифікації;
- 8 – букви і цифри, які означають кліматичне виконання і категорію розміщення.

Примітка. Букви в умовному позначенні світильників, що стоять після номера серії, означають: «В» – світильник розроблений і виготовляється ОАО «Ватра»; «Ех» – світильник відповідає вимогам стандартів з вибухозахисту.

2.5.2 Врахування умов навколишнього середовища під час вибору світильників

Захист від проникнення в світильник сторонніх тіл, пилу та води

Система IP (International Protection – Міжнародний захист), класифікує світильники відповідно до наявного ступеня захисту від проникнення в них сторонніх тіл, пилу і води. Позначення ступеня захисту складається з букв IP і двох цифр відповідно до табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Захист світильників від впливу навколишнього середовища

Перша цифра (захист від твердих тіл і пилу)		Друга цифра (захист від води)	
1	2	3	4
0	Захисту немає	0	Захисту немає
1	Захист від твердих тіл розміром 50 мм	1	Захист від крапель води, що падають вертикально
2	Захист від твердих тіл розміром більше 12 мм	2	Захист від крапель води, що падають під кутом 15° до вертикалі

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
3	Захист від твердих тіл розміром більше 2,5 мм	3	Захист від дощу
4	Захист від твердих тіл розміром більше 1 мм	4	Захист від бризків води
5	Захист від пилу	5	Захист від струменів води
6	Повний захист від пилу	6	Захист від хвиль води
		7	Захист від занурення у воду
		8	Захист у разі тривалого занурення у воду

2.5.3 Класифікація вибухонебезпечних зон

Вибір світильників для освітлення вибухонебезпечних виробничих приміщень виконується відповідно до класифікації, яка пропонується в ПУЕ.

Виробництва, у яких можливе виникнення вибухонебезпечних сумішей газів, пилу чи волокон з повітрям, розділяють на вибухонебезпечні зони за класами.

ЗОНИ КЛАСУ В-I – зони, в яких виникнення вибухонебезпечних сумішей газів і випаровувань може мати місце за нормальних умов роботи (допускається встановлення світильників вибухонепроникних, спеціальних).

ЗОНИ КЛАСУ В-Ia – зони, в яких виникнення вибухонебезпечних сумішей газів і випаровувань може мати місце внаслідок аварій та несправностей (допускається встановлення світильників будь-яких вибухозахищених).

ЗОНИ КЛАСУ В-Iб – зони, які відрізняються однією з особливостей:

1. Горючі гази в цих зонах мають високу нижню концентраційну межу загорання (15 % і більше) та різкий запах за допустимих концентрацій (наприклад, аміак).

2. Приміщення, пов'язані з виникненням газоподібного вуглецю, не більше 5 % від вільного простору приміщення (допускається встановлення світильників пилонепроникних).

ЗОНИ КЛАСУ В-Iг – простори зовнішніх установок, наземних і підземних резервуарів з легкозаймистими рідинами чи горючими газами або простори біля прорізів за зовнішніми огороженнями приміщень із зонами класів В-I, В-Ia, В-II (допускається встановлення світильників будь-яких вибухозахищених у вибухонебезпечній зоні, пилонепроникних поза вибухонебезпечною зоною).

ЗОНИ КЛАСУ В-II – зони, розташовані в приміщеннях, де виділяються пил, який горить, і волокна, що переходять в зважений стан, та які здатні утворити з повітрям вибухонебезпечні суміші за нормальних умов роботи (допускається встановлення світильників будь-яких вибухозахищених).

ЗОНИ КЛАСУ В-Па – зони, в яких небезпечні стани, характерні для класу В-П, можливі тільки внаслідок аварій чи несправностей (допускається встановлення світильників пилонепроникних).

2.5.4 Класифікація пожежонебезпечних зон

Вибір світильників, з врахуванням пожежної безпеки, здійснюється відповідно до класифікації пожежонебезпечних зон.

П-I – зони, які знаходяться в приміщеннях, де рухаються гарячі рідини з температурою загорання більше 61 °С.

П-II – зони, які знаходяться в приміщеннях, де виділяється гарячий пил чи волокна з нижньою концентрованою межею загорання більше 65 г/м³ до об'єму повітря.

2.5.5 Кліматичне виконання

Світильники призначаються для експлуатації у відповідному макрокліматичному районі і виготовляються в різноманітних кліматичних виконаннях:

У – для макрокліматичних районів з помірним кліматом;

ХЛ – для макрокліматичних районів з холодним кліматом, використання їх за межами цього району економічно не вигідне;

УХЛ – для макрокліматичних районів з помірним і холодним кліматом;

Т – для макрокліматичних районів із сухим і вологим тропічним кліматом;

О – для будь-яких макрокліматичних районів суші, крім району з дуже холодним кліматом.

2.5.6 Категорія розміщення виробу

Світильники виготовляються за різноманітними категоріями, залежно від місця розміщення під час експлуатації. Встановлено п'ять категорій розміщення світильників:

1 – для експлуатації на відкритому просторі (де має місце вплив сукупності кліматичних факторів, характерних для цього макрокліматичного району);

2 – для роботи в приміщеннях, де коливання температури і вологості повітря несуттєво відрізняється від коливань на відкритому просторі (в палатках, кузовах, причепах, металевих приміщеннях без теплоізоляції);

3 – для експлуатації в закритих приміщеннях із природною вентиляцією без штучно регульованих кліматичних умов, де коливання температури, вологості повітря, а також вплив піску і пилу істотно менші, ніж на

відкритому повітрі (в металевих з теплоізоляцією, кам'яних, бетонних та дерев'яних приміщеннях);

4 – для експлуатації в приміщеннях із штучно регульованими кліматичними умовами (в закритих опалювальних чи охолоджуваних і вентиляльованих підземних приміщеннях);

5 – для експлуатації в приміщеннях з підвищеною вологістю (в неопалюваних і невентильованих підземних приміщеннях, зокрема в шахтах, а також в таких суднових, корабельних та інших приміщеннях, в яких можлива тривала вологість на стінах і стелі).

2.5.7 Криві сили світла та класи світлорозподілу

Інформація про властивості світильників до розподілу світлового потоку в просторі в довідниках подається шляхом зазначення кривої сили світла, що їм характерна, та класом світлорозподілу. Крива сили світла – це залежність сили світла від напрямку простору, яка зображена в полярній системі координат. Стандарт виділяє такі характерні криві сили світла:

К – концентрована;

Г – глибока;

Д – косинусна;

Л – напівширока;

Ш – широка;

М – рівномірна;

С – синусна.

Клас світлорозподілу визначає співвідношення світлового потоку світильника, що випромінюється в верхніх та нижніх півсферах простору. Існують такі класи світлорозподілу:

П – прямого світла;

Н – непрямого світла;

Р – переважно розсіяного світла;

В – переважно відбиваного світла;

О – відбиваного світла.

2.6 Характеристики світильників

2.6.1 Світильники вибухозахищені

Зовнішній вигляд деяких вибухозахищених світильників з люмінісцентними лампами, лампами розжарення, ДРЛ та ДНаТ зображено на рис. 2.1.

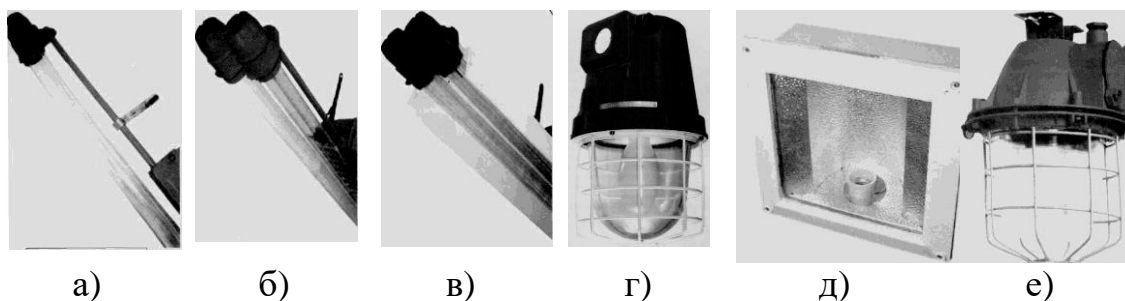


Рисунок 2.1 – Вибухозахищені світильники:

- а) ЛСП-03ВЕх-1×65-412; б) ЛСП-03ВЕх-2×65-412;
 в) ЛСП-03ВЕх-2×65-411; г) РСР-11ВЕх;
 д) РВП-14В; е) НСП-23-200

Серія світильників 03ВЕх

Типи світильників: ЛСП-03ВЕх-1х65(80); ЛСП-03ВЕх-2х65(80).

Призначення: для загального освітлення вибухонебезпечних ділянок промислових приміщень (нафтопереробної, деревопереробної, хімічної та інших галузей виробництва).

Складові частини: деталі корпусу з алюмінієвого сплаву, пластмас, сталі.

Технічні характеристики світильників наведені в додатку Д (табл. Д.1 та Д.2).

Серія світильників 11ВЕх: РСР, ГСП, ЖСП

Типи світильників: РСР-11ВЕх-125; РСР-11ВЕх-250; ГСП-11ВЕх-175; ЖСП-11ВЕх-100; ЖСП-11ВЕх-150.

Призначення: для загального освітлення вибухонебезпечних приміщень (нафтової, нафтохімічної, хімічної та інших галузей виробництва).

Складові частини: деталі корпусу з алюмінієвого сплаву; захисний ковпак, що пропускає світло, з термостійкого скла, захищений сіткою.

Технічні характеристики світильників цієї серії наведено в додатку Д (табл. Д.3 та Д.4).

Серія світильників 23: НСП

Тип світильника: НСП-23-200

Призначення: для загального освітлення вибухонебезпечних зон промислових приміщень і зовнішніх установок.

Складові частини: деталі корпусу з алюмінієвого сплаву; захисний ковпак, що пропускає світло, з термостійкого скла, захищений сіткою.

Технічні характеристики світильників цієї серії наведено в додатку Д (табл. Д.5 та Д.6).

Серія світильників 14 ВЕх: РВП, ЖВП, ГВП, РПП, ЖПП, ГПП

Типи світильників: ГВП-14ВЕх-250; ЖВП-14ВЕх-100; ЖВП-14ВЕх-150; РВП-14ВЕх-125; РВП-14ВЕх-250.

Призначення: для загального освітлення вибухонебезпечних зон промислових приміщень, автозаправочних станцій і зовнішніх установок під навісом.

Складові частини: деталі корпусу з листової сталі, що покриті порошковою краскою.

Технічні характеристики світильників цієї серії наведено в додатку Д (табл. Д.7 та Д.8).

2.6.2 Світильники для промислових приміщень

Зовнішній вигляд деяких світильників для промислових підприємств зображено на рис. 2.2.

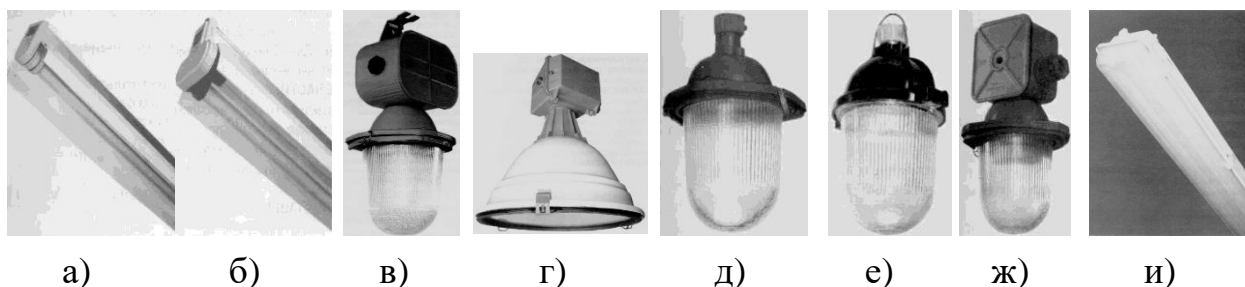


Рисунок 2.2 – Світильники для приміщень промислових підприємств:

а) ЛСП-02В-1х40; б) ЛСП-02В-2х40; в) ЖСП-02В-111; г) ЖСП-05В-122; д) НСП-11-100/200-214; е) НСП-11-100/200-414; ж) НСП-11-100/200-614; и) ЛПП-04В

Серія світильників 02В: ЛСП

Типи світильників: ЛСП-02В-1Х18(20); ЛСП-02В-1Х36(40); ЛСП-02В-1Х58(65); ЛСП-02В-2Х36(40); ЛСП-02В-2Х58(65).

Призначення: для загального освітлення приміщень промислового, адміністративно-громадського і сільськогосподарського призначення (адміністративно-побутових приміщень, підземних переходів вулиць і метро, допоміжних приміщень вокзалів і аеропортів, кухонь, хімчисток та інших приміщень зони В-Іб, В-Іа).

Складові частини: деталі корпусу з алюмінієвого профілю, захисна труба з оргскла; відбивач складається з двох сталевих профільних полос.

Технічні характеристики світильників наведено в додатку Е (табл. Е.1 та Е.2).

Серія світильників 02В: ЖСП, РСП

Типи світильників: ЖСП-02В-70; ЖСП-02В-100; ЖСП-02В-80; РСП-02В-80; РСП-02В-125.

Призначення: для загального освітлення промислових і сільськогосподарських приміщень.

Складові частини: деталі корпусу з сталевого прокату, світлопропускний ковпак – з силікатного скла.

Технічні характеристики деяких світильників цієї серії подано в додатку Е (табл. Е.3 та Е.4).

Серія світильників 07В: ГСП, ЖСП, РСП

Типи світильників: ГСП-07В-175; ЖСП-07В-150; РСП-07В-250.

Призначення: для загального освітлення промислових приміщень.

Складові частини: деталі корпусу з алюмінієвого сплаву і сталевого прокату, відбивач сталевий чи алюмінієвий, скло силікатне.

Технічні характеристики деяких світильників цієї серії подано в додатку Е (табл. Е.5 та Е.6).

Серія світильників 11: НСП

Типи світильників: НСП-11-100; НСП-11-200.

Призначення: для загального освітлення промислових і допоміжних приміщень.

Складові частини: деталі корпусу зі сталевого прокату чи фенопласту, світлопропускний захисний ковпак – із силікатного прозорого скла, захисна сітка – сталева чи пластмасова.

Технічні характеристики деяких світильників цієї групи наведено в додатку Е (табл. Е.7 та Е.8).

Серія світильників 04В: ЛПП

Типи світильників: ЛПП-04В-2х18(20), ЛПП-04В-2х36(40).

Призначення: Для загального освітлення промислових адміністративно-громадських приміщень з важкими умовами навколишнього середовища.

Складові частини: деталі корпусу з листової сталі, покриті порошковою краскою, розсіювач з оргскла чи полікарбонату.

Технічні характеристики світильників серії 04В наведено в додатку Е (табл. Е.9 та Е.10).

2.6.3 Світильники зовнішнього освітлення

Зовнішній вигляд деяких світильників зовнішнього освітлення зображено на рис. 2.3.

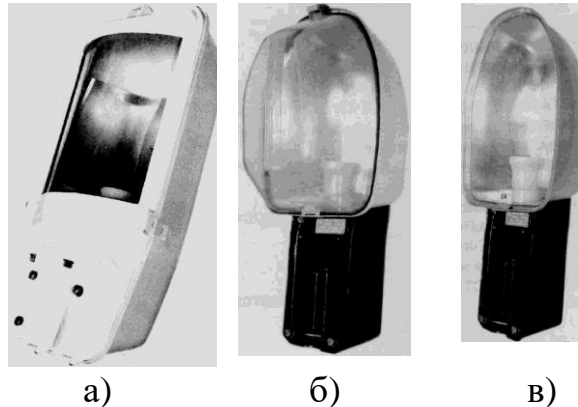


Рисунок 2.3 – Світильники зовнішнього освітлення:

а) ЖКУ-01В-250; б) РКУ-13-125-012; в) РКУ-13-125-002
Світильники серії 01В: РКУ, ЖКУ

Типи світильників: ЖКУ-01В-100; ЖКУ-01В-150; ЖКУ-01В-250; РКУ-01В-125; РКУ-01В-250.

Призначення: для освітлення вулиць та доріг, а також відкритих площадок.

Складові частини: кришка виготовлена з листової сталі, розсіювач виготовлено з вигнутого термостійкого скла, відбивач з високочистого алюмінію.

Технічні характеристики світильників серії 01В наведено в додатку Ж (табл. Ж.1 та Ж.2).

Світильники серії 13: РКУ ЖКУ

Типи світильників: ЖКУ-13-100; ЖКУ-13-150; РКУ-13-125.

Призначення: для освітлення вулиць.

Складові частини: деталі корпусу виготовлені з алюмінієвого сплаву, відбивач з електрополірованого алюмінію високої чистоти, з силікатним захисним покриттям. Пускорегулювальний апарат, компенсуючий конденсатор та імпульсний запалюючий пристрій вмонтовані в корпус.

Технічні характеристики світильників серії 13 наведені в додатку Ж (табл. Ж.3 та Ж.4).

2.6.4 Світильники для адміністративно-громадських приміщень

Зовнішній вигляд деяких світильників для адміністративно-громадських приміщень зображено на рис. 2.4.

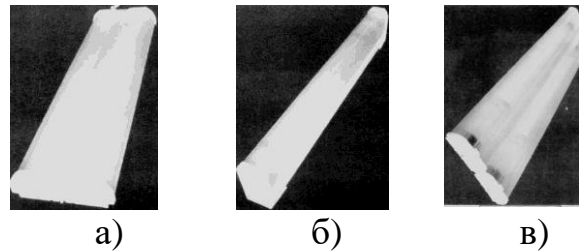


Рисунок 2.4 – Світильники серії СИРИУС:

а) СИРИУС-2, 21; б) СИРИУС-22, 23; в) СИРИУС-26, 27
Світильник серії СИРИУС: ЛПО; ЛСО

Типи світильників: ЛПО-06В-2х36(40); ЛПО-06В-2х18(20);
ЛПО-06В-1х36(40); ЛПО-06В-1х18(20); ЛПО-06В-4х36(40);
ЛПО-06В-4х18(20); ЛСО-06В-2х58(65); ЛСО-06В-2х58(65).

Призначення: для загального освітлення громадських приміщень.

Складові частини: основа світильника з листової сталі, покрита білою порошковою емаллю. Бокові кришки оригінальної конструкції виготовляються з білого пластику.

Технічні характеристики світильників серії СИРИУС наведено в додатку И (табл. И.1 та И.2).

2.7 Розташування світильників

За рівномірного розміщення світильників загального освітлення керуються положеннями:

- доступністю для їхнього обслуговування;
- формою кривої розподілу сили світла;
- відносною відстанню між світильниками або рядами люмінесцентних світильників;
- енергетичною економічністю.

Рівномірність освітлення впливає на економічність і визначається формою кривої сили світла і відносною відстані між світильниками (рядами) [10]

$$\lambda = \frac{L}{h}, \quad (2.1)$$

де h – розрахункова висота (висота між світильником і розрахунковою поверхнею).

У таблиці 2.1 наведено рекомендовані значення λ (λ_c і λ_e).

Значеннями λ_c користуються у випадках, коли збільшення λ не призводить до застосування ламп із збільшеною світловою віддачею; λ_e , – в інших випадках. Зменшення λ збільшує кошторис пристрою і обслуговування освітлення, а надмірне збільшення понад λ_e призводить до збільшення нерівномірності освітлення і до зростання витрат електроенергії.

Таблиця 2.1 – Рекомендовані значення λ для світильників з типовими кривими розподілу сили світла

Типова крива	λ_c	λ_e
Концентрована (К)	0,6	0,6
Глибока (Г)	0,9	1,0
Косинусна (Д)	1,4	1,6
Рівномірна (М)	2,0	2,6
Напівширока (Л)	1,6	1,8

Світильники з «точковими» джерелами світла розташовують по вершинах квадратних, прямокутних або трикутних полів. За прямокутних полів рекомендується брати $L_a / L_e \leq 1,5$.

Світильники з люмінесцентними лампами в приміщеннях для роботи рекомендують установлювати рядами, переважно паралельно довгій стороні приміщення або стіні з вікнами.

Відстань від крайніх світильників або рядів світильників до стіни беруть у межах $0,3 \dots 0,5 \cdot L$ залежно від наявності поблизу стін робочих місць.

Приклад 2.1. Визначити максимальну відстань між рядами люмінесцентних світильників з висотою підвісу світильників над розрахунковою поверхнею 4,6 м.

Оскільки для люмінесцентних світильників характерна косинусна крива сили світла і не передбачається можливість використання ламп із збільшеною світловою віддачею, то за табл. 2.1 визначаємо $\lambda_c = 1,4$. Тоді відстань між рядами світильників буде, відповідно до (2.1):

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 4,6 = 6,44 \text{ [м]}.$$

Відстань від крайніх світильників або рядів світильників до стіни беремо у межах

$$L_{cb-ct} = (0,3 \dots 0,5)L = 1,9 \dots 3,2 \text{ [м]}.$$

3 РОЗРОБКА СВІЛОТЕХНІЧНОЇ ЧАСТИНИ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ

Розробка системи освітлення потребує проведення світлотехнічного розрахунку. Внаслідок такого розрахунку визначається потужність джерел світла та кількість попередньо вибраних світильників. Практична реалізація отриманих результатів забезпечує нормоване значення освітленості.

На практиці розробки систем освітлення використовується ряд методів світлотехнічного розрахунку. Найбільш поширеними є [5,11]:

- метод коефіцієнта використання світлового потоку;
- точковий метод.

Зазначені методи базуються на різному теоретичному підґрунті але кінцева точність результатів розрахунку, які отримуються за цими методами, однакова.

Метод коефіцієнта використання світлового потоку має ряд модифікацій, однією з яких є метод питомої потужності.

3.1 Метод коефіцієнта використання світлового потоку

Метод коефіцієнта використання застосовується для розрахунку загального рівномірного освітлення світильниками будь-якого типу за відсутності затінювального обладнання.

Згідно з вказаним методом світловий потік лампи визначається за виразом [3,5]:

$$\Phi_{л} = \frac{ESKZ}{\eta n N}, \text{ лм N} = \frac{ESKZ}{\eta n \Phi_{л}} \quad (3.1)$$

де E – задана мінімальна освітленість, лк;

S – площа приміщення, м²;

K – коефіцієнт запасу, який враховує вплив пилу, диму та інших речовин, які знаходяться в повітрі, на якість освітлення і вибирається з таблиць довідників (дод. К);

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

N – кількість світильників, шт.;

n – кількість ламп в світильнику, шт.;

Z – коефіцієнт, що характеризує нерівномірність освітлення і дорівнює відношенню середньої освітленості до номінальної

$$Z = \frac{E_{сер}}{E_{мін}}$$

За значень $\lambda = \frac{L}{h}$, що не перевищують найвигідніших (рекомендованих в довідниках), значення Z можна брати так, як наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Приблизні значення коефіцієнта Z

Тип джерела світла	Z
Лампи розжарювання і ДРЛ	1,15
Ряди люмінесцентних ламп	1,1
Відбите освітлення	1

Значення η визначається за таблицями. Для його визначення необхідно знати коефіцієнт відбивання стелі, стін і розрахункової поверхні ($\rho_{стелі}$, $\rho_{стін}$, ρ_{pn}) (дод. Л) і розрахувати індекс приміщення:

$$i = \frac{S}{h_p(A + B)},$$

де A – довжина приміщення;

B – ширина приміщення;

h_p – розрахункова висота, яка визначається за формулою

$$h_p = H - (h_{pn} + h_c),$$

де H – висота цеху, м;

h_c – висота звісу світильника, м;

h_{pn} – висота робочої поверхні від підлоги, м.

Загальна встановлена потужність світильників робочого освітлення в ряду:

$$P_{вст.роб.р} = (N_p - N_{p.ав}) \cdot n \cdot P_l \cdot k_{ПРА}, \text{ (кВт)},$$

де P_l – потужність лампи, кВт;

N_p – кількість світильників в ряду, шт.;

$N_{p.ав}$ – кількість світильників аварійного освітлення в ряду, шт.;

$k_{ПРА}$ – коефіцієнт втрат в пускорегулювальній апаратурі,

$$k_{ПРА} = \frac{1}{\eta_{св}},$$

де $\eta_{св}$ – ККД світильника.

Загальна встановлена потужність світильників аварійного освітлення в ряду:

$$P_{вст.ав.р} = N_{p.ав} \cdot n \cdot P_l \cdot k_{ПРА}, \text{ (кВт)}.$$

Загальна установлена потужність усіх світильників робочого освітлення приміщення:

$$P_{вст.роб.} = P_{вст.роб.р.} \cdot N_{рядів}, \quad (\text{кВт}).$$

Загальна установлена потужність усіх світильників аварійного освітлення приміщення:

$$P_{вст.ав.} = P_{вст.ав.р.} \cdot N_{рядів}, \quad (\text{кВт}).$$

Алгоритм розрахунку

1. За розрядом зорової роботи визначають нормовану освітленість за рівномірного загального освітлення E (дод. М).
2. Для заданого приміщення, виходячи з його призначення, висоти й умов навколишнього середовища, вибирають тип світильника.
3. Виходячи з розмірів приміщення і керуючись вказівками щодо розміщення світильників, складають план розміщення світильників у приміщенні (кількість рядів і відстані між ними, кількість світильників у ряду).
4. Виходячи з характеру приміщення, задаються коефіцієнтами відбитка стелі, стін і розрахункової поверхні.
5. Виходячи з відносних розмірів приміщення, визначають індекс приміщення i .
6. За коефіцієнтами відбивання й індексу приміщення визначають коефіцієнт використання світлового потоку.
7. Залежно від типу джерел світла і їх розміщення задаються коефіцієнтами запасу K і нерівномірності освітлення Z .
8. За формулою (3.1) визначають світловий потік джерела світла Φ , за якого забезпечується найменше значення освітленості E .
9. За величиною Φ визначають потужність джерела світла.

Приклад 3.1. Розрахунок робочого і аварійного освітлення з люмінесцентними світильниками.

Визначити кількість люмінесцентних світильників у виробничому приміщенні для сортування деталей. Передбачити використання люмінесцентних ламп потужністю $P_{ном} = 40$ Вт. Розрахункова поверхня знаходиться на відстані 0,8 м від підлоги. Висота підвісу світильника – 0,1 м. Розміри приміщення $A \times B \times H = 60\text{м} \times 20\text{м} \times 5,5\text{м}$. Матеріали внутрішніх поверхонь приміщення: стеля – бетонна; стіни – блакитні, побілені; розрахункова поверхня – бетонна темна.

1. Визначення мінімальної нормованої освітленості.
В приміщенні виконується груба робота малої точності (сортування деталей), тому воно характеризується VI розрядом зорової роботи (ДБН В.2.5-28-2018 [2]) і мінімальною нормованою освітленістю $E_{мін} = 200$ лк.

2. Визначення розрахункової висоти:

$$h_p = 5,5 - (0,8 + 0,1) = 4,6 \text{ [м]}.$$

3. За таблицею Л.1 (дод. Л) вибираємо коефіцієнти відбивання поверхонь:

$$\rho_{стелі} = 50\% ; \rho_{стін} = 30\% ; \rho_{pn} = 10\% .$$

4. Визначення індексу приміщення

$$i = \frac{60 \cdot 20}{4,6 \cdot (60 + 20)} = 3,3.$$

5. Визначення коефіцієнта використання світлового потоку.

За знайденим індексом приміщення за таблицею П.3 додатка П вибираємо коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 56\%$.

6. Визначення коефіцієнта запасу та коефіцієнта нерівномірності.

Враховуючи тип світильників та умови середовища приміщення, задається коефіцієнт запасу $K = 1,5$ (додаток К, табл. К.1) і коефіцієнт нерівномірності освітлення для люмінесцентних ламп $Z = 1,1$.

7. Визначення загальної кількості світильників.

Визначається необхідна кількість світильників ПВЛМ за номінального світлового потоку люмінесцентних ламп потужністю 36 Вт і з номінальним світловим потоком $\Phi_l = 2300$ лм (по 2 лампи в світильнику):

$$N = \frac{ESKZ}{\eta n \Phi_l} = \frac{200 \cdot 60 \cdot 20 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{0,56 \cdot 2 \cdot 2300} = 154 \text{ [шт.]}$$

8. Визначення кількості рядів світильників та кількості світильників в ряду.

Світильники розташовуються в 4 ряди вздовж цеху по 39 світильників в ряду (всього 156 світильників). Такий розподіл світильників дозволяє забезпечити умови рівномірності світлового потоку в приміщенні. Це проілюстровано на рис. 3.1.

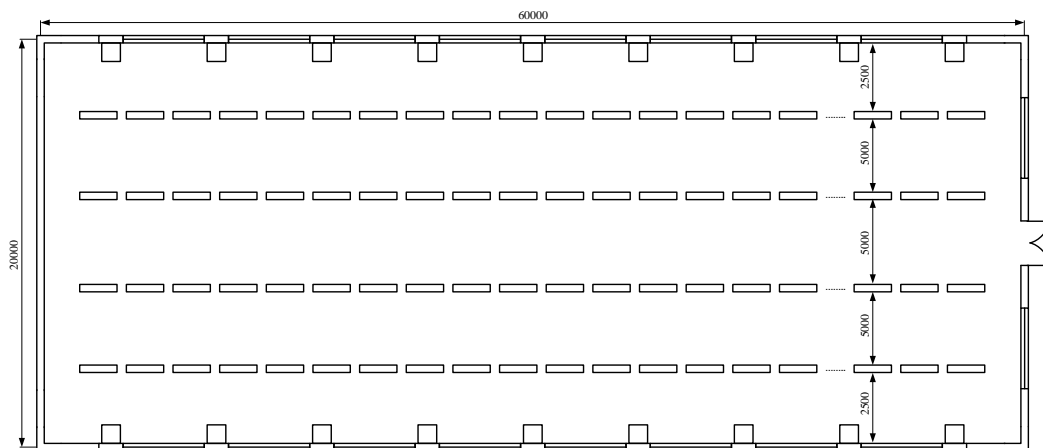


Рисунок 3.1 – Розташування світильників

Відстані між рядами світильників і між рядами та стінами не перевищують допустимих значень, необхідних для забезпечення рівномірності освітлення (розділ 2, приклад 2.1).

9. Розрахунок аварійного освітлення.

Норма освітленості, що забезпечується світильниками аварійної системи освітлення становить 5 % від нормованої освітленості для загального освітлення, тобто 10 лк.

Вибір світильників аварійного освітлення здійснюється аналогічно вибору світильників робочого освітлення. Як світильники для аварійного освітлення цеху вибираємо світильники ПВЛМ з люмінесцентними лампами потужністю 36 Вт.

Кількість світильників аварійної системи освітлення

$$N = \frac{ESKZ}{\eta n \Phi_l} = \frac{10 \cdot 60 \cdot 20 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{0,56 \cdot 2 \cdot 2300} \approx 8 \text{ [шт.]}$$

Кількість світильників в ряду дорівнює 2 шт.

10. Визначення коефіцієнта втрат в пускорегулювальній апаратурі.

$$k_{ПРА} = \frac{1}{\eta_{св}} = \frac{1}{0,85} = 1,18.$$

11. Загальна встановлена потужність світильників робочого освітлення в ряду:

$$P_{вст.роб.р} = (N_p - N_{р.ав}) \cdot n \cdot P_l \cdot k_{ПРА} = (39 - 2) \cdot 2 \cdot 0,036 \cdot 1,18 = 3,14 \text{ [кВт]}.$$

12. Загальна встановлена потужність світильників аварійного освітлення в ряду:

$$P_{вст.ав.р} = N_{р.ав} \cdot n \cdot P_l \cdot k_{ПРА} = 2 \cdot 2 \cdot 0,036 \cdot 1,18 = 0,17 \text{ [кВт]}.$$

13. Загальна встановлена потужність усіх світильників робочого освітлення приміщення:

$$P_{вст.роб.} = P_{вст.роб.р} \cdot N_{рядів} = 3,14 \cdot 4 = 12,56 \text{ [кВт]}.$$

14. Загальна встановлена потужність усіх світильників аварійного освітлення приміщення:

$$P_{вст.ав.} = P_{вст.ав.р} \cdot N_{рядів} = 0,17 \cdot 4 = 0,68 \text{ [кВт]}.$$

3.2 Метод питомої потужності

За цим методом кількість джерел світла певної потужності визначається за формулою [3,10]:

$$N = \frac{P_{\text{сум}}}{P_{\text{дж}}},$$

де $P_{\text{сум}}$ – потужність усіх джерел світла в приміщенні, що визначається за формулою:

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{пит}} \cdot S,$$

де $P_{\text{пит}}$ – значення питомої потужності, що вибирається з довідників, Вт/м²;
 S – площа приміщення;
 $P_{\text{дж}}$ – потужність джерела світла, Вт.

Вихідними даними для визначення питомої потужності є:

- тип світильника (форма кривої сили світла);
- потужність джерела світла;
- вид джерела світла;
- розрахункова висота джерела світла над робочою поверхнею;
- площа приміщення;
- нормована освітленість робочої поверхні;
- коефіцієнти відбиття стелі, стін і робочої поверхні.

3.3 Точковий метод розрахунку освітлення

Галузь застосування:

- для розрахунку загального рівномірного, загального локалізованого, місцевого освітлення приміщень;
- за наявності або відсутності затінь;
- за будь-якого розташування освітлюваних поверхонь;
- як правило, тільки за використання світильників прямого світла;
- для розрахунку зовнішнього освітлення на мінімальну освітленість.

Розрахунок освітленості від круглосиметричних точкових випромінювачів

Під круглосиметричними точковими випромінювачами розуміють світильники з лампами розжарювання і ДРЛ, розміри яких малі порівняно з відстанню до робочої поверхні, що мають симетричну відносно поздовжньої осі криву сили світла.

Ці світильники характеризуються просторовими ізолюксами умовної горизонтальної освітленості [10]. На рис. 3.2 показано приклад просторових ізолюксів умовної горизонтальної освітленості для світильників.

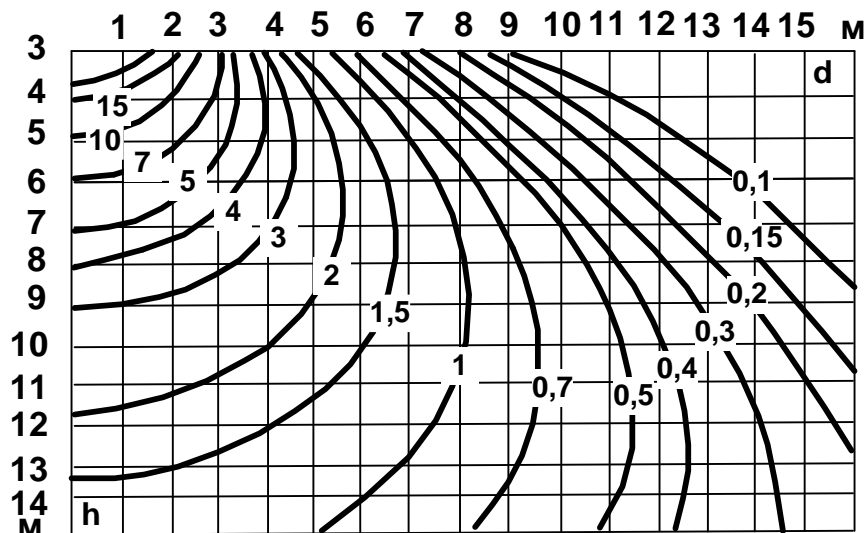


Рисунок 3.2 – Просторові ізолюкси умовної горизонтальної освітленості для світильників ГсРМ, ГРМ

За просторовими ізолюксами умовної горизонтальної освітленості у разі відомого розташування світильників для контрольних точок визначають значення умовної освітленості e від кожного «найближчого» світильника.

Під умовною освітленістю тут розуміють освітленість, утворювану умовним джерелом світла зі світловим потоком 1000 лм. За значеннями умовної освітленості для кожної контрольної точки визначають сумарну освітленість від «найближчих» світильників.

$$\sum e = e_1 + e_2 + \dots + e_n.$$

«Найближчими» світильниками вважають ті, що мають найменші відстані d від заданих точок і проєкції кожного «найближчого» світильника на розрахункову поверхню.

Найменше значення сумарної освітленості з усіх контрольних точок беруть за розрахункове і використовують для визначення світлового потоку й потужності джерела світла за заданого нормованого значення освітленості E_H , узятого з [2] відповідно до розряду виконуваних робіт у цьому приміщенні.

Якщо розміщення світильників невідомо, необхідно попередньо розмістити світильники відповідно до рекомендацій в розділі 2.

Контрольними точками будуть також ті, у яких освітленість явно менша, ніж в інших точках аналізованої поверхні. Обираючи контрольні точки, беруть до уваги наявність у цих місцях робочих місць; не варто

вишукувати точки абсолютного мінімуму освітленості біля стін або в кутках.

У разі розташування світильників рядами уздовж світлотехнічних містків, що найбільш часто зустрічається, крайню контрольну точку доцільно вибирати між рядами на такій відстані від торцевої стіни, що приблизно дорівнює розрахунковій висоті h .

Алгоритм розрахунку [5,10]

1. За відомим розташуванням світильників обмірюванням (розрахунком), за масштабним планом визначають відстань d .
2. За кривими умовної горизонтальної освітленості для обраного типу світильника визначають для кожної контрольної точки значення умовної освітленості e_n від кожного «найближчого» світильника і знаходять сумарну умовну освітленість $\sum e$ від усіх «найближчих» світильників для кожної із контрольних точок.
3. За найменшим значенням сумарної умовної освітленості визначають світловий потік джерела світла (лампи):

$$\Phi_{л} = \frac{1000 \cdot E_H \cdot K}{\mu \cdot \sum e},$$

де μ – коефіцієнт, що враховує дію віддалених світильників і відбиваної складової (беруть $\mu = 1,1 - 1,15$).

4. За отриманим світловим потоком вибирають найближчу стандартну лампу вибраного типу, світловий потік якої не має відрізнятися від розрахованого більш ніж на (-10...+20) %. Якщо неможливо вибрати лампу з зазначеним допуском, – коректують розміщення світильників.

Варто зауважити, що формулу (3.1) можна використовувати для визначення освітленості E при відомому світловому потоку лампи $\Phi_{л}$.

Розрахунок зручно виконувати в табличній формі.

Приклад 3.2. Розрахунок робочого і аварійного освітлення з точковими світильниками.

Визначити потужність ламп типу ДРЛ або натрієвих для точкових світильників РСП07 у механічному цеху. Розрахункова поверхня знаходиться на відстані 0,8 м від підлоги. Висота підвісу світильника – 1 м. Розміри приміщення $A \times B \times H = 60\text{м} \times 20\text{м} \times 11\text{м}$.

1. Визначення мінімальної нормованої освітленості.

В приміщенні виконується груба робота малої точності (сортування деталей), тому воно характеризується VI розрядом зорової роботи (ДБН В.2.5-28-2018 [2]) і мінімальною нормованою освітленістю $E_{\text{мін}} = 200\text{лк}$.

2. Визначення розрахункової висоти:

$$h_p = 11 - (0,8 + 1) = 9,2 \text{ [м]}.$$

3. На рис. 3.3 зображено план приміщення з відомим розташуванням світильників.

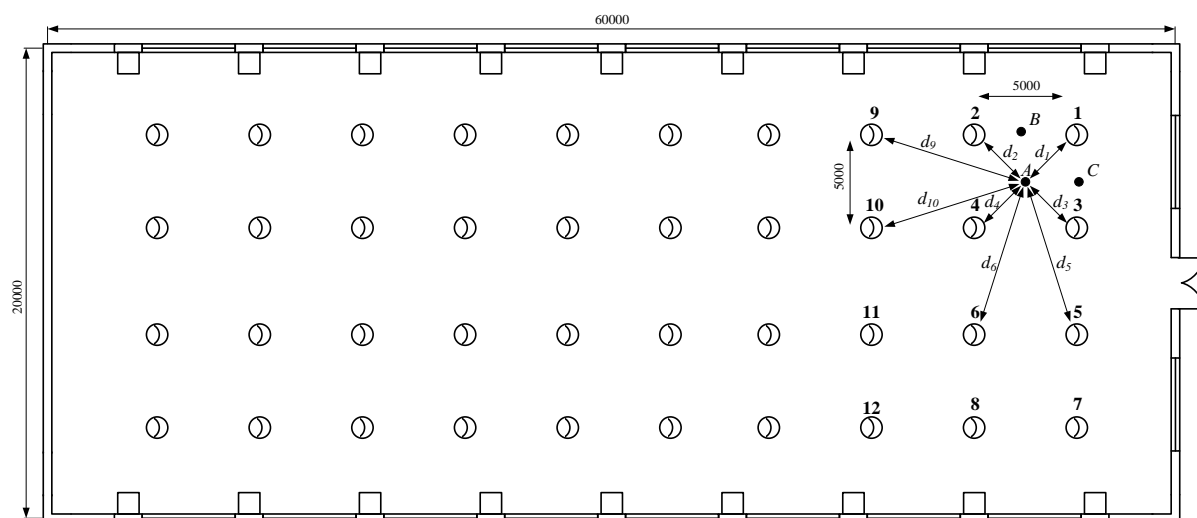


Рисунок 3.3 – План розташування світильників

4. За відомим розташуванням світильників за масштабним планом визначають відстані d для декількох точок (точки А, В, С), в яких прогнозується найменша освітленість. Відстані d розраховуються від тих найближчих світильників, від яких світловий потік в досліджуваних точках є таким, що ним не можна знехтувати під час розрахунків (не занадто малий). Розміри заносимо в табл. 3.1.

Наприклад, від світильників 1 – 4 відстань до точки А однакова, тому в таблиці в колонці n вказуємо, що кількість 4, а відстань розраховується за теоремою Піфагора

$$d_1 \dots d_4 = \sqrt{2,5^2 + 2,5^2} = 3,54 \text{ [м]}.$$

5. За кривими умовної горизонтальної освітленості для світильника типу РСП08 (дод. Р, рис. Р.1) визначаємо для кожної контрольної точки значення умовної освітленості e від кожного найближчого світильника і знаходимо сумарну умовну освітленість $\sum e$.

Наприклад, для точки А від світильників 1 – 4 умовна освітленість

$$e_{A(1-4)} = f(h, d) = f(9,2; 3,54) = 1,5 \text{ [лк];}$$

$$n \cdot e_{A(1-4)} = 4 \cdot 1,5 = 6 \text{ [лк]}.$$

Таблиця 3.1 – Визначення умовної освітленості від найближчих світильників

Точка	№ світильників	n , шт	d , м	e , лк	$n \cdot e$, лк
А	1 – 4	4	3,54	1,5	6
	5 – 6	2	7,91	1	2
	9 – 10	2	7,91	1	2
	11	1	10,61	0,65	0,65
					$\sum e_A = 10,65$
В	1 – 2	2	2,5	1,55	3,1
	3 – 4	2	5,6	1,3	2,6
	5 – 6	2	10,31	0,65	1,3
	9	1	7,5	1,1	1,1
	10	1	9	0,85	0,85
	11	1	12,5	0,4	0,4
					$\sum e_A = 9,35$
С	1 – 3	2	2,5	1,55	3,1
	2 – 4	2	5,6	1,3	2,6
	9 – 10	2	10,31	0,65	1,3
	5	1	7,5	1,1	1,1
	6	1	9	0,85	0,85
	11	1	12,5	0,4	0,4
					$\sum e_A = 9,35$

6. Враховуючи тип світильників та умови середовища приміщення, задається коефіцієнт запасу $K = 1,5$ (дод. К, табл. К.1) і коефіцієнт що враховує дію віддалених світильників і відбиваної складової $\mu = 1,15$.

7. За найменшим значенням сумарної умовної освітленості (в точках В та С $\sum e_A = 9,35$) визначають світловий потік лампи світильника, який забезпечує мінімальну нормовану освітленість:

$$\Phi_l = \frac{1000 \cdot E_H \cdot K}{\mu \cdot \sum e} = \frac{1000 \cdot 200 \cdot 1,5}{1,15 \cdot 9,35} = 27900 [\text{лм}].$$

8. За отриманим світловим потоком вибираємо найближчу стандартну лампу вибраного типу, світловий потік якої не має відрізнятись від розрахованого більш ніж на (-10...+20) % (25110...33480 лм.).

Вибираємо натрієву лампу типу ДНаТ 250 із світловим потоком 27500 лм. (дод. Г, табл. Г.4).

Побудова просторових ізолюксів умовної горизонтальної освітленості

З розвитком світлотехнічної промисловості на ринку виникають нові типи світильників, для яких постає потреба побудови характеристик, що дозволять здійснити світлотехнічні розрахунки. У випадку проектування систем освітлення з круглосиметричними світильниками, як було зазначено вище, можуть використовуватись просторові ізолюкси умовної горизонтальної освітленості. Ці характеристики є в літературі, наприклад [10], однак для типів світильників, що вже використовуються багато років. Ізолюкси ж для нових типів світильників там відсутні. Тому для інженерних розрахунків актуальною є задача побудови просторових ізолюксів умовної горизонтальної освітленості нових кривих ізолюксів для вказаних світильників [13].

Для побудови необхідно підкреслити, що функція умовної освітленості записується, як $e = f(d, h)$. Відповідно до [11] умовна освітленість визначається за виразом

$$e = \frac{I_{\alpha} \cos^3 \alpha}{h^2},$$

відповідно до якого координата h визначається, як

$$h = \sqrt{\frac{I_{\alpha} \cos^3 \alpha}{e}}.$$

Враховуючи, що співвідношення $\frac{d}{h} = \operatorname{tg} \alpha$, координата d визначається, як

$$d = h \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Значення сили світла, приведені до величини світлового потоку світильника 1000 лм, беруться з паспорту світильника. Дані про значення сили світла деяких круглосиметричних світильників наведено в додатку Н.

Далі наведено приклад побудови просторових ізолюксів умовної горизонтальної освітленості для світильників РСП-16-400-231, що призначені для загального освітлення запилених і вологих промислових приміщень [14]. Джерела світла, що використовуються в таких світильниках – лампи типу ДРЛ, потужністю 400 та 700 Вт.

Значення з кривої сили світла вказаного світильника, що отримані з відповідних паспортних даних, наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Значення сили світла для світильника РСП-16-400-231

$\alpha, ^{\circ}$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
$I_{\alpha},$ кд	123	127	127	132	140	157	191	246	268	285	382	429	314	183	34	8

За відсутності даних про значення сили світла світильника, можна скористатись послугами світлотехнічних лабораторій для їх отримання. Для наближеного одержання вказаних даних, з метою виконання попередніх світлотехнічних розрахунків, можна скористатись методиками, наявними в літературі, наприклад [15].

Для побудови ізолюксів зручно застосувати електронні таблиці MS Excel. Фрагмент розрахунку наведено на рис. 3.4.

e, лк	$\alpha, ^\circ$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
	I α , кд	123	127	127	132	140	157	191	246	268	285	382	429	314	183	34	8
0,3	h	20,2	20,5	20,1	19,9	19,7	19,7	20,3	21,2	20,0	18,3	18,4	16,4	11,4	6,8	2,1	0,7
	d	0,0	1,8	3,5	5,3	7,2	9,2	11,7	14,9	16,8	18,3	21,9	23,5	19,8	14,6	5,9	2,5
0,4	h	17,5	17,7	17,4	17,2	17,0	17,1	17,6	18,4	17,4	15,9	15,9	14,2	9,9	5,9	1,8	0,6
	d	0,0	1,6	3,1	4,6	6,2	8,0	10,2	12,9	14,6	15,9	19,0	20,3	17,2	12,6	5,1	2,2
0,5	h	15,7	15,8	15,6	15,4	15,2	15,3	15,8	16,4	15,5	14,2	14,2	12,7	8,9	5,3	1,6	0,5
	d	0,0	1,4	2,7	4,1	5,5	7,1	9,1	11,5	13,0	14,2	17,0	18,2	15,3	11,3	4,5	2,0
0,7	h	13,3	13,4	13,2	13,0	12,9	12,9	13,3	13,9	13,1	12,0	12,0	10,8	7,5	4,4	1,4	0,4
	d	0,0	1,2	2,3	3,5	4,7	6,0	7,7	9,7	11,0	12,0	14,3	15,4	13,0	9,5	3,8	1,7
1	h	11,1	11,2	11,0	10,9	10,8	10,8	11,1	11,6	11,0	10,0	10,1	9,0	6,3	3,7	1,2	0,4
	d	0,0	1,0	1,9	2,9	3,9	5,0	6,4	8,1	9,2	10,0	12,0	12,8	10,9	8,0	3,2	1,4
1,5	h	9,1	9,1	9,0	8,9	8,8	8,8	9,1	9,5	9,0	8,2	8,2	7,3	5,1	3,0	1,0	0,3
	d	0,0	0,8	1,6	2,4	3,2	4,1	5,3	6,6	7,5	8,2	9,8	10,5	8,9	6,5	2,6	1,1
2	h	7,8	7,9	7,8	7,7	7,6	7,6	7,9	8,2	7,8	7,1	7,1	6,4	4,4	2,6	0,8	0,3
	d	0,0	0,7	1,4	2,1	2,8	3,6	4,5	5,8	6,5	7,1	8,5	9,1	7,7	5,6	2,3	1,0
3	h	6,4	6,5	6,4	6,3	6,2	6,2	6,4	6,7	6,3	5,8	5,8	5,2	3,6	2,1	0,7	0,2
	d	0,0	0,6	1,1	1,7	2,3	2,9	3,7	4,7	5,3	5,8	6,9	7,4	6,3	4,6	1,9	0,8
4	h	5,5	5,6	5,5	5,5	5,4	5,4	5,6	5,8	5,5	5,0	5,0	4,5	3,1	1,9	0,6	0,2
	d	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,2	4,1	4,6	5,0	6,0	6,4	5,4	4,0	1,6	0,7
5	h	5,0	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	5,0	5,2	4,9	4,5	4,5	4,0	2,8	1,7	0,5	0,2
	d	0,0	0,4	0,9	1,3	1,8	2,3	2,9	3,6	4,1	4,5	5,4	5,7	4,9	3,6	1,4	0,6
7	h	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,2	4,4	4,1	3,8	3,8	3,4	2,4	1,4	0,4	0,1
	d	0,0	0,4	0,7	1,1	1,5	1,9	2,4	3,1	3,5	3,8	4,5	4,9	4,1	3,0	1,2	0,5
10	h	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,5	3,7	3,5	3,2	3,2	2,8	2,0	1,2	0,4	0,1
	d	0,0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,6	2,0	2,6	2,9	3,2	3,8	4,1	3,4	2,5	1,0	0,4

Рисунок 3.4 – Розрахункова таблиця MS Excel для побудови просторових ізолюксів для світильника РСП-16-400-231

Внаслідок проведених розрахунків побудовано просторові ізолюкси умовної горизонтальної освітленості для світильника РСП-16-400-231 (рис. 3.5).

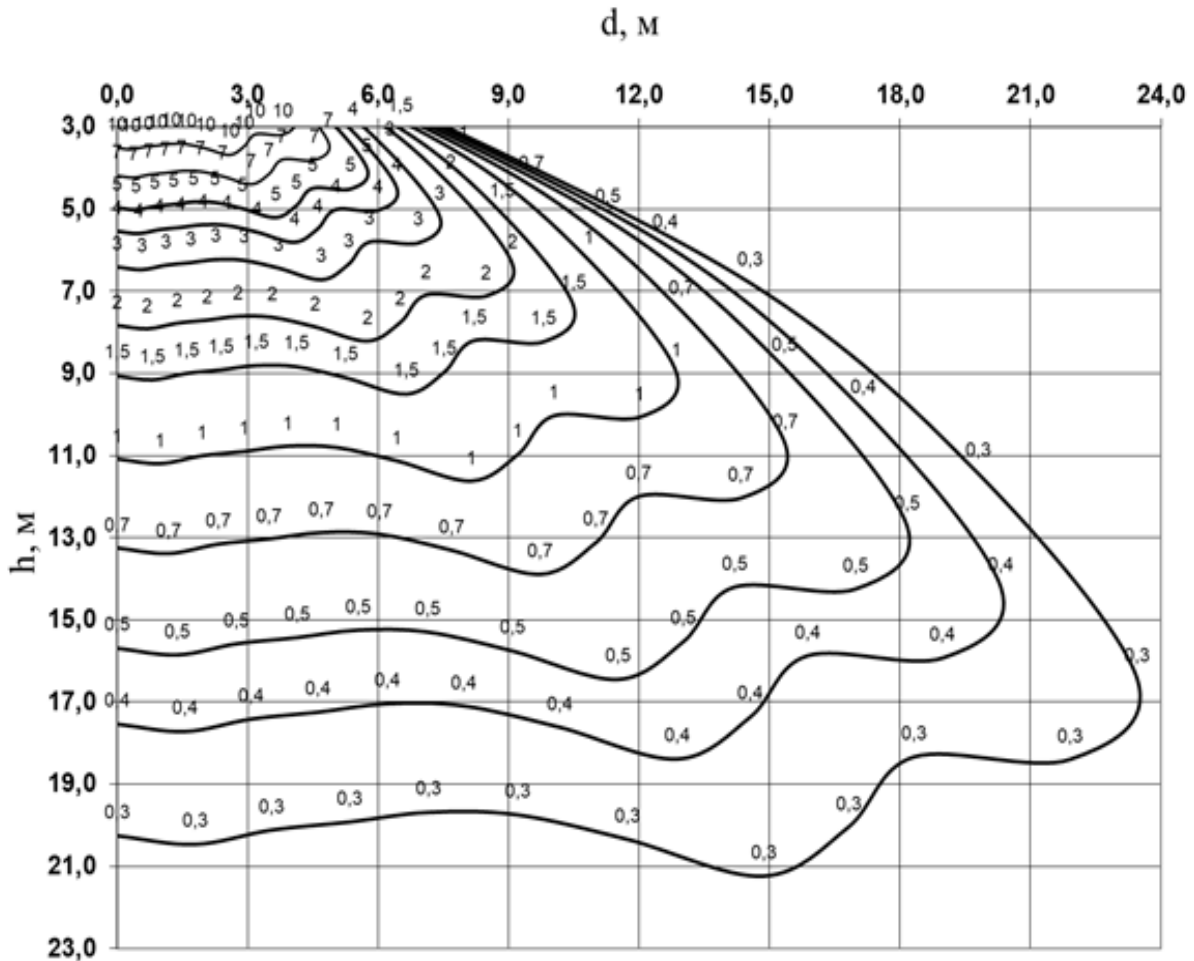


Рисунок 3.5 – Просторові ізолюкси умовної горизонтальної освітленості для світильника РСП-16-400-231

Розрахунок люмінесцентного освітлення з використанням точкового методу [3,10,12]

Розрахунок у випадку, коли світильник не може вважатися точкою, що світиться, тобто у випадку розміщення світильників рядами, або коли світильники близько розташовані від робочої поверхні, виконується з використанням лінійних ізолюксів. Ряди світильників розглядаються як неперервні із світловим потоком, що рівномірно розподілений по їх довжині, коли розрив між сусідніми світильниками не перевищує 0,5 розрахункової висоти.

Лінійні ізолюкси – криві, за допомогою яких визначається відносна горизонтальна освітленість ϵ за умов, що розрахункова висота $h = 1$ м, а відношення сумарного потоку ламп до довжини лінії, що світиться $\Phi' = 1000$ лм/м.

На робочій поверхні вибирають точку, в якій буде визначатись освітленість. Ця точка вибирається у місці, де очікується найменша освітленість, тобто зазвичай між рядами (рис. 3.6)

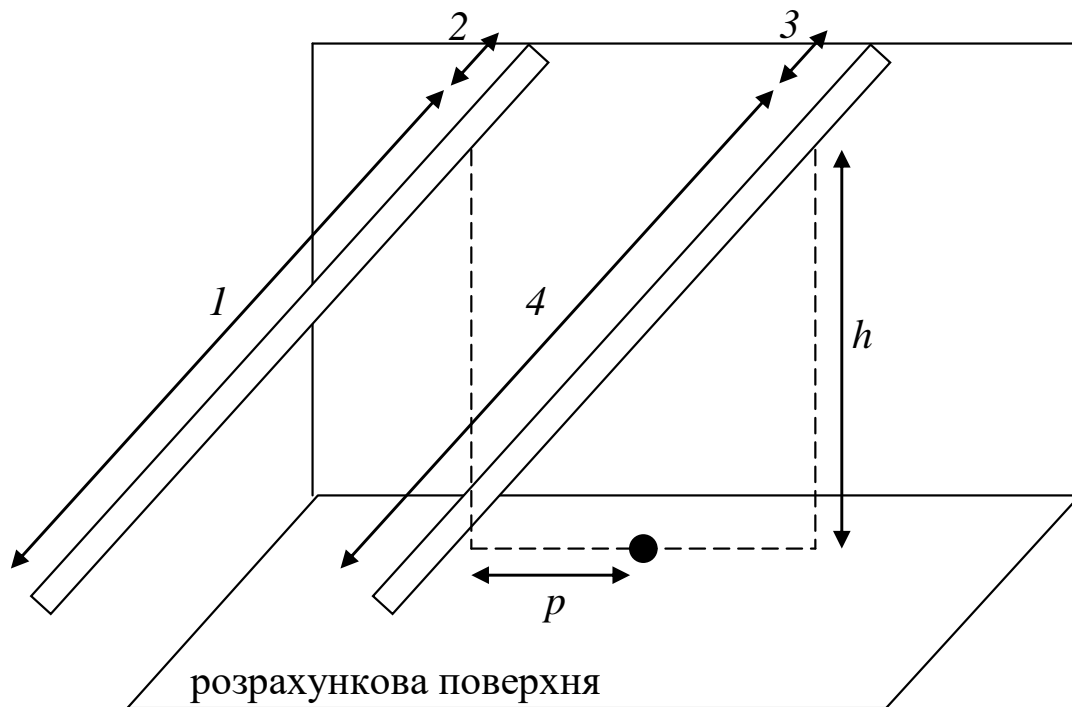


Рисунок 3.6 – Розміри, що використовуються під час розрахунків

Лінії освітлення розбиваються на ділянки, що відсікаються площиною, яка проходить перпендикулярно до ліній через розрахункову точку (на рис. 3.6 показано чотири ділянки).

Для кожної i -ї ділянки визначаються відносні горизонтальні освітленості ε_i . Для їх визначення необхідно попередньо знайти величини p'_i і L'_i за формулами:

$$p'_i = \frac{p_i}{h}; \quad L'_i = \frac{L_i}{h},$$

де p_i – відстань від заданої точки на розрахунковій поверхні до проекції i -ї ділянки світильників на цю поверхню;

h – розрахункова висота;

L_i – довжина i -ї ділянки світильників.

Після визначення відносних горизонтальних освітленостей, їх додають у випадку, якщо розрахункова точка лежить між проекціями рядів освітлення (рис. 3.7, а).

У випадку, якщо розрахункова точка виходить за межі проекцій ліній освітлення, то лінії освітлення умовно продовжують. В такому разі сумарна відносна горизонтальна освітленість визначається шляхом віднімання відносної освітленості умовно продовженої ділянки ряду від відносної освітленості всього продовженого ряду (рис. 3.7, б).

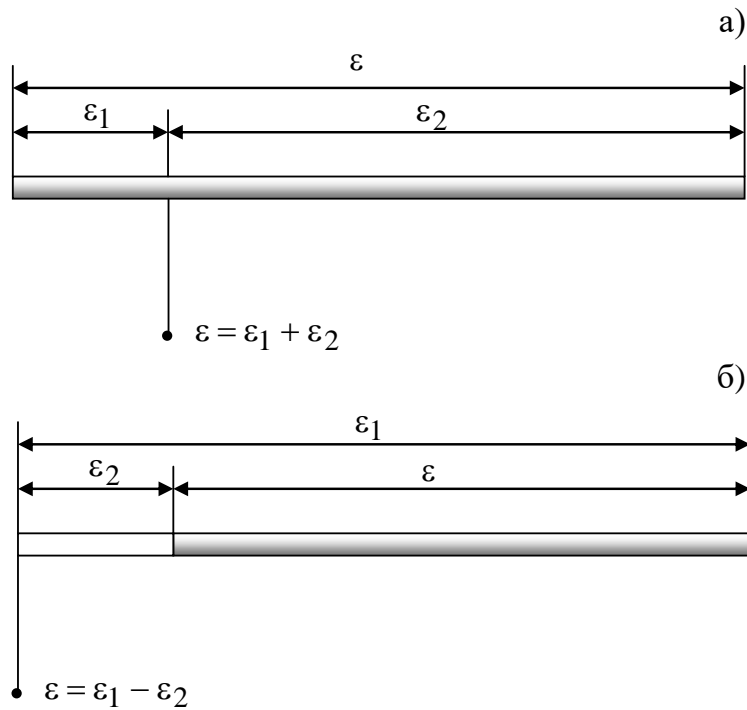


Рисунок 3.7 – Визначення сумарної відносної горизонтальної освітленості

Наступним кроком розрахунку освітлення є визначення густини світлового потоку Φ' , яка необхідна, щоб в розрахунковій точці була освітленість E_n :

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot E_n \cdot h \cdot K}{\mu \cdot \sum \varepsilon} \text{ [лм/м]}.$$

Далі знаходиться повний світловий потік ряду світильників шляхом множення густини світлового потоку на довжину кожного ряду:

$$\Phi_p = \Phi' \cdot L_p,$$

де Φ_p – повний світловий потік ряду світильників, лм;

L_p – довжина ряду світильників, м.

Кількість світильників у ряду визначається шляхом ділення повного світлового потоку ряду світильників на потік одного світильника:

$$n_{cv} = \frac{\Phi_p}{\Phi_{cv}},$$

де n_{cv} – кількість світильників у ряду, шт;

Φ_{cv} – світловий потік ламп світильника, лм.

За відомим значенням світлового потоку ламп світильника можна знайти і відстань між центрами сусідніх світильників в ряду:

$$L_{ц.св} = \frac{\Phi_{cv}}{\Phi'} \text{ (м)}.$$

Якщо $L_{ц.св}$ менше ніж довжина світильника, то необхідно діяти в одному з трьох напрямків:

1. Використати світильники на більшу кількість ламп.
2. Встановити здвоєні світильники.
3. Збільшити кількість рядів світильників.

Криві лінійних ізолюксів для деяких світильників знаходяться у довідковій літературі. Приклади кривих для деяких світильників наведено в додатку Р. Для визначення відносної горизонтальні освітленості ε можна використати формулу [3]

$$\varepsilon = I_{\alpha 1000} \cdot f(p', L') \text{ (лк)}, \quad (3.2)$$

де $I_{\alpha 1000}$ – сила світла, значення якої визначається з поперечної кривої сили світла, що віднесена до сумарного світлового потоку ламп 1000 лм, (тут $\alpha = \arctg(p')$);

$f(p', L')$ – допоміжна функція, що використовується для розрахунку люмінесцентного освітлення (дод. Р, рис. Р.4).

За відсутності допоміжної функції але наявності даних про значення сили світла люмінесцентного світильника, з яким розраховується система освітлення, в [12] пропонується використати формулу для визначення функції $f(p', L')$

$$f(p', L') = 0,5 \cdot \left[\frac{L \cdot N \cdot l_{л.р}}{L^2 + N^2 \cdot l_{л.р}^2} + \arctg\left(\frac{N \cdot l_{л.р}}{L}\right) \right] \cdot \cos^2 \alpha,$$

де L – відстань від лінії, що світиться до розрахункової точки, м;

N – кількість світильників, шт.;

$l_{л.р} = l_{л} + l_{р}$, ($l_{л}$ – довжина лампи, $l_{р}$ – довжина розриву між світильниками);

α – кут між світловою лінією і розрахунковою точкою (рис. 3.8)

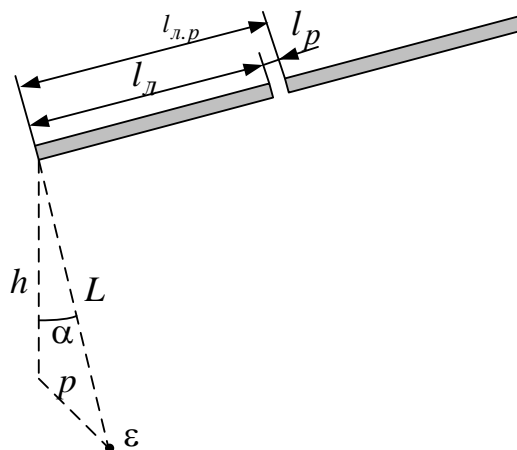


Рисунок 3.8 – Параметри для розрахунку значення функції $f(p', L')$

У випадку довгих рядів світильників можливе зменшення освітленості в кінці рядів. Для запобігання цього можна учинити один з таких заходів:

1. Продовжити ряди на довжину $0,5h$ за межі робочих місць.
2. В кінці кожного ряду створити подвоєну густину потоку.
3. На кінцях поздовжніх рядів світильників встановити ще по одному поперечному ряду.

За виконання однієї з цих умов розрахункові точки можна брати всередині рядів.

Приклад 3.3. Розрахунок світлотехнічних параметрів системи освітлення із світловими лініями.

Виконати розрахунок кількості світильників в приміщенні з використанням точкового методу для світлових ліній. Параметри приміщення і мінімальну нормовану освітленість наведено в попередній задачі. Освітлення має виконуватись світловими лініями люмінесцентних світильників ПВЛМ.

1. На робочій поверхні вибираємо точку, в якій потрібно забезпечити мінімальну освітленість. Ця точка вибирається у місці, де очікується найменша освітленість, тобто зазвичай між рядами (рис. 3.9).

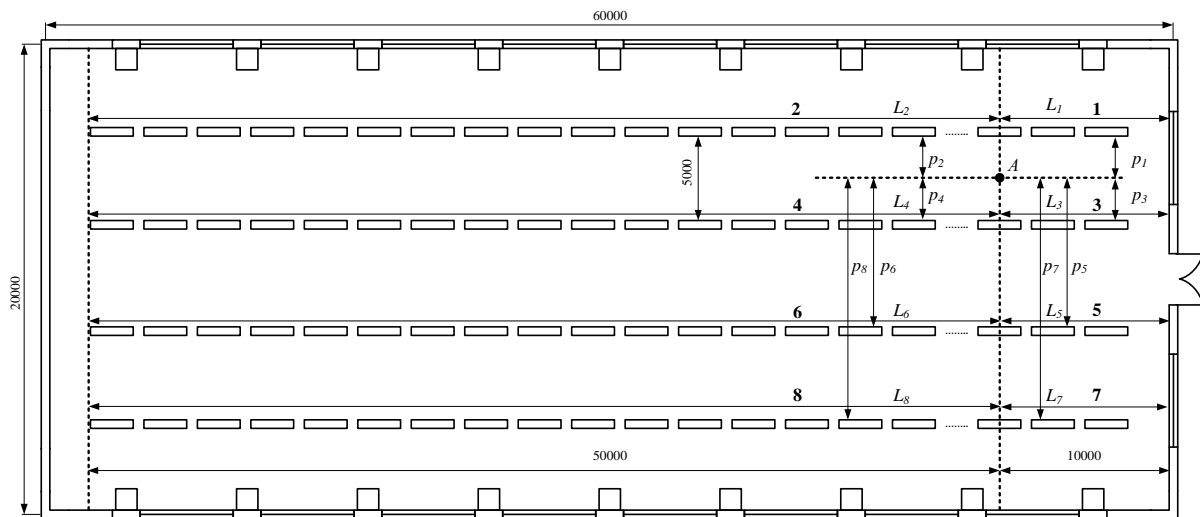


Рисунок 3.9 – Розміри, що використовуються при розрахунках

2. Лінії освітлення розбиваються на ділянки 1 – 8, що відсікаються площиною, яка проходить перпендикулярно до ліній через розрахункову точку.

3. Для кожної i -ї ділянки визначаються відносні горизонтальні освітленості $\varepsilon_i = f(p'_i, L'_i)$ за кривими лінійних ізолюксів для світильника ПВЛМ (дод. Р, рис. Р.2). Для їх визначення знаходимо величини p'_i і L'_i . Для першого ряду:

$$p'_1 = \frac{p_1}{h_p} = \frac{2,5}{4,6} = 0,54; \quad L'_1 = \frac{L_1}{h_p} = \frac{10}{4,6} = 2,17.$$

Для інших рядів розрахунки проводяться аналогічно. Результати наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Визначення сумарної відносної горизонтальної освітленості в точці А.

Точка	№ ділянки	p_i , м	p'_i	L_i , м	L'_i	ε_i	$\sum \varepsilon_i$
А	1	2,5	0,54	10	2,17	100	475,5
	2	2,5	0,54	50	10,87	100	
	3	2,5	0,54	10	2,17	100	
	4	2,5	0,54	50	10,87	100	
	5	7,5	1,63	10	2,17	25	
	6	7,5	1,63	50	10,87	30	
	7	12,5	2,7	10	2,17	8,5	
	8	12,5	2,7	50	10,87	12	

4. Визначаємо густину світлового потоку, яка необхідна, щоб в розрахунковій точці була нормована освітленість E_n :

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot E_n \cdot h_p \cdot K}{\mu \cdot \sum \varepsilon} = \frac{1000 \cdot 200 \cdot 4,6 \cdot 1,5}{1,1 \cdot 475,5} = 2638,4 \text{ [лм/м]}.$$

5. Далі знаходиться повний світловий потік ряду світильників шляхом множення густини світлового потоку на довжину кожного ряду:

$$\Phi_p = \Phi' \cdot L_p = 2638,4 \cdot 60 = 158304 \text{ [лм]}.$$

6. Визначаємо кількість світильників у ряду:

$$n_{св} = \frac{\Phi_p}{\Phi_{св}} = \frac{158304}{2 \cdot 2300} = 34,4 \text{ [шт.]}.$$

Результат близький до отриманого під час розрахунку освітлення за методом коефіцієнта використання світлового потоку. Тому беремо кількість світильників в ряду 39 шт.

7. Визначаємо відстань між центрами сусідніх світильників в ряду:

$$L_{ц.св} = \frac{\Phi_{св}}{\Phi'} = \frac{2 \cdot 2300}{2638,4} = 1,75 \text{ [м]},$$

що більше, ніж довжина світильника (1,325 м.).

Приклад 3.4. Визначити кількість світильників ЛПО-06В-2х36-002 з двома лампами по 36 Вт, із світловим потоком кожної 2200 лм, в приміщенні (рис. 3.10) Вихідні дані наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані

№	Показник	Значення
1.	Довжина лампи, l_l	1,24 м
2.	Довжина приміщення, L_{np}	26 м
3.	Висота підвісу світильників над розрахунковою поверхнею, h	4 м
4.	Відстань від проекції світильника на робочу поверхню до розрахункової точки, p	3 м

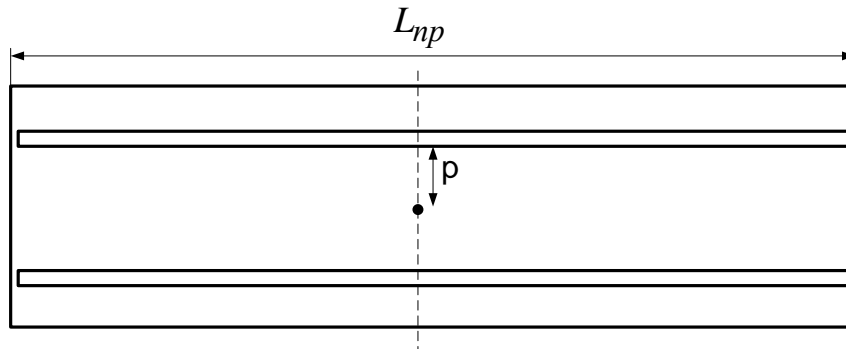


Рисунок 3.10 – План приміщення до прикладу 2

Ряди світильників ділимо на 4 ділянки, довжиною 13 м кожна.

1. Кут α між вертикаллю до ряду світильників і напрямом від ряду світильників та розрахункової точки:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{p}{h}\right) = \arctg\left(\frac{3}{4}\right) \approx 35^\circ.$$

2. Відстань від лінії, що світиться, до розрахункової точки

$$L = p \cdot \sin(\alpha) = 3 \cdot \sin(35^\circ) = 5,23 \text{ [м]}.$$

3. Попередня кількість світильників, яка може розміститись вздовж кожної ділянки рядів

$$N = \frac{L_{np}}{l_l} = \frac{13}{1,24} = 10 \text{ [шт]}.$$

4. Попередньо вважаючи, що $l_{l,p} = l_l$ (розрив між лампами відсутній) розраховуємо значення допоміжної функції $f(p', L')$

$$f(p', L') = 0,5 \cdot \left[\frac{5,23 \cdot 10 \cdot 1,24}{5,23^2 + 10^2 \cdot 1,24^2} + \arctg\left(\frac{10 \cdot 1,24}{5,23}\right) \right] \cdot \cos^2(35^\circ) = 0,51.$$

5. За формулою (3.2) розраховуємо значення відносної горизонтальної освітленості ε . Для цього з додатку N отримуємо значення сили світла для світильника ЛПО-06В-2х36-002 для кута 35° : $I_{\alpha 1000} = 158 \text{ кд}$.

$$\varepsilon = 158 \cdot 0,51 = 81,04 \text{ [лк]}.$$

6. Густина світлового потоку, яка необхідна, щоб в розрахунковій точці була нормована освітленість E_H

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot E_H \cdot h_p \cdot K}{\mu \cdot \sum \varepsilon} = \frac{1000 \cdot 200 \cdot 4 \cdot 1,5}{1,1 \cdot 81,04 \cdot 4} = 3365,3 \text{ [лм/м]}.$$

7. Знаходимо повний світловий потік ряду світильників

$$\Phi_p = \Phi' \cdot L_p = 3365,3 \cdot 26 = 87499,6 \text{ [лм]}.$$

8. Кількість світильників у ряду

$$n_{св} = \frac{\Phi_p}{\Phi_{св}} = \frac{87499,6}{2 \cdot 2200} \approx 20 \text{ [шт.]}$$

9. Визначаємо відстань між центрами сусідніх світильників в ряду

$$L_{ц.св} = \frac{\Phi_{св}}{\Phi'} = \frac{2 \cdot 2200}{3365,3} = 1,31 \text{ [м]}.$$

4 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ ЧАСТИНИ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ

Вибрані освітлювальні установки, певним чином розташовані на плані, під'єднуються до освітлювальної мережі. Освітлювальні мережі або її ділянки можуть виконуватись як чотирипровідними, трипровідними або двопровідними. Перерізи провідників відповідно до вимог ПУЕ вибираються за допустимим нагрівом та перевіряються на допустиму втрату напруги. Для цього мають бути прийняті рішення із конструктивного виконання освітлювальної мережі та визначена її конфігурація.

Апарати захисту та керування освітлювальними мережами розміщуються в освітлювальних щитках, які вибираються для кожного випадку із довідників із врахуванням конкретної ситуації.

Вибір провідників освітлювальної мережі, комутаційних та захисних апаратів виконується в електротехнічній частині роботи, оформлення якої здійснюється відповідно до вимог норм та стандартів [16–19].

4.1 Вимоги до виконання і захисту освітлювальних мереж

Норми і правила, які потрібно враховувати

Згідно з правилами улаштування електроустановок [20] під час виконання освітлювальних мереж необхідно керуватися такими розділами вказаних правил, як:

- «Заземлення і захисні заходи від ураження електричним струмом» (підрозділ 1.7),
- «Електропроводка» (підрозділ 2.1),
- «Струмопроводи напругою до 35 кВ» (підрозділ 2.2),
- «Кабельні лінії напругою до 330 кВ» (підрозділ 2.3),
- «Повітряні лінії електропередавання напругою до 1 кВ» (підрозділ 2.4),
- «Внутрішнє освітлення» (підрозділ 6.2),
- «Зовнішнє освітлення» (підрозділ 6.3),
- «Світлова реклама, знаки та ілюмінація» (підрозділ 6.4),

а також НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» [21] та ДСТУ Б В.2.5-82:2016 «Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом» [22].

Вибір перерізу нейтральних провідників

Під час вибору перерізу нейтральних провідників для трифазних ліній, що живлять люмінесцентні лампи, лампи типу ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ, ДнаТ у випадку, коли передбачається одночасне увімкнення всіх фазних проводів, необхідно керуватися такими правилами [20, п. 6.1.34, 6.1.35]:

– переріз нульового провідника для тих ділянок освітлювальної мережі, по яких протікає струм від джерел світла з компенсованими пускорегулювальними апаратами має дорівнювати фазному;

– переріз нульового провідника для тих ділянок освітлювальної мережі, по яких протікає струм від джерел світла з некомпенсованими пускорегулювальними апаратами має дорівнювати фазному у випадку перерізів фазних жил, що менші або дорівнюють 16 мм^2 для мідних жил і, відповідно, менші або дорівнюють 25 мм^2 – для провідників з алюмінію;

– за більших перерізів, ніж вказані в попередньому пункті, переріз нульового провідника має бути не меншим за 50 % перерізу фазного провідника, однак не меншим ніж 16 мм^2 у випадку використання проводів з мідними жилами і 25 мм^2 – з алюмінієвими жилами.

У випадку захисту трифазних живильних та групових ліній однополюсними автоматичними вимикачами або запобіжниками, переріз нульових провідників має дорівнювати перерізу фазних провідників.

Вимоги до захисту освітлювальних мереж

Захист мереж електричного освітлення здійснюється відповідно до вимог розділу 3.1 Правил улаштування електроустановок «Захист електричних мереж напругою до 1 кВ». Також потрібно враховувати вказівки, надані в п. 6.1.37, 6.1.38, 6.2.10, 6.2.11, 6.2.12, а також 6.3.39 цих правил.

В процесі вибору струмів апаратів захисту освітлювальних мереж потрібно брати до уваги пускові струми .

Пуско-регулювальні апарати, а також апарати захисту потрібно розміщувати, за змоги, групами в місцях, що доступні для обслуговування.

Дозволено встановлювати апарати захисту розосереджено у випадку живлення освітлення від шинопроводів (п. 6.2.7).

Апарати захисту в електричній мережі системи освітлення необхідно встановлювати на вводах у будівлі.

Захист з боку високої напруги (п. 6.1.38) необхідно передбачити для трансформаторів, що використовують для електропостачання світильників напругою до 50 В. Захист необхідно також здійснювати на відхідних лініях низької напруги.

У випадку, якщо трансформатори отримують живлення від окремих груп і апарат захисту на освітлювальному щитку обслуговує трансформатори в кількості не більше трьох, то передбачати додаткові апарати захисту на високій стороні кожного трансформатора не є обов'язковим.

Не дозволяється встановлювати вимикачі (автоматичні і неавтоматичні однополюсні) а також запобіжники в *PE*-, *PEN*-провідниках у мережах із заземленою нейтраллю (п. 6.1.39).

У п. 6.2.10 зазначено, що в кожній груповій лінії, як правило, має бути не більше ніж 20 світильників на фазу. Це правило поширюється і на штепсельні розетки.

Під час проектування групових ліній, що живлять світлові лінії із світильниками, в яких застосовуються люмінесцентні лампи, потужністю до 80 Вт, рекомендується під'єднувати до 60 ламп на кожен фазу; для ліній з аналогічними лампами з потужністю до 40 Вт – до 75 ламп на кожен фазу, а для ліній з люмінесцентними лампами і потужністю до 20 Вт – приєднувати до 100 ламп на фазу.

У громадських будівлях, житлових будинках та виробничих об'єктах до однофазних ліній освітлення, що прокладаються в технічних підвалах та горищах, дозволено приєднувати до 60 ламп розжарювання з потужністю кожної лампи до 60 Вт.

Світильники із світлодіодними лампами або іншими джерелами світла, що належать до однієї групової лінії, в якій встановлено захисний апарат, не мають викликати помилкове спрацювання вказаного апарата, спричинене пусковими струмами у випадку їх одночасного вмикання (п. 6.2.10). Кількість таких джерел світла має бути не більшою

$$N = \frac{K_{kr} \cdot K_{nr} \cdot I_{sv}}{I_{pic}}, \quad (4.1)$$

де K_{kr} – коефіцієнт кривої спрацювання захисного апарата (автоматичного вимикача). Він може дорівнювати 3; 5; 10; 10 і 2 для амперсекундних захисних характеристик автоматичних вимикачів типів *B*, *C*, *D*, *K* і *Z*, відповідно;

K_{nr} – коефіцієнт нерозчіплювання, який за вказаної тривалості імпульсу пускового струму $\Delta t = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5$ мс, дорівнює відповідно 27,0; 16,2; 9,0; 6,5; 5,2;

I_{sv} – значення уставки струму електромагнітного розчіплювача для автоматичного вимикача, А;

I_{pic} – пусковий (стартовий) струм одного світильника (визначається за даними підприємства-виробника).

В кожній груповій лінії (на початку), а також на лініях, які живляться від шинопроводів, необхідно встановлювати апарати захисту в кожному фазному провіднику (п. 6.2.11).

Встановлення апаратів захисту в *PEN*- і *PE*-провідники не дозволяється.

N-провідники в групових лініях, у випадку використання металевих труб, потрібно прокладати поряд з фазними проводами в одній трубі, а у

випадку застосування багатожильних проводів або кабелів – розміщувати в спільну оболонку з фазними проводами (п. 6.2.12).

В мережах зовнішнього освітлення, в яких є понад 20 світильників на фазу, відгалуження до кожного із світильників необхідно захищати автоматичними вимикачами чи індивідуальними запобіжниками (п. 6.3.39).

4.2 Системи заземлення освітлювальних мереж

Мережі електричного освітлення дозволяється реалізовувати з такими системами заземлення: *TN-S*, *TN-C-S*, *IT* та *TT* (рис. 4.1).

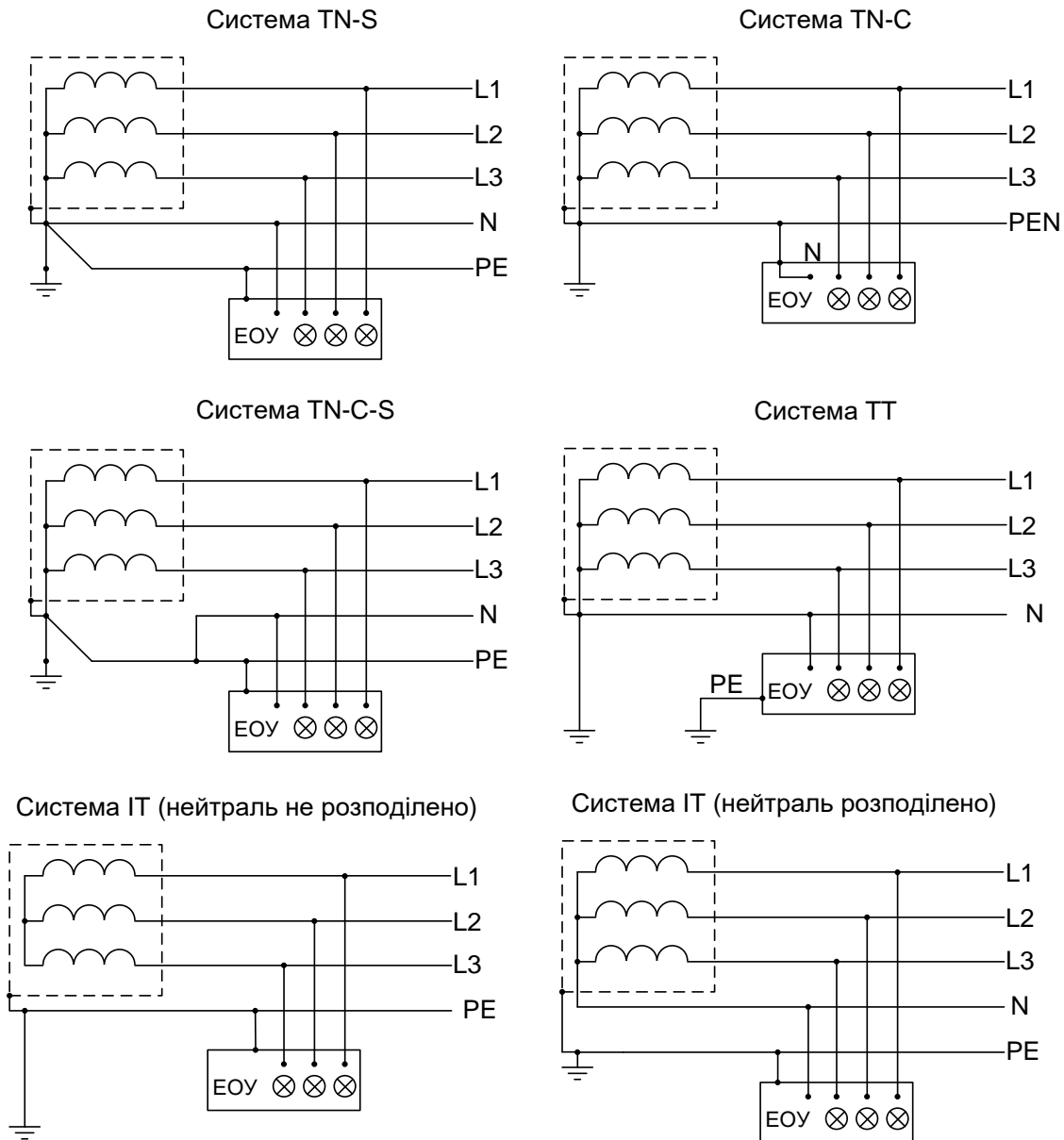


Рисунок 4.1 – Виконання систем заземлення електроосвітлювальних установок

Відповідно до ПУЕ (п. 1.7.26) вказані системи заземлення мають такі означення.

Система TN – система, в котрій мережа живлення містить глухе заземлення однієї точки струмопровідних частин джерела живлення. В цій системі електроприймачі і відкриті провідні частини електроустановки приєднано до вказаної точки за допомогою таких провідників як *N* або *M* і захисного *PE*-провідника.

Тут *N*-провідник – нейтральний провідник (п. 1.7.24) в електроустановках з напругою до 1 кВ, який використовують для розподілу електричної енергії. Він має електричне з'єднання з нейтральною точкою джерела живлення.

M-провідник – провідник середньої точки в електроустановках з напругою до 1 кВ, який використовують для розподілу електричної енергії. Він електрично з'єднаний з середньою точкою джерела живлення.

PE-провідник – захисний провідник, що призначений для здійснення захисту від ураження електричним струмом у випадку пошкодження ізоляції (п. 1.7.23).

PEN-провідник – провідник в електроустановках з напругою до 1 кВ. Він поєднує функції захисного (*PE*-), а також нейтрального (*N*-) провідників (1.7.25).

Система TN-S – це система TN, в котрій *N*- або *M*- і *PE*-провідники є розділені протягом усієї мережі.

Система TN-C – це система TN, в котрій *N*- або *M*- та *PE*- провідники поєднано в одному *PEN*-провіднику протягом усієї мережі.

Система TN-C-S – це система TN, в котрій *N*- або *M*- та *PE*- провідники є поєднані у одному провіднику в частині електричної мережі.

Система TT – це система, у якій одну точку струмопровідних частин джерела живлення заземлено, а відкриті провідні частини електроустановки приєднано до *PE*-провідника, що з'єднаний із заземлювачем, який електрично незалежний від того заземлювача, до якого приєднана точка струмопровідних частин в джерелі живлення;

Система IT – це така система, в якій мережа живлення є ізолюваною від землі або її заземлено через пристрої, що мають великий опір. В цій системі відкриті провідні частини електроустановки приєднані до заземленого *PE*-провідника.

4.3 Вибір провідників освітлювальної мережі за допустимим нагрівом

Проектування електричної частини системи освітлення полягає у вирішенні таких задач [23]:

1. Розрахунок електричних навантажень освітлювальної установки
2. Вибір перерізу провідників та апаратів захисту (автоматичних вимикачів або запобіжників)
3. Розрахунок струмів короткого замикання і здійснення перевірки вибраних провідників та автоматичних вимикачів
4. Перевірка провідників на захищеність від перевантажень

5. Перевірка чутливості та селективності захисту електричних мереж освітлювального навантаження

Однолінійну схему системи внутрішнього освітлення наведено на рис. 4.2. Від трансформаторної підстанції через кабельну лінію живиться розподільний пристрій будівлі (РП), від якого відходять лінії живлення споживачів електроенергії, зокрема і лінія освітлювального навантаження (КЛ). Захист лінії відбувається завдяки автоматичному вимикачу QF1. Лінія КЛ підходить до освітлювального щита ЩО, від якого живляться окремі однофазні лінії освітлювального навантаження. Захист кожної лінії від короткого замикання і перевантаження здійснюється автоматичними вимикачами QF2...QF7.

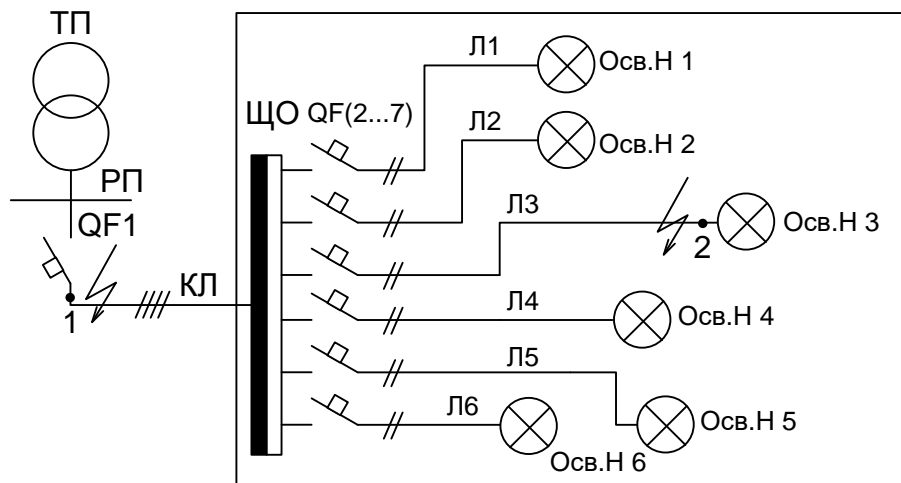


Рисунок 4.2 – Однолінійна схема системи освітлення

Розрахунок електричних навантажень освітлювальної установки

Розрахунок освітлювальних навантажень здійснюється після виконання світлотехнічного розрахунку, під час якого вибираються тип та кількість світильників, потужність джерел світла, розташування світильників.

Під час виконання проектування замість повного розрахунку користуються таблицями питомої потужності, в яких враховуються такі фактори, як площа та висота приміщення, точність роботи, що виконується, а також коефіцієнти відбиття стелі, стін і розрахункової поверхні. Цей метод описано в п. 3.2. Розрахунковою поверхнею може бути підлога або ж поверхня на певній відстані від підлоги. Про це вказується в ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення» [2].

1. Розрахункову потужність освітлення приміщення визначають за формулою [24]

$$P_{po} = k_n \cdot k_{nра} \cdot P_o \cdot S, \text{ Вт}$$

де k_n – коефіцієнт попиту освітлювального навантаження;

$k_{пра}$ – коефіцієнт втрат потужності в пускорегулювальній апаратурі;

P_o – питома потужність освітлення, Вт/м²

S – площа приміщення, м².

Коефіцієнти $k_{пра}$ та k_n можуть бути вибрані з табл. 4.1:

Таблиця 4.1 – Визначення коефіцієнтів для розрахунку потужності системи освітлення

Показник	Значення	Умови використання
$k_{пра}$	1,1	ДРЛ
	1,2	Люмінесцентно-стартерні
	1,3 – 1,35	Люмінесцентно-безстартерні
k_n	0,95	Великі виробничі приміщення
	0,8	Порівняно невеликі виробничі приміщення
	0,6	Склади підстанції
	1	Аварійне освітлення

2. Розрахункову потужність освітлення на кожен фазу групової лінії можна визначити за формулою

$$P_{po} = k_{пра} \cdot \sum P, \text{ Вт},$$

де $\sum P$ – потужність ламп, що живляться від конкретної фази групової лінії.

3. Розрахунковий струм освітлювальної мережі визначають за формулами

– для трифазної лінії

$$I_{p(3)} = \frac{P_{po(3)}}{\sqrt{3} \cdot U_{нл} \cdot \cos \varphi}, \text{ А};$$

– для однофазної лінії

$$I_{p(1)} = \frac{P_{po(1)}}{U_{нф} \cdot \cos \varphi}, \text{ А},$$

де $P_{po(1)}$ – розрахункова потужність освітлювального навантаження на одну фазу, Вт;

$P_{po(3)}$ – розрахункова потужність освітлювального навантаження, що приєднане до трифазної лінії, Вт;

$U_{нл}$ – номінальна лінійна напруга освітлювальної мережі, В;

$U_{нф}$ – номінальна фазна напруга освітлювальної мережі, В.

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності освітлювального навантаження, що визначається з табл. 4.2 [25]:

Таблиця 4.2 – Коефіцієнти потужності мереж освітлення

Тип лампи	cos φ
Люмінесцентні	0,92
Розжарювання	1,00
ДРЛ і ДРВ з компенсованими ПРА	0,85
ДРЛ і ДРВ з некомпенсованими ПРА	0,3–0,5
Газосвітлювальні рекламні установки	0,35–0,4

Для визначення коефіцієнта потужності світлодіодних лам та світильників, необхідно використовувати дані виробників, оскільки ці значення лежать в широкому діапазоні.

Вибір перерізу провідників та апаратів захисту (автоматичних вимикачів або запобіжників) [24]

Перерізи ліній вибираються за допустимим струмом:

$$I_{доп} \geq \begin{cases} I_p & \text{для нормальних приміщень;} \\ 1,25 \cdot I_p & \text{для вибухонебезпечних приміщень,} \end{cases}$$

де $I_{доп}$ – допустимий згідно з ПУЕ струм вибраного перерізу лінії;

I_p – розрахунковий струм лінії,

та за допустимою втратою напруги:

$$s \geq s_{\Delta U},$$

де s – переріз провідника, мм²;

$s_{\Delta U}$ – переріз провідника, що забезпечує допустиму втрату напруги ΔU (5–7,5%).

Методику вибору перерізу провідників залежно від втрат напруги розглянуто в п. 4.4.

Часто втрати напруги розраховують за формулою

$$\Delta U = \frac{P_p R_{пит} + Q_p X_{пит}}{U_n} \cdot l, \text{ В,}$$

де $R_{пит}$, $X_{пит}$ – питомі відповідно активний та реактивний опори лінії живлення, Ом/км (дод. Ф);

P_p , Q_p – відповідно активна та реактивна розрахункові потужності, що протікають по лінії, кВт, квар;

U_n – номінальна напруга лінії, кВ;

l – довжина лінії, км.

Для вибір автоматичних вимикачів необхідним є виконання умов [20,24]

$$I_{н.розч} \geq k_{відс} \cdot I_p;$$

$$I_{sv} \geq \frac{N \cdot I_{pic}}{K_{kr} \cdot K_{nr}},$$

де $I_{н.розч}$ – номінальний струм розчіплювача [24];

$k_{відс}$ – коефіцієнт відстроювання захисту від перевантажень (для автоматичних вимикачів з напівпровідниковим розчіплювачем береться 1) [24];

I_p – розрахунковий максимальний струм приєднаних споживачів електроенергії;

I_{sv} – струм спрацювання відсічки;

N – кількість світильників в лінії;

K_{kr} , K_{nr} – коефіцієнти, що залежать від амперсекундних захисних характеристик автоматичних вимикачів та тривалості імпульсу пускового струму. Їх значення вказано під час опису формули визначення кількості світильників в груповій лінії (4.1).

В [24] вказано, що струм спрацювання відсічки можна визначати також за виразом:

$$I_{sv} \geq k_n \cdot I_{pic},$$

де k_n – коефіцієнт надійності відстроювання струмової відсічки (для автоматичних вимикачів з напівпровідниковим розчіплювачем береться таким, що дорівнює 1,5) ;

I_{pic} – пусковий (стартовий) струм одного світильника (визначається за даними підприємства-виробника). Наприклад в [26] зазначено такі параметри запуску деяких джерел світла (табл. 4.3):

Таблиця 4.3 – Пускові параметри джерел світла

Тип лампи	Кратність пускового струму, не більше	Тривалість пускового струму, не більше
Лампа розжарювання	15	0,3
Галогенна лампа	15	0,3
Люмінесцентна лампа	1,5	3
Металогалогенна лампа	1,5	600
Натрієва лампа	1,5	900

Дані автоматичних вимикачів наведено в додатку У.

Приклад 4.1. Вибрати комутаційно-захисний апарат і переріз лінії Л1 від ЩО до освітлювального навантаження Осв.Н 1 (рис. 4.2).

Вихідні дані. Розрахункова потужність освітлювального навантаження 2,2 кВт. Освітлення здійснюється світильниками з люмінесцентними лампами ($\cos \varphi = 0,92$). Фазна і лінійна напруга мережі відповідно 220/380 В.

Розв'язання:

а) визначаємо розрахунковий струм лінії

$$I_{p(1)} = \frac{2,2 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,92} = 10,86 \text{ [A];}$$

б) перевіряємо можливість використання одного двожильного проводу з мідними жилами і вініловою ізоляцією, перерізом $2,5 \text{ мм}^2$ і допустимим струмом 25 А (дод. X)

$$I_{доп} = 25 \text{ [A]} \geq I_{p(1)} = 10,86 \text{ [A];}$$

в) Вибираємо автоматичний вимикач для лінії Л1:

$$I_{н.розч} \geq 1 \cdot 10,86 \geq 10,86 \text{ [A];}$$

$$I_n = 1,5 \cdot 10,86 = 16,29 \text{ [A];}$$

$$I_{с.в.} \geq 1,5 \cdot 16,29 = 24,4 \text{ [A].}$$

Вибір вимикача здійснюватимемо з переліку сучасних і надійних вимикачів марки АВВ. Для захисту ліній Л1 пропонуємо вимикач серії SACE Tmax XT2 з напівпровідниковим розчіплювачем Екір М-LIU (дод. У).

Вибираємо автоматичний вимикач серії SACE Tmax XT2 з напівпровідниковим розчіплювачем Екір М-LIU з параметрами:

$$I_{н.вим} = 160 \text{ [A];}$$

$$I_{н.розч} = 12,5 > 10,86 \text{ [A];}$$

$$I_{с.в.} = 12,5 \cdot 6 = 75 > 24,4 \text{ [A],}$$

Приклад 4.2. Вибрати комутаційно-захисний апарат і переріз кабельної лінії від ТП до ЩО.

Для захисту лінії ТП-РП пропонуємо вимикач серії SACE Tmax XT4 з напівпровідниковим розчіплювачем Екір LS/I (дод. У).

Нехай розрахунковий струм ЩО дорівнює 30 А.

Пропонуємо до застосування кабель з мідними жилами, вініловою ізоляцією, вініловою оболонкою ВВГ 4×4 (перерізом 4 мм^2) (табл. X.2, дод. X).

$$I_{доп} = 36 \cdot 0,93 = 33,5 \text{ [A]} \geq I_p = 30 \text{ [A],}$$

Вибираємо автоматичний вимикач для лінії від ТП до ЩО:

$$I_{н.розч} \geq 1 \cdot 30 \geq 30 \text{ [A];}$$

$$I_n = 1,5 \cdot 30 = 45 \text{ [A];}$$

$$I_{c.в.} \geq 1,5 \cdot 45 = 67,5 \text{ [A]}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач серії SACE Tmax XT2 з напівпровідниковим розчіплювачем Екір М-LIU з параметрами:

$$I_{н.вим} = 160 \text{ [A]};$$

$$I_{н.розч} = 32 > 30 \text{ [A]};$$

$$I_{c.в.} = 32 \cdot 6 = 192 > 67,5 \text{ [A]}.$$

Перевірка провідників на захищеність від перевантажень

Захисту від перевантажень потребують [24]:

а) мережі всередині приміщень, що виконані прокладеними відкрито провідниками з горючою зовнішньою оболонкою або ізоляцією;

б) освітлювальні мережі незалежно від конструкції і способу прокладання в житлових, громадських, торгових, службово-побутових приміщеннях, а також в пожежонебезпечних приміщеннях;

в) силові мережі, якщо можливим є тривале перевантаження провідників;

г) силові і освітлювальні мережі у вибухонебезпечних приміщеннях (крім В-1, б; В-1, г).

Умовою забезпечення захищеності провідників від перевантажень у випадку наявності вимикача з напівпровідниковим розчіплювачем і лінії з горючою ізоляцією є

$$I_{доп.} \geq I_{н.розч.}$$

Приклад 4.3. Перевірити провідник, що був вибраний в прикладі 4.2 на захищеність від перевантажень.

Для мережі, що проектується, характерне тривале перевантаження. Для лінії ТП-РП $I_{доп.} = 33,5 \text{ А}$, $I_{розч.} = 32 \text{ А}$. Переріз провідника 4 мм^2 задовольняється.

4.4 Перевірка освітлювальної мережі на допустиму втрату напруги

Розробку штучного електричного освітлення промислових підприємств виконують на основі правил і норм штучного освітлення.

Для надійної роботи системи освітлення необхідно правильно розрахувати освітлювальну мережу і вибрати апарати захисту. Під час розрахунку дуже важливо враховувати такий фактор як допустима напруга на затискачах освітлювальних приладів. Від напруги залежить тривалість роботи ламп, а також світловий потік, що ними випромінюється.

Одним з факторів, що впливає на якісну напругу біля електроприймача є відповідно вибраний переріз ліній живлення. Напруга на затискачах дже-

рела світла залежить від втрат напруги в мережі; в стандарті на якість електроенергії (ГОСТ 13109-97) нормується такий показник як відхилення напруги. Він має бути в межах $\pm 5\%$.

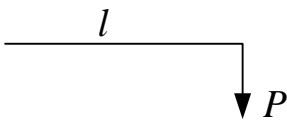
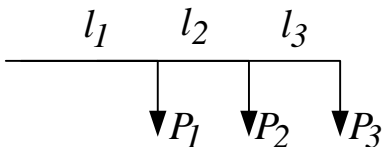
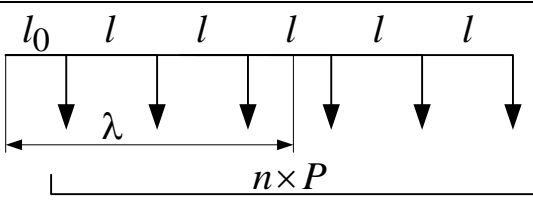
Вибір перерізу проводів з врахуванням втрат напруги здійснюється відповідно до розрахункового значення перерізу за формулою [3, 10]:

$$s = \frac{M}{c\varepsilon},$$

де s – переріз проводів освітлювальної мережі, мм^2 ;

M – момент навантаження, $\text{кВт}\cdot\text{м}$, який визначається відповідно до виразів (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Визначення моментів навантаження

Схема	Вираз
	$M = P \cdot l$
	$M = P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot (l_1 + l_2) + P_3 \cdot (l_1 + l_2 + l_3)$
	$M = nP \left[l_0 + \frac{l(n-1)}{2} \right] = nP\lambda$

Тут P – активна потужність освітлювального навантаження, яке живиться від розподільного пристрою; ε – втрата напруги, %; c – стала, що залежить від напруги, роду струму і провідності матеріалу проводів (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Значення сталої c , що враховується у виразі з визначення перерізу проводу освітлювальної мережі

Вид струму	Вид мережі	Матеріал проводу	
		мідь	алюміній
змінний	3ф + N (380/220)	77	46
змінний або постійний	1ф (220В)	12,8	7,7
змінний	3ф без N (36В)	0,68	0,42

Оптимальний переріз можна знайти і за довідковими даними, знаючи інформацію про M та ε . За цими самими даними, знаючи M та s , можна знайти втрату напруги.

У випадку розрахунку розгалуженої мережі живлення, розподілення втрат напруги між ділянками мережі виконують за умовою загального мінімуму витрат металу провідників.

Алгоритм перевірки мережі за допустимою втратою напруги у випадку симетричного освітлювального навантаження [10]

1. Визначаються моменти кожної з ділянок: M_i, m_i .

2. Визначається приведений момент навантаження:

$$M_{np} = \sum M + \alpha \sum m,$$

де $\sum M$ – сума моментів взятої ділянки освітлювальної мережі і наступних ділянок, по яких проходить струм освітлювальних споживачів, що мають однакову кількість проводів;

$\sum m$ – сума моментів ліній, що живляться через взятую ділянку та які мають іншу кількість проводів, ніж в цій ділянці;

α – коефіцієнт приведення моментів (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Значення коефіцієнтів приведення моментів

Лінія	Відгалуження	α
3ф + N	1ф	1,85
3ф + N	2ф + N	1,39
2ф + N	1ф	1,33
3ф без N	двопровідне	1,15

1. Визначається переріз першої ділянки за розрахованим приведеним моментом і значенням найбільшого відхилення напруги (від початку ділянки до місця приєднання освітлювального навантаження): $s_1 = f(M_{np}; \varepsilon_{найб})$.

2. Визначається дійсне відхилення напруги на першій ділянці (за перерізом цієї ділянки і моментом цієї ділянки): $\varepsilon_1 = f(s_1; M_1)$.

3. Наступні ділянки розраховуються аналогічно. Водночас, втрата напруги від початку наступної ділянки і до затискачів світильників $\varepsilon_{найб i}$ визначається як різниця між втратою напруги, що була взята для всієї мережі спочатку $\varepsilon_{найб}$ і втратою напруги попередньої ділянки $\varepsilon_{найб i-1}$. Наприклад, для наступної ділянки: $\varepsilon_{найб 2} = \varepsilon_{найб} - \varepsilon_1$.

Приклад 4.4. Розрахувати мережу 380/220 В, показану на рис. 4.3. Проводи алюмінієві. Загальна втрата напруги $\varepsilon_{найб} = 3\%$.

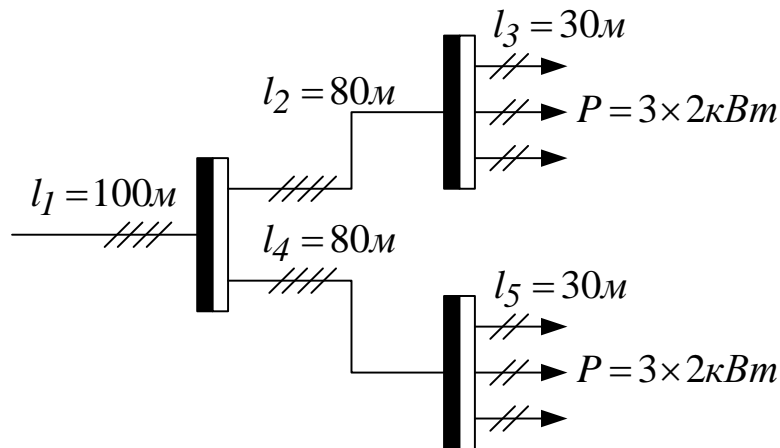


Рисунок 4.3 – Приклад освітлювальної мережі з симетричним освітлювальним навантаженням

1. Визначаємо моменти навантаження кожної з ділянок:

$$M_1 = l_1 \cdot P_1 = 100 \cdot 2 \cdot (3 \cdot 2) = 1200 \text{ [кВт}\cdot\text{м];}$$

$$M_2 = M_4 = l_2 \cdot P_2 = 80 \cdot (3 \cdot 2) = 480 \text{ [кВт}\cdot\text{м];}$$

$$m_3 = m_5 = l_3 \cdot P_3 = 30 \cdot 2 = 60 \text{ [кВт}\cdot\text{м].}$$

2. Визначаємо приведений момент навантаження:

$$M_{пр} = M_1 + M_2 + M_4 + \alpha \sum (3m_3 + 3m_5) = 1200 + 960 + 1.85 \cdot 360 = 2830 \text{ [кВт}\cdot\text{м].}$$

3. Визначається переріз першої ділянки:

$$s_1 = f(M_{пр}; \varepsilon_{найб}) = f(2830; 3) = 25 \text{ [мм}^2\text{].}$$

4. Визначається дійсне відхилення напруги на першій ділянці:

$$\varepsilon_1 = f(s_1; M_1) = f(25; 1200) \approx 1\% .$$

5. Визначаємо приведений момент навантаження для ділянки 2-3:

$$M_{пр2-3} = M_2 + \alpha 3m_3 = 480 + 1.85 \cdot 180 = 815 \text{ [кВт}\cdot\text{м].}$$

6. Визначається переріз другої ділянки:

$$s_2 = f(M_{пр2-3}; \varepsilon_{найб} - \varepsilon_1) = f(815; 2) = 10 \text{ [мм}^2\text{].}$$

7. Визначається дійсне відхилення напруги на другій ділянці:

$$\varepsilon_2 = f(s_2; M_2) = f(10; 480) \approx 1\% .$$

8. Визначається переріз третьої ділянки:

$$s_3 = f(m_3; \varepsilon_{найб} - \varepsilon_1 - \varepsilon_2) = f(60; 1) = 10 \text{ [мм}^2\text{].}$$

9. Дійсне відхилення напруги на третій ділянці:

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_{\text{найб}} - \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = 3 - 1 - 1 = 1\% .$$

Вказаний розрахунок передбачає, що навантаження фаз є симетричним. Інформацію про розрахунок несиметричних ліній можна знайти в [3, 10].

Приклад 4.5. Розрахувати мережу 380/220 В, план якої наведено на рис. 4.4. Проводи мідні. Загальна втрата напруги від РП до останнього світильника $\varepsilon_{\text{найб}} = 1\% .$

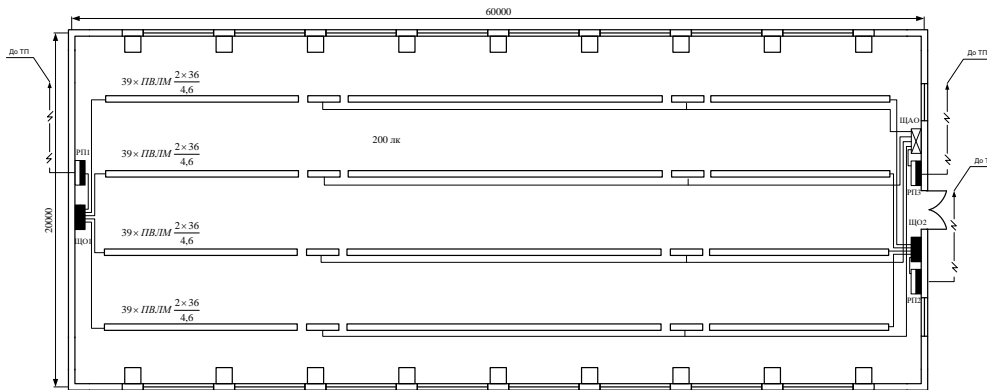


Рисунок 4.4 – План освітлювальної мережі

На основі плану освітлювальної мережі складено однолінійну схему освітлювальної мережі (рис. 4.5). Оскільки приміщення має значну довжину, то взято, що система робочого освітлення буде складатись з двох частин (лівої – 18 світильників і правої – 19 світильників), які живляться відповідно від РП1 і РП2. Враховуючи, що ці частини системи є майже симетричними, проведемо вибір перерізів провідників правої частини системи освітлення.

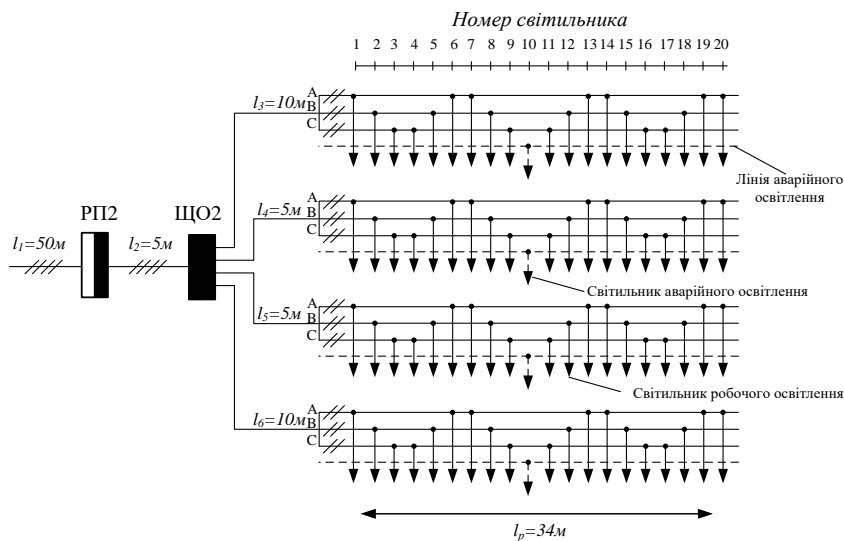


Рисунок 4.5 – Однолінійна схема освітлювальної мережі, що живиться від РП2

1. Визначаємо моменти навантаження кожної з ділянок:

– для ділянки 3 (для фаз А, В та С):

$$m_{3A} = Pl_3 + P(l_3 + 5l) + P(l_3 + 6l) + P(l_3 + 12l) + P(l_3 + 13l) + P(l_3 + 18l) + P(l_3 + 19l) = 7Pl_3 + (5 + 6 + 12 + 13 + 18 + 19)Pl = 7 \cdot 0,085 \cdot 10 + 73 \cdot 0,085 \cdot 1,75 = 16,81 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

$$m_{3B} = P(l_3 + l) + P(l_3 + 4l) + P(l_3 + 7l) + P(l_3 + 11l) + P(l_3 + 14l) + P(l_3 + 17l) = 6Pl_3 + (1 + 4 + 7 + 11 + 14 + 17)Pl = 6 \cdot 0,085 \cdot 10 + 54 \cdot 0,085 \cdot 1,75 = 13,13 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

$$m_{3C} = P(l_3 + 2l) + P(l_3 + 3l) + P(l_3 + 8l) + P(l_3 + 10l) + P(l_3 + 15l) + P(l_3 + 16l) = 6Pl_3 + (2 + 3 + 8 + 10 + 15 + 16)Pl = 6 \cdot 0,085 \cdot 10 + 54 \cdot 0,085 \cdot 1,75 = 13,13 \text{ [кВт}\cdot\text{м]},$$

– для ділянки 4 (для фаз А, В та С):

$$m_{4A} = Pl_4 + P(l_4 + 5l) + P(l_4 + 6l) + P(l_4 + 12l) + P(l_4 + 13l) + P(l_4 + 18l) + P(l_4 + 19l) = 7Pl_4 + (5 + 6 + 12 + 13 + 18 + 19)Pl = 7 \cdot 0,085 \cdot 5 + 73 \cdot 0,085 \cdot 1,75 = 13,83 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

$$m_{4B} = P(l_4 + l) + P(l_4 + 4l) + P(l_4 + 7l) + P(l_4 + 11l) + P(l_4 + 14l) + P(l_4 + 17l) = 6Pl_4 + (1 + 4 + 7 + 11 + 14 + 17)Pl = 6 \cdot 0,085 \cdot 5 + 54 \cdot 0,085 \cdot 1,75 = 10,58 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

$$m_{4C} = P(l_4 + 2l) + P(l_4 + 3l) + P(l_4 + 8l) + P(l_4 + 10l) + P(l_4 + 15l) + P(l_4 + 16l) = 6Pl_4 + (2 + 3 + 8 + 10 + 15 + 16)Pl = 6 \cdot 0,085 \cdot 5 + 54 \cdot 0,085 \cdot 1,75 = 10,58 \text{ [кВт}\cdot\text{м]}.$$

Оскільки ділянки 5 і 4, а також, відповідно, 6 і 3 однакові, то:

$$m_{5A} = m_{4A} = 13,83 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

$$m_{5B} = m_{4B} = 10,58 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

$$m_{5C} = m_{4C} = 10,58 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

$$m_{6A} = m_{3A} = 16,81 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

$$m_{6B} = m_{3B} = 13,13 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

$$m_{6C} = m_{3C} = 13,13 \text{ [кВт}\cdot\text{м]}.$$

– для ділянки 2:

$$M_2 = l_2 \cdot P_2 = 5 \cdot \frac{12,56}{2} = 31,4 \text{ [кВт}\cdot\text{м]}.$$

Момент навантаження на ділянці № 1 не розглядаємо, оскільки переріз цієї ділянки вибирається з врахуванням як освітлювального, так і силового навантаження. Нехай втрати напруги в тій ділянці не перевищують 2%.

2. Визначаємо приведений момент навантаження:

$$M_{np} = M_2 + \alpha \sum 2 \cdot (m_{3A} + m_{3B} + m_{3C} + m_{4A} + m_{4B} + m_{4C}) = 31,4 + 1,85 \cdot 156,12 = 320,2 \text{ [кВт}\cdot\text{м]}.$$

3. Визначається переріз другої ділянки:

$$s_2 = \frac{M_{np}}{c \varepsilon_{найб}} = \frac{320,2}{77 \cdot 1} = 4,15 \approx 6 \text{ [мм}^2\text{]}.$$

4. Визначається дійсне відхилення напруги на другій ділянці:

$$\varepsilon_2 = \frac{M_2}{c s_2} = \frac{31,4}{77 \cdot 6} \approx 0,06\% .$$

5. Визначається переріз третьої ділянки (для найбільш завантаженої фази А):

$$s_3 = \frac{m_{3A}}{c(\varepsilon_{найб} - \varepsilon_2)} = \frac{16,81}{12,8 \cdot (1 - 0,06)} \approx 1,39 \approx 1,5 \text{ [мм}^2\text{]}.$$

Для фаз В та С цієї ділянки беремо аналогічний переріз.

6. Визначається переріз четвертої ділянки (для найбільш завантаженої фази А):

$$s_4 = \frac{m_{4A}}{c(\varepsilon_{найб} - \varepsilon_2)} = \frac{13,83}{12,8 \cdot (1 - 0,06)} = 1,14 \approx 1,5 \text{ [мм}^2\text{]}.$$

Для фаз В та С цієї ділянки беремо аналогічний переріз. Для п'ятої і шостої ділянок перерізи такі самі.

Отже, для освітлювальної мережі вибираємо такі проводи:

РП2-ЩО2: АВВГ 4×6 – відкрито;

ЩО2-3: ПВ 4(1×2,5) – в коробах;

ЩО2-4: ПВ 4(1×2,5) – в коробах;

ЩО2-5: ПВ 4(1×2,5) – в коробах;

ЩО2-6: ПВ 4(1×2,5) – в коробах;

Приклад 4.6. Розглянемо випадок вибору перерізу проводів для однофазної освітлювальної електричної мережі (рис. 4.6).

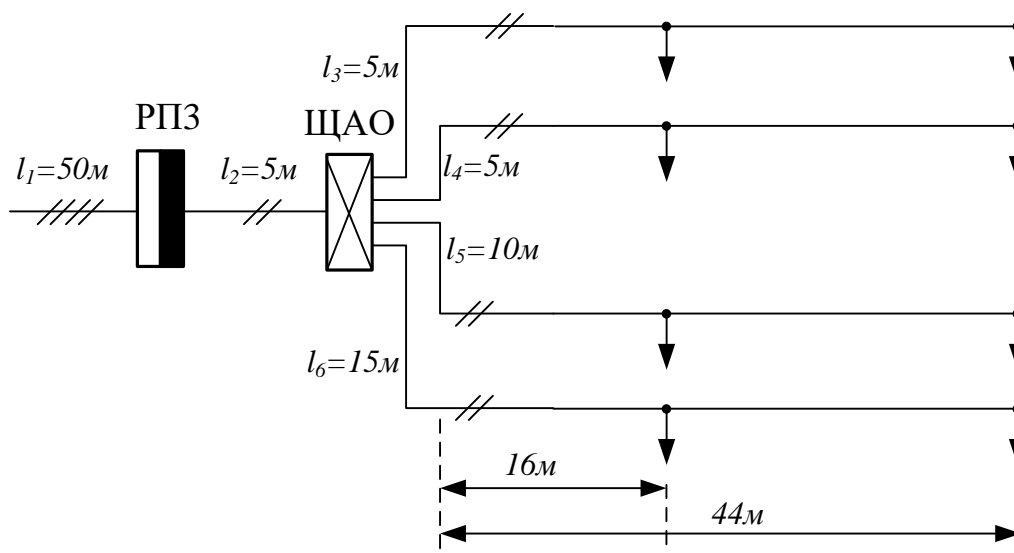


Рисунок 4.6 – Однолінійна схема освітлювальної мережі

1. Визначаємо моменти навантаження кожної з ділянок:

– для ділянки 6:

$$m_6 = P(l_6 + 16) + P(l_6 + 44) = 2Pl_6 + 60P = 2 \cdot 0,085 \cdot 15 + 60 \cdot 0,085 = 7,65 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

– для ділянки 2:

$$m_2 = P_2 l_2 = 8Pl_2 = 8 \cdot 0,085 \cdot 5 = 3,4 \text{ [кВт}\cdot\text{м]};$$

2. Визначається переріз шостої та другої ділянок:

$$s_6 = \frac{m_6}{c\varepsilon} = \frac{7,65}{12,8 \cdot 1} \approx 0,59 \approx 1,5 \text{ [мм}^2\text{]}.$$

$$s_2 = \frac{m_2}{c\varepsilon} = \frac{3,4}{12,8 \cdot 1} \approx 0,26 \approx 1,5 \text{ [мм}^2\text{]}.$$

3. Отже, для освітлювальної мережі вибираємо такі проводи:

РПЗ-ЩАО: ПВ 2×1,5 – в коробі;

ЩАО-6: ПВ 2×1,5 – в коробі.

4.5 Вибір щитів освітлення

Щитки освітлювальні серії ЩА

Щитки освітлювальні групові призначені для розподілу електричної енергії напругою 380/220В трифазного змінного струму частотою 50 Гц в

мережах з глухозаземленою нейтраллю, а також для нечастих (не більше 6 раз за годину) комутацій і захисту однофазних ліній від перевантажень та струмів короткого замикання [9].

Щитки призначені для встановлення в промислових та громадських приміщеннях на вертикальних поверхнях.

Номінальний режим роботи – тривалий.

Конструкція щитків ЩА

Щитки складаються з оболонки безкаркасної конструкції з кришкою, яка відкривається. В оболонку вмонтовується набір автоматичних вимикачів. Конструкція щитка забезпечує ввід та вивід живильної та ліній, що відходять, через верхню та нижню панель, відповідно.

Захист лінії здійснюється автоматичним вимикачем зі струмом уставки розчіплювачів 6; 10; 16; 25А.

Технічні характеристики

Номінальна напруга змінного струму – 380В, частота - 50 Гц.

Номінальний струм до 100 А. Ступінь захисту за ДСТУ EN 60529:2014–IP21.

Група умов експлуатації в частині впливів механічних факторів зовнішнього середовища М2.

Кліматичне виконання та категорія розміщення – УЗ.1 та УХЛ4.

Висота над рівнем моря до 2000 м. Допускається відхилення від робочого положення не більше 5°.

Вимоги безпеки відповідають ДСТУ EN 61439-1:2016, а також вимогам ПУЕ та «Правилам технічної експлуатації електроустановок споживачів». Вимоги пожежної безпеки відповідають ДСТУ 8828:2019.

Таблиця 4.7 – Відомості про освітлювальні щитки [9]

Тип щитка	Ном. струм, А	Тип ввідного апарата	Кількість ліній, які відходять, та дані про вимикачі
1	2	3	4
ЩА-601 (16)	63	-	6хАЕ1031 16А
ЩА-601 (25)	63	-	6хАЕ1031 25А
ЩА-611 (16)	63	АЕ2046	6хАЕ1031 16А
ЩА-611 (25)	63	АЕ2046	6хАЕ1031 25А
ЩА-1201 (16)	100	-	12хАЕ1031 16А
ЩА-1201 (25)	100	-	12хАЕ1031 25А
ЩА-1211 (16)	100	АЕ2056	12хАЕ1031 16А
ЩА-1211 (25)	100	АЕ2056	12хАЕ1031 25А

Ящики керування освітленням ЯУ096

Ящики керування зовнішнім освітленням типу ЯУ096 призначені для автоматичного, місцевого, ручного чи дистанційного (з диспетчерського пункту) керування освітлювальними мережами з джерелами світла (лампами розжарювання, ДРЛ, ДРИ, люмінесцентними та іншими) Ящики керування освітленням забезпечують:

- вмикання та вимикання освітлювальної установки від сигналу фотодатчика за досягнення заданого рівня освітленості;
- вмикання та вимикання освітлювальної установки в певні періоди часу (наприклад, в технічні перерви в роботі цеху) за програмами, що задані програматором режимів (тільки схема ЯУО 9601);
- ручне вмикання та вимикання освітлювальної установки кнопками, які встановлені на дверцятах ящика;
- вмикання та вимикання освітлювальної установки за допомогою пристроїв телемеханіки від диспетчерських пунктів енергослужб.

Шафи призначені для зовнішнього встановлення або в приміщенні.

Номинальний режим роботи тривалий, повторно-короткочасний та короткочасний.

Шафи виготовляються за ТУ У-24254314.004-97.

Конструкція ящиків керування освітленням ЯУ096

Ящик керування освітленням складається з двох частин: оболонки з листової сталі навісного захищеного виконання з передніми дверима та виносної фотоголовки – пластмасового корпусу з приладом для кріплення, в якому встановлюється фоторезистор. Ящик та фотоголовка з'єднуються зі споживачем 2-жильним неекранованим контрольним кабелем, з перерізом жили не менше 0,35мм², довжиною не більше 50 м.

Введення проводів та кабелів здійснюється через сальники, які встановлені зверху чи знизу ящика. На внутрішній поверхні дверей закріплена електрична схема ящика.

Всередині ящика на панелі розміщені:

- силова частина (автоматичний вимикач та електромагнітний пускач);

- апаратура керування (фотореле, клемні колодки, а в ящику типу ЯУО9601 – таймер режимів).

В ЯУО9601 можливий автоматичний режим керування освітленням тільки за часом, за часом та за рівнем освітленості або тільки за рівнем освітленості. Вибір режиму автоматичного керування освітленням здійснюється

перемикачем SA2, а оперативне перемикання – кнопками SB1, SB2, розташованими на дверях ящика. Перехід керування з автоматичного режиму («автом.») на ручний («місцево») здійснюється перемикачем SA1.

В схемі ЯУО9602 можливий автоматичний режим керування освітленням тільки за рівнем освітленості та ручний режим керування.

В схемі ЯУО9603 можливий автоматичний режим керування освітленням тільки за таймером та ручний режим керування.

Дистанційне керування може змінюватись від віддаленого комутаційного апарата (контакт КХ), наприклад, з диспетчерського пункту.

В ящиках керування освітленням для зовнішньої установки органи керування встановлені всередині оболонки.

Технічні характеристики та умовні позначення

Номинальна напруга змінного струму – 660/380В, частота – 50 Гц. Номинальний струм – до 160 А.

Верхня межа встановлення освітленості становить 2200 лк, нижня межа – 220 лк. Зберігання уставок вмикання–вимикання за знятого живлення – 150 год. Точність виконання програми – 10 с/год.

Ступінь захисту шаф відповідно до ДСТУ EN 60529:2018: IP21, IP54.

Умови експлуатації:

- висота над рівнем моря не більше 2000 м;
- навколишнє середовище невибухобезпечне, яке не містить агресивних газів та парів в концентраціях, що руйнують метал, ізоляцію та пластмасу;
- температура навколишнього середовища для ящиків за експлуатації від мінус 10 до плюс 40 °С, відносна вологість повітря до 98% за температури плюс 25 °С, для виносної фотоголовки температура навколишнього середовища від мінус 40 °С до плюс 40 °С, відносна вологість повітря до 98% за температури плюс 25 °С;
- група умов експлуатації в частині впливів механічних факторів зовнішнього середовища М1;
- навколишнє середовище в частині корозійної активності має відповідати групі 1 (Л).

Кліматичне виконання та категорія розміщення УЗ, УЗ.1, УХЛ4.

Робоче положення – вертикальне з допустимим відхиленням від нього в будь-яку сторону на 5°. В робочому положенні фотоголовки встановлюються вертикально на кронштейні з напрямком світлочутливої площини фоторезистора, що виключає попадання світлового потоку від світильників.

Вимоги безпеки відповідають ДСТУ EN 61439-1:2016, а також вимогам ПУЕ та «Правилам технічної експлуатації електроустановок споживачів». Вимоги пожежної безпеки відповідають ДСТУ 8828:2019.

Умовне позначення ящиків керування освітленням виконується за такою схемою:

Я УО Н 9 6 0Х- ХХ Х Х - ХХ ХХ
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Я – ящик керування;

УО – керування освітленням;

конструктивне виконання: Н – зовнішнє встановлення (органи керування закриті дверима), якщо позначення відсутнє, то – загальнопромислове виконання (органи керування на дверях);

4 – НКУ автоматичного керування;

5 – НКУ програмного керування;

6 – тип керування (01 – керування від таймера та фотореле; 02 – керування від фотореле; 03 – керування від таймера);

7 – модифікація за струмом;

8 – модифікація за напругою силової мережі (4 – 220 В, 50Гц; 7 – 380 В, 50 Гц);

9 – модифікація за напругою мережі керування (4 – 220 В, 50 Гц; 7 – 380 В, 50 Гц);

10 – ступінь захисту оболонки (21 – IP21; 54 – IP54);

11 – кліматичне виконання та категорія розміщення – УЗ, УЗ.1, УХЛ4.

Ящик керування освітленням ЯУ09601

Принципову електричну схему ящика керування освітленням ЯУ090601 наведено на рис. 4.7.

**УКРАЇНСЬКО-АНГЛІЙСЬКИЙ СЛОВНИК НАЙБІЛЬШ
ВЖИВАНИХ ТЕРМІНІВ**

Електричне освітлення	Electric lighting
Система електропостачання	Power supply system
Методи розрахунку	Calculation methods
Засіб вимірювання	Measuring device
Система освітлення	Lighting system
Споживач	Consumer
Освітлювальна установка	Lighting installation
Світильник	Illuminator

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Булига Ю. В., Громова Л. П., Обертюх Р. Р. Положення про курсове проектування у Вінницькому національному технічному університеті. Вінниця : ВНТУ, 2018. 52 с.
2. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2018. К. : Мінрегіон України, 2018. 133 с.
3. Кнорринг Г. М., Фадин И. М., Сидоров В. Н. Справочная книга для проектирования электрического освещения. СПб. : Энергоатомиздат, 1992. 448 с.
4. Шеховцов В. П. Осветительные установки промышленных и гражданских объектов. М. : Форум, 2009. 160 с.
5. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. М. : Знак, 2006. 972 с.
6. Энергосбережение в освещении / под ред. Ю. Б. Айзенберга. М. : Знак, 1999. 264 с.
7. Люминесцентные лампы. Технические характеристики, виды, устройство люминесцентных ламп. URL: https://eti.su/articles/spravochnik/spravochnik_1788.html (дата звернення: 05.01.2022).
8. Каталог - світильники і прожектори корпорації ВАТРА ООО «ОСП Корпорация ВАТРА. URL: [http://vatra.ua/download/VATRA-UKR_catalog_\(lighting\).pdf](http://vatra.ua/download/VATRA-UKR_catalog_(lighting).pdf) (дата звернення: 05.01.2022).
9. Терешкевич Л. Б., Терешкевич Н. В., Волоцький А. М. Проектування цехових електричних мереж і освітлювальних установок : довідник для студ. енергетичних спец. : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2005. 108 с.
10. Справочная книга для проектирования электрического освещения / под ред. Г. М. Кнорринга. Л. : Энергия, 1976. 384 с.
11. Кнорринг Г. М. Светотехнические расчёты в установках искусственного освещения. Л. : Энергия, 1973. 199 с.
12. Пособие по расчету и проектированию естественного, искусственного и совмещенного освещения. Москва : Стройиздат, 1985. 385 с.
13. Бабенко О. В. Підвищення швидкодії застосування точкового методу під час розрахунку системи освітлення з круглосиметричними світильниками. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2014. № 2. С. 50–54.
14. Бабенко О. В., Захаров В. В., Ферфецький Д. Л. Метод перехресної перевірки результатів оцінювання освітлювального навантаження під час проведення енергетичного аудиту виробничих приміщень. Наукові праці ВНТУ. 2014. № 2. С. 1–6.

- 15.Бабенко О. В., Захаров В. В., Видмиш А. А. Наближений метод побудови кривої сили світла світильників вуличного освітлення. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2015. № 2. С. 38–42.
- 16.ДСТУ Б А.2.4-18:2008. СПДБ. Електричне освітлення території промислових підприємств. Робочі креслення.
- 17.ДСТУ Б А.2.4-19:2008. СПДБ. Зображення умовні графічні електрообладнання і проводок на планах.
- 18.ДСТУ Б А.2.4-24:2008. СПДБ. Внутрішнє електричне освітлення. Робочі креслення.
- 19.Проектирование осветительных электроустановок промышленных предприятий. Внутреннее освещение. Нормы технологического проектирования. М. : ВНИПКИ «Тяжпромэлектропроект», 1996. 87 с.
- 20.Правила улаштування електроустановок : затверджені наказом Мінерговугілля України від 21.07.2017 р. № 476. Київ, 2017.
- 21.Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. НПАОП 40.1-1.32-01 : затверджені наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 21.06.2001 р. № 272.
- 22.Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 : затверджені наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства від 01.07.2016 р. № 204.
- 23.Справочник по проектированию электроснабжения / под ред. Ю. Г. Барыбина и др. М. : Энергоатомиздат, 1990. 576 с.
- 24.Бурбело М. Й., Бірюков О. О., Мельничук Л. М. Системи електропостачання. Елементи теорії та приклади розрахунків : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2012. 204 с.
- 25.Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення : ДБН В.2.5-23-2010. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 165 с.
- 26.Параметры запуска для традиционных источников света. URL: <https://www.elec.ru/publications/osveschenie/4179/> (дата звернення: 05.01.2022)
- 27.Лампи розжарювання загального призначення класичні. URL: <http://iskra.com.ua/index.php/uk-UA/produksiya-iskra/lampy-rozzharyuvannya-iskra/lampy-rozzharyuvannya-zahalnoho-pryznachennya-klasichni> (дата звернення: 05.01.2022)

Додаток А
Зразок титульної сторінки

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання
та енергетичного менеджменту
(повна назва кафедри, циклової комісії)

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни «Освітлення промислових споруд та житлових будинків»
(назва дисципліни)

на тему: «Розрахунок системи освітлення КП «ВТК»
08-17.ОПСЖП.01.01.00.000 ПЗ

Студента 1 курсу ЕСЕ-20м групи
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
спеціалізації «Електротехнічні системи
електроспоживання»

Бажура В.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник доц., к.т.н., каф. ЕСЕЕМ

(посада, вчене звання)

Бабенко О.В.

(науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Члени комісії

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Вінниця – 2021 рік

Додаток Б
Індивідуальне завдання

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри ЕСЕЕМ

_____ 20__ р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

на курсову роботу з дисципліни «Освітлення промислових споруд та житлових будинків» студенту факультету

_____ групи _____ Іванову П. Г.
Виконати розрахунок системи освітлення підприємства «**Назва підприємства**»

Вихідні дані курсової роботи: характеристики приміщення, для якого пропонується розробка системи освітлення: розміри, характеристики стелі, стін і розрахункової поверхні (коефіцієнти відбиття), розряд зорової роботи, характеристика середовища приміщення, вимоги до джерел світла, вимоги до світильників, вимоги до системи електропостачання.

ЗМІСТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Титульний лист

Анотація

Індивідуальне завдання

Зміст

Вступ

1. Збір інформації про об'єкт проектування

1.1 Характеристики приміщення і умов виробничого процесу

1.2 Вибір системи освітлення

1.3 Вибір джерела світла

1.4 Вибір та розташування світильників

2. Розробка світлотехнічної частини системи освітлення

2.1 Розрахунок системи освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку

2.2 Розрахунок системи освітлення точковим методом

3. Проектування електротехнічної частини системи освітлення

3.1 Складання схеми електропостачання освітлення

3.2 Вибір провідників освітлювальної мережі та апаратів захисту

Висновки

Література

Додаток А. Технічне завдання.

Додаток Б. План освітлювальної мережі.

Додаток В. Принципова схема живильної мережі

Дата видачі _____ р. Керівник _____

Завдання отримав _____

Додаток В
Технічне завдання

Затверджую
Керівник, к.т.н., доц., О. В. Бабенко

(підпис)

«__» _____ 202_р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
На проведення розрахунку системи освітлення ПАТ «ВОЖК»

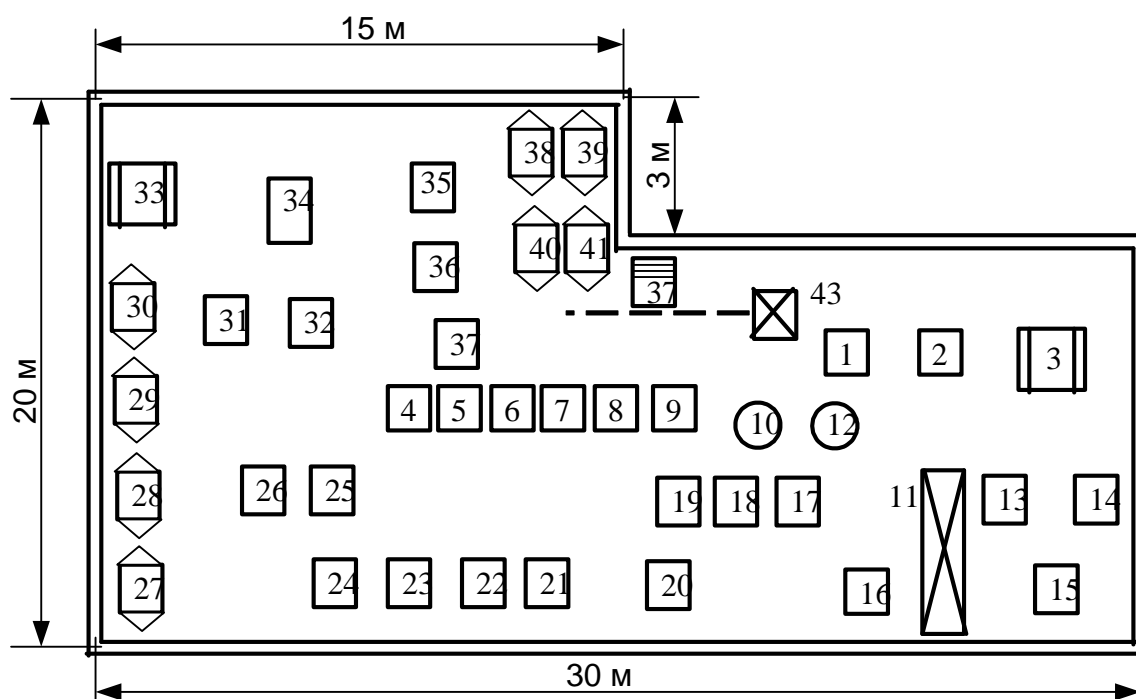


Рисунок В.1 – План цеху

Відомості про технологічний процес цеху

Таблиця В.1 – Відомості про електричне навантаження цеху

№ на плані	Назва електроприймача
1	Газовий насос
2	Вакуумний насос
3	Компресор
4-9	Центрифуга
10, 12	Генератор-двигун
11	Кран-балка
13-15	Насос

Продовження таблиці В.1

16-26	Насос
27-30	Дискові фільтри
31, 32	Насос густого сиропу
33	Компресор
34	Мішалка
35-37	Насос сирого сиропу
38-41	Фільтри
42	Транспортер
43	Тельфер

Технологічний процес – оброблення металу

Тривалість зміни – 8 годин.

Розряд зорових робіт – II

Розрахункова висота: 3,5 м.

Характер приміщення – сухе.

Характеристики приміщення: стелі – бетонна світло-сірого кольору, стіни – сірого кольору, робоча поверхня – металеві столи, темно сірого кольору.

Вимоги до джерел світла: передбачає відсутність стробоскопічного ефекту.

Вимоги до світильників: класу IP 20,

Вимоги до системи електропостачання: виконана кабельними лініями або проводами в гофрорукавах.

Крайній термін виконання КП « ____ » _____ 202_ р.

Початок розробки « ____ » _____ 202_ р.

Порядок контролю та прийняття

Виконання етапів графічної та розрахункової документації курсової роботи контролюється викладачем згідно з графіком виконання роботи. Прийняття роботи здійснюється комісією, затвердженою зав. кафедрою згідно з графіком захисту. Коректування технічного завдання допускається з дозволу керівника роботи.

Розробив студент групи _____
(підпис, прізвище та ініціали)

Додаток Г
Характеристики джерел світла

Таблиця Г.1 – Характеристики ламп розжарювання

Тип лампи	Номінальна потужність, Вт	Номінальний світловий потік, лм	Цоколь
Б 230-25	25	220	E27
Б 230-40	40	415	E27
Б 230-60	60	710	E27
Б 230-75	75	935	E27
Б 230-100	100	1340	E27
Б 230-150	150	2160	E27
Б 230-200	200	3040	E27
Б 230-300	300	4850	E27, E40
Б 230-500	500	8820	E40
Б 230-750	750	13000	E40

Таблиця Г.2 – Електричні і світлові характеристики основних типів люмінесцентних ламп [7]

Найменування	Потужність, Вт	Середня тривалість роботи, год	Світловий потік, лм	Тип цоколю
ЛБ-18	18	12000	1060	G13d
ЛД-18	18	12000	850	G13d
ЛБ-20	20	12000	1060	G13d
ЛД-20	20	12000	960	G13d
ЛДЦ-20-2	20	12000	860	G13d
ЛБ-20-2	20	12000	1060	G13d
ЛД-20-2	20	12000	960	G13d
ЛБ-30	30	10000	2020	G13d
ЛБ-36	36	12000	2800	G13d
ЛД-36	36	12000	2300	G13d
ЛБ-40	40	12000	3000	G13d
ЛД-40	40	12000	2300	G13d
ЛБ-40-2	40	12000	3000	G13d
ЛД-40-2	40	12000	2300	G13d
ЛБ-65	65	12000	4600	G13d
ЛД-65	65	12000	3750	G13d
ЛБ-80	80	12000	5200	G13d
ЛД-80	80	12000	4250	G13d

Таблиця Г.3 – Електричні й світлові характеристики ламп ДРЛ

З виправленою колірністю				Металогалогенні			
Тип лампи	Потужність, Вт	Напруга, В	Світловий потік, лм	Тип лампи	Потужність, Вт	Напруга, В	Світловий потік, лм
ДРЛ80	80	115	3200	ДРН250	250	220	18700
ДРЛ 125	125	125	5200	ДРН400	400	220	34000
ДРЛ250	250	130	11500	ДРН700	700	220	59500
ДРЛ400	400	135	20000	ДРН1000	1000	220	90000
ДРЛ700	700	140	36000	ДРН2000	2000	380	100000
ДРЛ 1000	1000	145	52000				

Таблиця Г.4 – Характеристики натрієвих ламп

Тип	W, Вт	Лм	Тип цоколя	Термін служби
ДНаТ 70	70	6000	E27	28 500
ДНаТ 100	100	9600	E40	28 500
ДНаТ 150	150	15000	E40	28 500
ДНаТ 250	250	27500	E40	28 500
ДНаТ 400	400	48000	E40	28 500
ДНаТ 1000	1000	130000	E40	28 500

Додаток Д
Характеристики вибухозахищених світильників

Таблиця Д.1 – Технічні характеристики світильників ЛСП-03ВЕх-1*65(80); ЛСП-03ВЕх-2*65(80)

Тип світильника	Номінальна потужність, Вт	Номінальна напруга, В	Частота, Гц	Клас захисту від враження електричним струмом	Ступінь захисту	Виконання за вибухозахис- том	Температурний клас	Кліматичне виконання	Категорія розміщення	Вибухонебезпечні зони					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
ЛСП-03ВЕх-1x80-411	1x80	220	50	I	IP54	2ExedIICT4	T4	У	3	В-Ia, В-Iб, В-II, В-IIa,					
ЛСП-03ВЕх-1x80-412								ХЛ							
ЛСП-03ВЕх-1x80-411								У							
ЛСП-03ВЕх-1x80-412								ХЛ							
ЛСП-03ВЕх-1x80-411								У							
ЛСП-03ВЕх-1x80-412								ХЛ							
ЛСП-03ВЕх-1x80-421			60			50	60	2ExedIICT5			T5	У			
ЛСП-03ВЕх-1x80-422												ХЛ			
ЛСП-03ВЕх-1x80-411												У			
ЛСП-03ВЕх-1x80-412												ХЛ			
ЛСП-03ВЕх-1x80-421												У			
ЛСП-03ВЕх-1x80-422												ХЛ			
ЛСП-03ВЕх-1x65-511	1x65	220	50	I	IP54	2ExedIICT5	T5	У	3	В-Ia, В-Iб, В-II, В-IIa,					
ЛСП-03ВЕх-1x65-512								ХЛ							
ЛСП-03ВЕх-1x65-511								У							
ЛСП-03ВЕх-1x65-512								ХЛ							
ЛСП-03ВЕх-1x65-511								У							
ЛСП-03ВЕх-1x65-512								ХЛ							
ЛСП-03ВЕх-1x65-521								50			50	50	2ExedIICT5	T5	У
ЛСП-03ВЕх-1x65-522															ХЛ
ЛСП-03ВЕх-1x65-511															У
ЛСП-03ВЕх-1x65-512															ХЛ
ЛСП-03ВЕх-1x65-521															У
ЛСП-03ВЕх-1x65-522															ХЛ
ЛСП-03ВЕх-2x80-411	2x80	220	50	I	IP54	2ExedIICT4	T4	У	3	В-Ia, В-Iб, В-II, В-IIa,					
ЛСП-03ВЕх-2x80-412								ХЛ							
ЛСП-03ВЕх-2x80-411								У							
ЛСП-03ВЕх-2x80-412								ХЛ							
ЛСП-03ВЕх-2x80-411	2x80	220	50	I	IP54	2ExedIICT5	T5	У	3	В-Ia, В-Iб, В-II, В-IIa,					
ЛСП-03ВЕх-2x80-412								ХЛ							
ЛСП-03ВЕх-2x80-411								У							
ЛСП-03ВЕх-2x80-412								ХЛ							

Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ЛСП-03ВЕх-2х80-412										
ЛСП-03ВЕх-2х80-421										
ЛСП-03ВЕх-2х80-422										
ЛСП-03ВЕх-2х80-411										
ЛСП-03ВЕх-2х80-412										
ЛСП-03ВЕх-2х80-421	2х80		60				Т4	Т		
ЛСП-03ВЕх-2х80-422										
ЛСП-03ВЕх-2х65-511	2х65	220	50	I	IP54	2ExedIICT5	Т5	У	3	В-Ia, В-Iб, В-II, В-IIa,
ЛСП-03ВЕх-2х65-512								ХЛ		
ЛСП-03ВЕх-2х65-511								У		
ЛСП-03ВЕх-2х65-512										
ЛСП-03ВЕх-2х65-511										
ЛСП-03ВЕх-2х65-512										
ЛСП-03ВЕх-2х65-521								60		
ЛСП-03ВЕх-2х65-522								50		
ЛСП-03ВЕх-2х65-511								60		
ЛСП-03ВЕх-2х65-512										
ЛСП-03ВЕх-2х65-521										
ЛСП-03ВЕх-2х65-522										

Таблиця Д.2 – Технічні характеристики світильників ЛСП-03ВЕх-1*65(80); ЛСП-03ВЕх-2*65(80) (додатково до наведених в табл. Д.1)

Тип світильника	Пожежобезпечні зони	Тип джерела світла	Крива сили світла	Клас світлорозподілу	ККД, %	Коефіцієнт потужності, cosφ	Габарити LxВxН, мм	Маса, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЛСП-03ВЕх-1х80-411	II-I, II-II	ЛБ-80	Д	Р	62	0,4	1695x205x390 з відбивачем 1695x113x390 без відбивача	14,5
ЛСП-03ВЕх-1х80-412			М		72			12,3
ЛСП-03ВЕх-1х80-411			Д		62			14,5
ЛСП-03ВЕх-1х80-412			М		72			12,3
ЛСП-03ВЕх-1х80-411			Д		62			14,5
ЛСП-03ВЕх-1х80-412			М		72			12,3
ЛСП-03ВЕх-1х80-421			Д		62			14,5
ЛСП-03ВЕх-1х80-422			М		72			12,3
ЛСП-03ВЕх-1х80-411			Д		62			15
ЛСП-03ВЕх-1х80-412			М		72			12,8

Продовження таблиці Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
ЛСП-03ВЕх-1х80-421		ЛБ-65	Д	Р	62	0,4	1695х205х390 з від- бивачем 1695х113х390 без відбивача		15				
ЛСП-03ВЕх-1х80-422			М		72				12,8				
ЛСП-03ВЕх-1х65-511			Д		62				15				
ЛСП-03ВЕх-1х65-512			М		72				12,8				
ЛСП-03ВЕх-1х65-511			Д		62				15				
ЛСП-03ВЕх-1х65-512			М		72				12,8				
ЛСП-03ВЕх-1х65-511	II-I, II-II	ЛБ-65	Д	Р	62	0,4	1695х205х390 з від- бивачем 1695х113х390 без відбивача		15				
ЛСП-03ВЕх-1х65-512			М		72				12,8				
ЛСП-03ВЕх-1х65-521			Д		62				15				
ЛСП-03ВЕх-1х65-522			М		72				12,8				
ЛСП-03ВЕх-1х65-511			Д		62				15				
ЛСП-03ВЕх-1х65-512			М		72				12,8				
ЛСП-03ВЕх-1х65-521		Д	62		15								
ЛСП-03ВЕх-1х65-522		М	72		12,8								
ЛСП-03ВЕх-2х80-411		ЛБ-80	Д		Р				62	0,92	1695х230х405 без відбивача 1695х310х405 з від- бивачем		27,5
ЛСП-03ВЕх-2х80-412			М						72				24,5
ЛСП-03ВЕх-2х80-411			Д						62				27,5
ЛСП-03ВЕх-2х80-412			М						72				24,5
ЛСП-03ВЕх-2х80-411	Д		62	27,5									
ЛСП-03ВЕх-2х80-412	М		72	24,5									
ЛСП-03ВЕх-2х80-421	Д	62	27,5										
ЛСП-03ВЕх-2х80-422	М	72	24,5										
ЛСП-03ВЕх-2х80-411	ЛБ-80	Д	Р	62		0,9	1695х230х405 без відбивача 1695х310х405 з відбивачем		27,5				
ЛСП-03ВЕх-2х80-412		М		72					24,5				
ЛСП-03ВЕх-2х80-421		Д		62					27,5				
ЛСП-03ВЕх-2х80-422		М		72					24,5				
ЛСП-03ВЕх-2х65-511		Д		62	28,5								
ЛСП-03ВЕх-2х65-512		М		72	25,5								
ЛСП-03ВЕх-2х65-511	ЛБ-65	Д		Р	62				0,9	1695х230х405 без відбивача 1695х310х405 з відбивачем		28,5	
ЛСП-03ВЕх-2х65-512		М			72							25,5	
ЛСП-03ВЕх-2х65-511		Д			62							28,5	
ЛСП-03ВЕх-2х65-512		М			72							25,5	
ЛСП-03ВЕх-2х65-511		Д			62							28,5	
ЛСП-03ВЕх-2х65-512		М			72							25,5	
ЛСП-03ВЕх-2х65-521	Д	62	28,5										
ЛСП-03ВЕх-2х65-522	М	72	25,5										
ЛСП-03ВЕх-2х65-511	Д	62	28,5										
ЛСП-03ВЕх-2х65-512	М	72	25,5										
ЛСП-03ВЕх-2х65-521	Д	62	28,5										
ЛСП-03ВЕх-2х65-522	М	72	25,5										

Таблиця Д.3 – Технічні характеристики світильників РСП – 11ВEx – 125; РСП – 11ВEx – 250; ГСП – 11ВEx – 175; ЖСП – 11ВEx – 100; ЖСП – 11ВEx – 150

Тип світильника	Номінальна потужність, Вт	Номінальна напруга, В	Частота, Гц	Вид струму	Клас захисту від враження електричним струмом	Ступінь захисту	Виконання за вибухозахистом	Температурний клас	Кліматичне виконання	Категорія розміщення	Вибухонебезпечні зони
РСП-11ВEx-125-511	125	220	50	Змінний	І	IP65	IExdeIIС	T5	У, ХЛ, Т	1	В-Ia, В-Iб, В-II, В-IIa,
РСП-11ВEx-125-512			60								
РСП-11ВEx-125-521	250		50								
РСП-11ВEx-125-522			60								
РСП-11ВEx-250-411			50								
РСП-11ВEx-250-412			60								
РСП-11ВEx-250-421	100		50								
РСП-11ВEx-250-422			60								
ЖСП-11ВEx-100-611	150		50								
ЖСП-11ВEx-100-612			60								
ЖСП-11ВEx-100-621			50								
ЖСП-11ВEx-100-622			60								
ЖСП-11ВEx-150-411	175		50								
ЖСП-11ВEx-150-412			60								
ЖСП-11ВEx-150-421		50									
ЖСП-11ВEx-150-422		60									
ГСП-11ВEx-175-411	175	50									
ГСП-11ВEx-175-412		60									
ГСП-11ВEx-175-421		50									
ГСП-11ВEx-175-422		60									

Таблиця Д.4 – Технічні характеристики світильників РСП – 11ВEx – 125; РСП – 11ВEx – 250; ГСП – 11ВEx – 175; ЖСП – 11ВEx – 100; ЖСП – 11ВEx – 150 (додатково до наведених в табл. Д.3)

Тип світильника	Пожежобезпечні зони	Тип джерела світла	Крива сили світла	Клас світлорозподілення	ККД, %	Коефіцієнт погужності, cosφ	Габарити DxH, мм	Маса, кг
РСП-11ВEx-125-511	П-I, П-II	ДРЛ-125	М,Д,Г	Р	55	0,85	546x580	20
РСП-11ВEx-125-512					70		295x580	18
РСП-11ВEx-125-521					55		546x580	20
РСП-11ВEx-125-522					70		295x580	18
РСП-11ВEx-250-411		ДРЛ-250			55		546x580	22
РСП-11ВEx-250-412					70		295x580	19
РСП-11ВEx-250-421					55		546x580	22
РСП-11ВEx-250-422					70		295x580	19
ЖСП-11ВEx-100-611		ДНаТ-100			55		546x580	19
ЖСП-11ВEx-100-612					70		295x580	17
ЖСП-11ВEx-100-621					55		546x580	19
ЖСП-11ВEx-100-622					70		295x580	17
ЖСП-11ВEx-150-411		ДНаТ-150			55		546x580	20
ЖСП-11ВEx-150-412					70		295x580	18
ЖСП-11ВEx-150-421					55		546x580	20
ЖСП-11ВEx-150-422					70		295x580	18
ГСП-11ВEx-175-411		ДРИ-175			55		546x580	20
ГСП-11ВEx-175-412					70		295x580	18
ГСП-11ВEx-175-421					55		546x580	20
ГСП-11ВEx-175-422					70		295x580	18

Таблиця Д.5 – Технічні характеристики світильників НСП-23-200

Тип світильника	Номінальна потужність, Вт	Номінальна напруга, В	Частота, Гц	Вид струму	Клас захисту від враження електричним струмом	Ступінь захисту	Виконання за вибухозахистом	Температурний клас	Кліматичне виконання	Категорія розміщення	Вибухонебезпечні зони
НСП-23-200-001,002	200	220	50	Змінний	I	IP54	2ExdeIIС	T2	У, ХЛ,Т	I	В-Ia, В-Iб, В-II, В-IIa
НСП-23-200-003,004											
НСП-23-200-005,006											

Таблиця Д.6 – Технічні характеристики світильників НСП-23-200 (додатково до наведених в табл. Д.5)

Тип світильника	Тип живлення світла	Крива сили світла	Клас світлорозподілення	ККД %	Габарити DxH, мм	Маса, кг
НСП-23-200-001,002	Г-200	Спец	Н	70	240x350	6,3
НСП-23-200-003,004		Д	П	60	410x350	7,4
НСП-23-200-005,006		М	Н	75	240x330	5,9

Таблиця Д.7 – Технічні характеристики світильників ГВП-14ВEx-250; ЖВП-14ВEx-100; ЖВП-14ВEx-150; РВП-14ВEx-125; РВП-14ВEx-250

Тип світильника	Номінальна потужність, Вт	Номінальна напруга, В	Частота, Гц	Клас захисту від враження електричним струмом	Ступінь захисту	Виконання за вибухозахистом	Температурний клас	Кліматичне виконання	Категорія розміщення	Вибухонебезпечні зони	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
РВП-14В-125-001	125	220	50	I	IP65	2ExdeIIС	T2	У, ХЛ, Т	2	В-Іб, В-Іа	
РВП-14В-125-002											
РВП-14В-250-001	250										
РВП-14В-250-002											
РПП-14В-250-001	125										
РПП-14В-250-002											
РПП-14В-250-001	250										
РПП-14В-250-002											
ГВП-14В-250-001	250										
ГВП-14В-250-002											
ГПП-14В-250-001											
ГПП-14В-250-002											
ЖВП-14В-100-001	100										
ЖВП-14В-100-002											
ЖВП-14В-150-001	150										
ЖВП-14В-150-002											
ЖПП-14В-100-001	100										
ЖПП-14В-100-002											
ЖПП-14В-150-001	150										
ЖПП-14В-150-002											
РВП-14В2Ex-125-021	125	250									
РВП-14В2Ex-125-022											
РПП-14В2Ex-125-021											
РПП-14В2Ex-125-022											
ГВП-14В2Ex-250-021	250										
ГВП-14В2Ex-250-022											
ГПП-14В2Ex-250-021											
ГПП-14В2Ex-250-022											
ЖВП-14В2Ex-100-021	100										
ЖВП-14В2Ex-100-022											
											В-Іг

Продовження таблиці Д.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ЖВП-14В2Ех-150-021	150	220	50	I	IP65	2ExdeIIС	T2	У, ХЛ, Т	2	В-Іг
ЖВП-14В2Ех-150-022										
ЖПП-14В2Ех-100-021	100									
ЖПП-14В2Ех-100-022										
ЖПП-14В2Ех-150-021	150									
ЖПП-14В2Ех-150-022										

Таблиця Д.8 – Технічні характеристики світильників ГВП-14ВEx-250; ЖВП-14ВEx-100; ЖВП-14ВEx-150; РВП-14ВEx-125; РВП-14ВEx-250 (додаково до наведених в табл. Д.7)

Тип світильника	Пожегобезпечні зони	Тип джерела світла	Крива сили світла	Клас світлорозподілу	ККД, %	Коефіцієнт потужності, cosφ	Габарити LxВxН, мм	Маса, кг	
РВП-14В-125-001	II-I, II-II	ДРЛ-125	Л	II	55	0,85	465x465x210	12	
РВП-14В-125-002						0,50			
РВП-14В-250-001		ДРЛ-250				0,85			
РВП-14В-250-002						0,55			
РПП-14В-250-001		ДРЛ-125				0,85		14	
РПП-14В-250-002						0,50			
РПП-14В-250-001		ДРЛ-250				0,85			
РПП-14В-250-002						0,50			
ГВП-14В-250-001		ДНаТ-250				0,85		13	
ГВП-14В-250-002						0,55			
ГПП-14В-250-001						0,85		15	
ГПП-14В-250-002						0,55			
ЖВП-14В-100-001						ДРИ-100		0,85	12
ЖВП-14В-100-002								0,40	
ЖВП-14В-150-001						ДРИ-150		0,85	
ЖВП-14В-150-002								0,40	
ЖПП-14В-100-001						ДРИ-100		0,85	
ЖПП-14В-100-002								0,40	
ЖПП-14В-150-001		ДРИ-150				0,85			
ЖПП-14В-150-002						0,40			
РВП-14В2Ex-125-021	ДРЛ-125	0,85	465x465x210						
РВП-14В2Ex-125-022		0,50							
РПП-14В2Ex-125-021		0,85	470x470x220						
РПП-14В2Ex-125-022		0,50							
ГВП-14В2Ex-250-021	ДНаТ-250	0,85	470x470x220						
ГВП-14В2Ex-250-022		0,55							
ГПП-14В2Ex-250-021		0,85	465x465x210						
ГПП-14В2Ex-250-022		0,55							
ЖВП-14В2Ex-100-021		ДРИ-100	0,85	465x465x210					
ЖВП-14В2Ex-100-022			0,40						
ЖВП-14В2Ex-150-021		ДРИ-150	0,85	465x465x210					
ЖВП-14В2Ex-150-022			0,40						
ЖПП-14В2Ex-100-021		ДРИ-100	0,85	470x470x220					
ЖПП-14В2Ex-100-022			0,40						
ЖПП-14В2Ex-150-021	ДРИ-150	0,85	470x470x220						
ЖПП-14В2Ex-150-022		0,40							

Додаток Е

Характеристики світильників для промислових приміщень з нормальним та важким навколишнім середовищем

Таблиця Е.1 – Технічні характеристики світильників ЛСП-02В-1Х18(20); ЛСП-02В-1Х36(40); ЛСП-02В-1Х58(65); ЛСП-02В-2Х36(40); ЛСП-02В-2Х58(65)

Тип світильника	Номінальна потужність, Вт	Номінальна напруга, В	Частота, Гц	Вид струму	Клас захисту від вражень ел. струмом	Ступінь захисту	Категорія розміщення	Кліматичне виконання	Тип живлення світла	Вибухонебезпечні зони				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
ЛСП-02В-18-111,-112	18	220, 230, 240	50	Змінний	I	IP65	4 5	УХЛ, О	ЛБ-18	В-Іб, В-Іа				
ЛСП-02В-36-111,-112	36								ЛБ-36					
ЛСП-02В-58-111,-112	58								ЛБ-58					
ЛСП-02В-2х36-111,-112	2х36								ЛБ-36					
ЛСП-02В-2х58-111,-112	2х58								ЛБ-58					
ЛСП-02В-18-121,-122 Екс	18		60						I		IP65	4 5	УХЛ, О	ЛБ-18
ЛСП-02В-36-121,-122 Екс	36													ЛБ-36
ЛСП-02В-58-121,-122 Екс	58													ЛБ-58
ЛСП-02В-2х36-121,-122 Екс	2х36													ЛБ-36
ЛСП-02В-2х58-121,-122 Екс	2х58													ЛБ-58
ЛСП-02В-18-131,-132 Екс	18	50	I	IP65	4 5	УХЛ, О	ЛБ-18	В-Іб, В-Іа						
ЛСП-02В-36-131,-132 Екс	36						ЛБ-36							
ЛСП-02В-58-131,-132 Екс	58						ЛБ-58							
ЛСП-02В-2х36-131,-132 Екс	2х36						ЛБ-36							
ЛСП-02В-2х58-131,-132 Екс	2х58						ЛБ-58							
ЛСП-02В-18-141,-142 Екс	18						60		I	IP65	4 5	УХЛ, О	ЛБ-18	
ЛСП-02В-36-141,-142 Екс	36												ЛБ-36	
ЛСП-02В-58-141,-142 Екс	58												ЛБ-58	
ЛСП-02В-2х36-141,-142 Екс	2х36												ЛБ-36	
ЛСП-02В-2х58-141,-142 Екс	2х58												ЛБ-58	
ЛСП-02В-20-211,-212	20	220, 230, 240	50	Змінний	I	5'4		УХЛ, О					ЛБ-20	В-Іб, В-Іа
ЛСП-02В-40-211,-212	40												ЛБ-40	
ЛСП-02В-65-211,-212	65												ЛБ-65	
ЛСП-02В-2х40-211,-212	2х40												ЛБ-40	
ЛСП-02В-2х65-211,-212	2х65												ЛБ-65	
ЛСП-02В-20-221,-222 Екс	20						60		I	IP65	4 5	УХЛ, О	ЛБ-20	
ЛСП-02В-40-221,-222 Екс	40												ЛБ-40	
ЛСП-02В-65-221,-222 Екс	65												ЛБ-65	
ЛСП-02В-2х40-221,-222 Екс	2х40												ЛБ-40	

Продовження таблиці Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ЛСП-02В-2х65-221,-222 Екс	2х65	50	Змінний						ЛБ-65	
ЛСП-02В-20-231,-232 Екс	20								ЛБ-20	
ЛСП-02В-40-231,-232 Екс	40								ЛБ-40	
ЛСП-02В-65-231,-232 Екс	65								ЛБ-65	
ЛСП-02В-2х40-231,-232 Екс	2х40								ЛБ-40	
ЛСП-02В-2х65-231,-232 Екс	2х65								ЛБ-65	
ЛСП-02В-20-241,-242 Екс	20								ЛБ-20	
ЛСП-02В-40-241,-242 Екс	40								ЛБ-40	
ЛСП-02В-65-241,-242 Екс	65								ЛБ-65	
ЛСП-02В-2х40-241,-242 Екс	2х40								ЛБ-40	
ЛСП-02В-2х65-241,-242 Екс	2х65								ЛБ-65	

Таблиця Е.2 – Технічні характеристики світильників ЛСП-02В-1Х18(20); ЛСП-02В-1Х36(40); ЛСП-02В-1Х58(65); ЛСП-02В-2Х36(40); ЛСП-02В-2Х58(65) (додатково до наведених в табл. Е.1)

Тип світильника	Крива сили світла	Клас світлорозподілу	ККД, %	Коефіцієнт потужності, $\cos\phi$	Габарити LxVxH, мм	Маса, кг
1	2	3	4	5	6	7
ЛСП-02В-18-111,-112	Д	П	75	0,35	680x230x155	4,5
ЛСП-02В-36-111,-112					1280x230x155	6,8
ЛСП-02В-58-111,-112					1580x230x155	8,5
ЛСП-02В-2х36-111,-112					680x260x155	8,5
ЛСП-02В-2х58-111,-112			1280x230x155	9,8		
ЛСП-02В-18-121,-122 Екс			70	0,35	680x230x155	4,5
ЛСП-02В-36-121,-122 Екс					1280x230x155	6,8
ЛСП-02В-58-121,-122 Екс					1580x230x155	8,5
ЛСП-02В-2х36-121,-122 Екс					1280x230x155	8,5
ЛСП-02В-2х58-121,-122 Екс			1580x230x155	9,8		
ЛСП-02В-18-131,-132 Екс			70	0,85	680x230x155	4,5
ЛСП-02В-36-131,-132 Екс					1280x230x155	6,8
ЛСП-02В-58-131,-132 Екс					1580x230x155	8,5
ЛСП-02В-2х36-131,-132 Екс					1280x230x155	8,5
ЛСП-02В-2х58-131,-132 Екс			1580x230x155	9,8		
ЛСП-02В-18-141,-142 Екс			Д	П	70	0,35
ЛСП-02В-36-141,-142 Екс	1280x230x155	6,8				
ЛСП-02В-58-141,-142 Екс	1580x230x155	8,5				
ЛСП-02В-2х36-141,-142 Екс	1280x230x155	8,5				
ЛСП-02В-2х58-141,-142 Екс	1580x230x155	9,8				
ЛСП-02В-20-211,-212			75	0,35	680x230x155	4,5

Продовження таблиці Е.2

1	2	3	4	5	6	7		
ЛСП-02В-40-211,-212			70	0,85	1280x230x155	6,8		
ЛСП-02В-65-211,-212					1580x230x155	8,5		
ЛСП-02В-2x40-211,-212					1280x230x155	8,5		
ЛСП-02В-2x65-211,-212					1580x230x155	9,8		
ЛСП-02В-20-221,-222 Екс			75	0,35	0,85	680x230x155	4,5	
ЛСП-02В-40-221,-222 Екс						1280x230x155	6,8	
ЛСП-02В-65-221,-222 Екс			70	0,35	0,85	1580x230x155	8,5	
ЛСП-02В-2x40-221,-222 Екс						1280x230x155	8,5	
ЛСП-02В-2x65-221,-222 Екс			75	0,35	0,85	1580x230x155	9,8	
ЛСП-02В-20-231,-232 Екс						680x230x155	4,5	
ЛСП-02В-40-231,-232 Екс			70	0,35	0,85	1280x230x155	6,8	
ЛСП-02В-65-231,-232 Екс						1580x230x155	8,5	
ЛСП-02В-2x40-231,-232 Екс			75	0,35	0,85	1280x230x155	8,5	
ЛСП-02В-2x65-231,-232 Екс						1580x230x155	9,8	
ЛСП-02В-20-241,-242 Екс					75	0,35	680x230x155	4,5
ЛСП-02В-40-241,-242 Екс							1280x230x155	6,8
ЛСП-02В-65-241,-242 Екс	70	0,85			1580x230x155	8,5		
ЛСП-02В-2x40-241,-242 Екс					1280x230x155	8,5		
ЛСП-02В-2x65-241,-242 Екс					1580x230x155	9,8		

Таблиця Е.3 – Технічні характеристики світильників ЖСП-02В-70; ЖСП-02В-100; ЖСП-02В-80

Тип світильника	Номинальна потужність, Вт	Номинальна напруга, В	Частота, Гц	Вид струму	Клас захисту від враження електричним струмом	Ступінь захисту	Тип джерела світла	Крива сили світла	Кліматичне виконання	Категорія розміщення	Вибухонебезпечні зони
ЖСП-02В-70-112	70	220	50	Змінний	І	IP54	ДНаТ-70	Д	УХЛ	3	В-Іб, В-Іа
ЖСП-02В-100-112	100						ДНаТ-100				
ЖСП-02В-70-113	70						ДНаТ-70	С			
ЖСП-02В-100-113	100						ДНаТ-100				
ЖСП-02В-80-111	80						ДРЛ-80	М			
ЖСП-02В-125-111	125						ДРЛ-125				
ЖСП-02В-80-112	80						ДРЛ-80	Д			
ЖСП-02В-125-112	125						ДРЛ-125				

Таблиця Е.4 – Технічні характеристики світильників ЖСП-02В-70; ЖСП-02В-100; ЖСП-02В-80 (додатково до наведених в табл. Е.3)

Тип світильника	Коефіцієнт потужності, cosφ	Клас світлорозподілу	ККД, %	Габарити DxH, мм	Маса, кг
ЖСП-02В-70-112	0,4	П	60	404x500	7,1
ЖСП-02В-100-112		Р	80	220x470	5,5
ЖСП-02В-70-113					
ЖСП-02В-100-113	0,5	Н	80	210x460	5,2
ЖСП-02В-80-111		П	70	404x404	6,8
ЖСП-02В-125-111					
ЖСП-02В-80-112					

Таблиця Е.5 – Технічні характеристики світильників ГСП-07В-175; ЖСП-07В-150; РСП-07В-250

Тип світильника	Номинальна потужність, Вт	Номинальна напруга, В	Частота, Гц	Вид струму	Клас захисту від враження електричним струмом	Ступінь захисту	Тип джерела світла	Крива сили світла	Кліматичне виконання	Категорія розміщення	Вибухонебезпечні зони
ГСП-07В-175-113	175	220	50	Змінний	І	IP54	ДРИ-175	К	У	З	В-Іб, В-Іа
ГСП-07В-175-123							ДРИ-175				
ГСП-07В-175-213						IP23	ДРИ-175				
ГСП-07В-175-223	ДРИ-175										
ЖСП-07В-150-113	150					IP54	ДНаТ-150	К			
ЖСП-07В-150-123							ДНаТ-150				
ЖСП-07В-150-213						IP23	ДНаТ-150				
ЖСП-07В-150-223	ДНаТ-150										
РСП-07В-250-156	250					IP54	ДРЛ-250	Г			
РСП-07В-250-166							ДРЛ-250				
РСП-07В-250-256		IP23	ДРЛ-250								
РСП-07В-250-266			ДРЛ-250								

Таблиця Е.6 – Технічні характеристики світильників ГСП-07В-175; ЖСП-07В-150; РСП-07В-250 (додатково до наведених в табл. Е.5)

Тип світильника	Коефіцієнт потужності, $\cos\phi$	Клас світлорозподілу	ККД, %	Габарити DxH, мм	Маса, кг
ГСП-07В-175-113	0,85	II	60	430x540	10,8
ГСП-07В-175-123					10,8
ГСП-07В-175-213			70	420x480	7,1
ГСП-07В-175-223					7,1
ЖСП-07В-150-113	0,85	II	60	430x540	10,8
ЖСП-07В-150-123					10,8
ЖСП-07В-150-213			70	420x540	7,1
ЖСП-07В-150-223					7,1
РСП-07В-250-156	0,5	II	60	430x600	11,3
РСП-07В-250-166					11,3
РСП-07В-250-256			70	420x540	7,6
РСП-07В-250-266					7,6

Таблиця Е.7 – Технічні характеристики світильників НСП-11-100, НСП-11-200

Тип світильника	Номинальна потужність, Вт	Номинальна напруга, В	Частота, Гц	Клас захисту від враження електричним	Ступінь захисту	Тип джерела світла	Крива сили світла	Кліматичне виконання	Пожежобезпечні зони	Вибухонебезпечні зони
НСП-11-100-134	100	220	50	I	IP62	Б-100	М	У, ХЛ, Т	II-I, II-II	В-Іб, В-Іа
НСП-11-100-214						Б-100				
НСП-11-100-234						Б-100				
НСП-11-100-314						Б-100				
НСП-11-100-614						Б-100				
НСП-11-200-214	200	220	50	I	IP62	Б-200	Д	У, ХЛ, Т	II-I, II-II	В-Іб, В-Іа
НСП-11-200-231						Б-200				
НСП-11-200-234						Б-200	М			
НСП-11-200-314						Б-200				
НСП-11-200-334						Б-200				
НСП-11-200-614						Б-200				
НСП-11-100-414	100	220	50	I	IP52	Б-100	М	У	II-I, II-II	В-Іб, В-Іа
НСП-11-200-414	200					Б-200				
НСП-11-100-714	100					Б-100				
НСП-11-200-714	200					Б-200				

Таблиця Е.8 – Технічні характеристики світильників НСП-11-100, НСП-11-200 (додатково до наведених в табл. Е.7)

Тип світильника	Клас світлорозподілу	ККД, %	Габарити DxH, мм	Маса, кг	Ціна, грн
НСП-11-100-134	Н	77	220x335	2,1	дог.
НСП-11-100-214			180x250	1,5	27,80
НСП-11-100-234			200x330	2,1	дог.
НСП-11-100-314			180x270	1,5	53,90
НСП-11-100-614			175x390	2,3	71,30
НСП-11-200-214			210x320	2,5	65,30
НСП-11-200-231			67	410x350	5,1
НСП-11-200-234	77	77	230x365	3,2	дог.
НСП-11-200-314			210x340	2,5	65,30
НСП-11-200-334			230x380	3,2	дог.
НСП-11-200-614			205x450	2,9	83,50
НСП-11-100-414			158x280	1,1	27,80
НСП-11-200-414			185x330	2	38,30
НСП-11-100-714			158x280	1,1	27,80
НСП-11-200-714			185x330	2	38,30

Таблиця Е.9 – Технічні характеристики світильників ЛПП-04В-2x18(20), ЛПП-04В-2x36(40)

Тип світильника	Номінальна напруга, В	Частота, Гц	Вид струму	Клас захисту від враження електричним струмом	Ступінь захисту	Тип джерела світла	Крива сили світла	Кліматичне виконання	Категорія розміщення	Вибухонебезпечні зони
ЛПП-04В-2x18-111	220	50	Змінний	І	IP54	ЛБ-18	Д	УХЛ	4	В-Іб, В-Іа
ЛПП-04В-2x20-111						ЛБ-20				
ЛПП-04В-2x36-111						ЛБ-36				
ЛПП-04В-2x40-111						ЛБ-40				

Таблиця Е.10 – Технічні характеристики світильників ЛПП-04В-2х18(20), ЛПП-04В-2х36(40) (додатково до наведених в табл. Е.9)

Тип світильника	Коефіцієнт потужності, cosφ	Клас світлорозподілу	ККД, %	Габарити DxH, мм	Маса, кг	Ціна, грн
ЛПП-04В-2х18-111	0,85	П	60	680х190х140	3,5	дог.
ЛПП-04В-2х20-111	0,85			680х190х140	3,5	дог.
ЛПП-04В-2х36-111	0,92			1290х190х140	6,5	дог.
ЛПП-04В-2х40-111	0,92			1290х190х140	6,5	дог.

Додаток Ж
Характеристики світильників зовнішнього освітлення

Таблиця Ж.1 – Технічні характеристики світильників ЖКУ-01В-100; ЖКУ-01В-150; ЖКУ-01В-250; РКУ-01В-125; РКУ-01В-250

Тип світильника	Номінальна потужність, Вт	Номінальна напруга, В	Частота, Гц	Вид струму	Клас захисту від враження електричним струмом	Ступінь захисту	Кліматичне виконання	Категорія розміщення	Тип джерела світла
ЖКУ-01В-100-012	100	220	50	Змінний	I	IP55	У	1	ДНаТ-100
ЖКУ-01В-150-012	150								ДНаТ-150
ЖКУ-01В-250-012	250								ДНаТ-250
РКУ-01В-125-012	125								ДРЛ-125
РКУ-01В-250-012	250								ДРЛ-250

Таблиця Ж.2 – Технічні характеристики світильників ЖКУ-01В-100; ЖКУ-01В-150; ЖКУ-01В-250; РКУ-01В-125; РКУ-01В-250 (додатково до наведених в табл. Ж.1)

Тип світильника	Крива сили світла	Клас світлорозподілу	ККД %	Коефіцієнт потужності, $\cos\phi$	Габарити LxВxН, мм	Маса, кг	Ціна, грн
ЖКУ-01В-100-012	Ш	П	50	0,85	600x314x230	9,9	дог.
ЖКУ-01В-150-012			50	0,85	600x314x230	11,1	426,30
ЖКУ-01В-250-012			60	0,85	600x314x230	12,0	дог.
РКУ-01В-125-012			50	0,85	600x314x230	9,2	дог.
РКУ-01В-250-012			60	0,85	600x314x230	11,6	дог.

Таблиця Ж.3 – Технічні характеристики світильників ЖКУ-13-100; ЖКУ-13-150; РКУ-13-125

Тип світильника	Номінальна потужність, Вт	Номінальна напруга, В	Частота, Гц	Вид струму	Клас захисту від враження електричним струмом	Ступінь захисту	Кліматичне виконання	Категорія розміщення	Тип джерела світла
ЖКУ-13-100-002	100	220	50	Змінний	І	IP23	У	П	ДНаТ-100
ЖКУ-13-100-012	100					IP23/ 54			ДНаТ-100
ЖКУ-13-150-002	150					IP23			ДНаТ-150
ЖКУ-13-150-012	150					IP23/54			ДНаТ-150
РКУ-13-125-002	125					IP23			ДРЛ-125
РКУ-13-125-012	125					IP23/54			ДРЛ-125

Таблиця Ж.4 – Технічні характеристики світильників ЖКУ-13-100; ЖКУ-13-150; РКУ-13-125 (додатково до наведених в табл. Ж.3)

Тип світильника	Крива сили світла	Клас світлорозподілу	ККД, %	Коефіцієнт потужності, cosφ	Габарити LxVxH, мм	Маса, кг	Ціна, грн
ЖКУ-13-100-002	Ш	П	70	0,85	570x280x150	4,9	330,00
ЖКУ-13-100-012			60		585x280x200	5,8	дог.
ЖКУ-13-150-002			70		570x280x150	5,3	
ЖКУ-13-150-012			60		585x280x200	6,2	
РКУ-13-125-002			70		570x280x150	4,3	
РКУ-13-125-012			60		585x280x200	5,3	

Додаток И
Характеристики світильників для адміністративно-громадських приміщень

Таблиця И.1 – Технічні характеристики світильників ЛПО-06В-2х36(40); ЛПО-06В-2х18(20); ЛПО-06В-1х36(40); ЛПО-06В-1х18(20); ЛПО-06В-4х36(40); ЛПО-06В-4х18(20); ЛСО-06В-2х58(65); ЛСО-06В-2х58(65)

Тип світильника	Умовна назва	Кількість джерел світла, шт	Потужність джерел світла, Вт	Номинальна напруга, В	Частота, Гц	Клас захисту від враження електричним струмом	Ступінь захисту	Кліматичне виконання
ЛПО-06В-2х36-001	Сириус-2	2	40(36)	220	50	I	IP20	УХ
ЛПО-06В-2х18-005	Сириус-21	2	20(18)					УХ1
ЛПО-06В-1х18-017	Сириус-22	1	20(18)					УХЛ
ЛПО-06В-1х36-020	Сириус-23	1	40(36)	220	50	I	IP20	УХЛ
ЛПО-06В-4х36-030	Сириус-26	4	40					УХЛ
ЛПО-06В-4х18-033	Сириус-27	4	20					УХЛ
ЛПО-06В-2х36-036	Сириус-2-04	2	40(36)					УХЛ
ЛПО-06В-2х18-040	Сириус-21-12	2	20(18)					УХЛ
ЛПО-06В-2х58-055	Сириус-25	2	58(65)					УХЛ
ЛПО-06В-2х58-057	Сириус-25-02	2	58(65)					УХЛ
ЛСО-06В-2х58-010	Сириус-1	2	58(65)					УХЛ
ЛСО-06В-2х58-012	Сириус-1-02	2	58(65)					УХЛ
ЛСО-06В-2х80-036	Сириус-29	2	80					УХЛ

Таблиця И.2 – Технічні характеристики світильників ЛПО-06В-2х36(40); ЛПО-06В-2х18(20); ЛПО-06В-1х36(40); ЛПО-06В-1х18(20); ЛПО-06В-4х36(40); ЛПО-06В-4х18(20); ЛСО-06В-2х58(65); ЛСО-06В-2х58(65) (додатково до наведених в табл. И.1)

Тип світильника	Категорія розміщення	Тип джерела світла	Крива сили світла	Клас світлорозподілу	ККД, %	Коефіцієнт потужності, $\cos\phi$	Габарити LxVxH, мм	Маса, кг
ЛПО-06В-2х36-001	4	ЛБ-40	Д	П	70	0.92	1250x180x90	3,8
ЛПО-06В-2х18-005		ЛБ-20				0.92	650x180x90	2,2
ЛПО-06В-1х18-017		ЛБ-20				0.5	650x60x115	1,4
ЛПО-06В-1х36-020		ЛБ-40				0.85	1250x600x115	2,1
ЛПО-06В-4х36-030		ЛБ-40				0.92	1250x350x90	6,5
ЛПО-06В-4х18-033		ЛБ-20				0.92	650x350x90	3,6
ЛПО-06В-2х36-036		ЛБ-40				0.92	1250x180x80	3
ЛПО-06В-2х18-040		ЛБ-20				0.92	640x180x80	2
ЛПО-06В-2х58-055		ЛБ-58				0.92	1550x180x80	6,2
ЛПО-06В-2х58-057		ЛБ-58				0.92	1550x180x80	4
ЛСО-06В-2х58-010		ЛБ-58				0.92	1550x180x630	7,3
ЛСО-06В-2х58-012		ЛБ-58				0.92	1550x180x630	5,5
ЛСО-06В-2х80-036		ЛБ-80				0.92	1550x180x630	9

Додаток К
Значення коефіцієнтів запасу

Таблиця К.1 – Значення коефіцієнта запасу К

Освітлюваний об'єкт	Коефіцієнт запасу К у випадку ламп	
	газорозрядних	розжарювання
Виробничі приміщення за вмісту в повітрі пилу, диму та ін., мг/м ³		
>10 - темний	2	1,7
>10 - світлий	1,8	1,5
5-10 - темний	1,8	1,5
5-10 - світлий	1,6	1,4
<5 -	1,5	1,3
Приміщення з окремим режимом по чистоті за світильників нижнього обладнання	1,3	1,15
Допоміжні приміщення з нормальним середовищем і приміщення громадських та житлових будівель	1,5	1,3
Території підприємств та міст	1,5	

Додаток Л
Коефіцієнти відбиття матеріалів

Таблиця Л.1 – Коефіцієнти відбиття деяких матеріалів

Поверхня	Матеріал	Коефіцієнт відбиття, %
Стеля	Бетон	40
	Побілена стеля	70
	Плитка підвісної стелі біла	70
	Плитка підвісної стелі світло-сіра	50
Стіни	Пластик світлий	60
	Цегла	10..15%
	Гіпсокартон білий	80
	Шпалери (жовті, бежеві, рожеві)	50
	Шпалери (блакитні, світло-зелені)	30
	Шпалери (червоні, коричневі)	20
Підлога	Плитка однотонна світла	30
	Паркетна дошка світла	20
	Паркетна дошка темна	10
	Ламінат світлий (ясен)	30
	Лінолеум світло-сірий	20
	Ковролін однотонний сірий	10

Додаток М
Нормування освітленості

Таблиця М.1 – Норми освітленості робочих поверхонь у виробничих приміщеннях

Розряд зорової роботи	Характеристика зорової роботи і еквівалентний розмір об'єкта розпізнання, мм	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Фон	Освітленість, лк		
					При системі комбінованого освітлення		При системі загального освітлення
					Всього	У т.ч. від загального	
1	2	3	4	5	6	7	8
I	Найвищої точності: розмір об'єкта розпізнання до 0,15	а	малий	темний	5000	500	-
					4500	500	-
		б	малий середній	середній темний	4000	400	1200
					3500	400	1000
в	малий середній великий	світлий середній темний	2500	300	750		
			2000	200	600		
г	середній великий великий	світлий світлий середній	1500	200	400		
			1250	200	300		
II	Дуже високої точності: розмір об'єкта від 0,15 до 0,3 включно	а	малий	темний	4000	400	-
					3500	400	-
		б	малий середній	середній темний	3000	300	750
					2500	300	600
в	малий середній великий	світлий середній темний	2000	200	500		
			1500	200	400		
г	середній великий великий	світлий світлий середній	1000	200	300		
			750	200	200		

Продовження таблиці М.1

1	2	3	4	5	6	7	8
III	Високої точності: розмір об'єкта розпізнання від 0,3 до 0,5 включно	а	малий	темний	2000 1500	200 200	500 400
		б	малий середній	середній темний	1000 750	200 200	300 200
		в	малий середній великий	світлий середній темний	750 600	200 200	300 200
		г	середній великий великий	світлий світлий середній	400	200	200
IV	Середньої точності: розмір об'єкта розпізнання від 0,5 до 1,0 включно	а	малий	темний	750	200	300
		б	малий середній	середній темний	500	200	200
		в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	200
		г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	-	200
V	Малої точності: розмір об'єкта розпізнання від 1,0 до 5,0 включно	а	малий	темний	400	200	300
		б	малий середній	середній темний	-	-	200
		в	малий середній великий	світлий середній темний	-	-	200
		г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	-	200
VI	Груба (дуже малої точності): розмір об'єкта розпізнання більше 5		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном		-	-	200

Продовження таблиці М.1

1	2	3	4	5	6	7	8
VII	Робота з матеріалами, які світяться і виробами в гарячих цехах: розмір об'єкта розпізнання більше ніж 0,5		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном		-	-	200
VIII	Загальне спостереження за ходом виробничого процесу:		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном				
	- постійне	а			-	-	200
	- періодичне під час (за) постійного перебування людей в приміщенні	б			-	-	100
	- періодичне при періодичному перебуванні людей в приміщенні	в			-	-	50
	- загальне спостереження за інженерними комунікаціями	г			-	-	20

Таблиця М.2 – Норма освітленості територій промислових підприємств (для будь-яких джерел світла)

Розряд	Характеристика работ або об'єктів освітлення	Освітленість, лк
XIV	Точні роботи ($d:L < 0,005$)	50
XV	Роботи середньої точності ($d:L$ від 0,005 до 0,02)	30
XVI	Роботи малої точності ($d:L$ від 0,02 до 0,5), а також загальне спостереження за виробничим процесом	10
XVII	Грубі роботи ($d:L 0,05$)	5
XVIII	Роботи, що потребують розпізнання крупних предметів у безпосередній близькості до працюючого або загального обзору поверхонь	2
XIX	Автомобільні дороги з інтенсивністю руху машин в обох напрямках (на добу):	
	а) 1000–3000 (1 категорія)	3
	б) 200–1000 (2 категорія)	2
	в) < 200 (3 категорія)	1
XX	Пожарні проїзди, господарські дороги, проїзди до будівель	0,5
XXI	Перехідні й велосипедні доріжки з рухом:	
	а) інтенсивним	2
	б) звичайним	1
	в) незначним	0,5
XXII	Східці та перехідні містки	3
XXIII	Пішохідні доріжки у скверах	0,5
XXIV	Передвиробничі ділянки, що не входять до території міста	2
XXV	Залізничні пункти:	
	а) стрілочні	2
	б) окремі стрілочні переводи	1
	в) шляхи і проїзди	0,5
-	Охоронне освітлення	0,5

Примітки:

1. $d:L$ – відношення найменшого розміру об'єкта розпізнання до відстані до очей.

2. Освітленість нормована: для розрядів XIV-XVIII – неробочих поверхонь; для розрядів XIX-XXV – у горизонтальній площині на рівні землі.

Таблиця М.3 – Норма освітленості електроприміщень

Найменування об'єкта	Площина нормування освітленості і її висота від підлоги, м	Розряд і підрозряд зорової роботи	Освітленість, лк	
			за газорозрядних ламп	за ламп розжарювання
Камери трансформаторів і реакторів	В- 1,5	VI-1*	75	30
Приміщення:				
- фасад камери	В- 1,5	VIr-1	100	75
- задня сторона камери	В-1,5	VI-1*	75	30
Приміщення комплексної трансформаторної підстанції (КТП). Розміщення щитів за періодичного перебування людей в приміщенні (щити станцій управління, релейні захисти і т. п.):				
- фасад щита або КТП	В-1,5	VIr-1	100	75
- задня сторона щита або КТП	В-1,5	VI-1*	75	80
Приміщення щитів у разі постійного перебування людей в приміщенні для нагляду за щитом на відстані більше 0,5 м (диспетчерські, операторські, приміщення головного розпод. щита (ГРЩ і ін.):				
- фасад щита	В-1,5	VI+1	200	150
- задня сторона щита	В-1,5	VI-Г	75	30
- пульт управління, стіл диспетчера	Г-0,8	IVГ	150	100
Розміщення щитів у разі постійного перебування людей в приміщенні з наглядом за щитом на відстані 0,5 м і менше (щити в машинному залі і т. п.):				
- фасад щита	В- 1,5	IVГ	150	100
- задня сторона щита	В-1,5	VI-1*	75	30
Електромашинний зал:				
- з природним світлом	Г-0,8	IVr	150	100
- без природного світла	Г-0,8	IVr-1	200	150
Кабельний підвал (поверх)		VI-1	50	10
Поверх шин	В-на шинах	VI-1	75	30
Приміщення статичних конденсаторів	В-на шинах	IVr-1	100	75

Примітка. * – роботи більш високих розрядів передбачаються у випадку переносного освітлення: В – вертикальна і Г – горизонтальна площина; плюс або мінус 1 – робота збільшується або зменшується на один розряд.

Таблиця М.4 – Норма освітленості допоміжних приміщень промислових підприємств

Найменування приміщення	Розряд	Підрозряд	Освітленість, лк, за ламп	
			Розрядних	Розжарювання
Їдальні, буфети і оздоровпункти (на рівні 0,8 м від підлоги)	X	-	200	100
Приміщення для відпочинку і культурного обслуговування (на рівні 0,8 м від підлоги)	XI	-	150	75
Прохідні в місцях перевірки пропусків (на рівні 0,8 м від підлоги)	XII	а	100	50
Вестибюлі, головні коридори і гардероби для верхнього одягу в вестибюлях (на підлозі)		б	75	30
Проходи і другорядні коридори (на підлозі)		в	50	20*
Головні сходи (на щаблях і підлозі площадок)		г	75	30
Другорядні сходи (те саме)		д	50	20*
Туалети, умивальні, приміщення для особистої гігієни жінок і для годівлі грудних дітей, курильні (на підлозі)	XIII	а	75	30
Душові і переддушові; гардероби домашнього і вуличного одягу; приміщення для обезпилення і сушіння робочого одягу; приміщення для обігріву працюючих; фотарії, кубові, сушарки (на підлозі)		б	50	20

Примітка. У випадках, відмічених «зірочкою», допускається зменшення освітленості за ламп розжарювання до 10 лк.

Додаток П
Коефіцієнти використання світлового потоку

Таблиця П.1 – Коефіцієнти використання світлового потоку. Світильники з лампами розжарювання

Коефіцієнт	Тип світильників																							
	У, УПМ-15		У15		УПД		ППД		ГС і ГсУ		Плафон одноламповий		АРТ 135 (ПСХ)		ПУН, БУН		"Шар"		ППР			ВЗГ-200АМ		
ρ_n	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	70	0	70	50	0	70	50	0
ρ_c	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	50	0	50	30	0	50	30	0
ρ_p	10		10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	10	0	10	10	0
<i>i</i>	Коефіцієнт використання η , %																							
0,5	20	16	15	11	22	19	19	16	34	30	10	4	13	7	11	5	15	3	18	12	6	18	14	12
0,6	25	21	22	18	27	24	22	19	42	37	13	6	16	10	13	6	19	7	23	15	8	21	17	14
0,7	34	29	28	23	31	28	28	25	47	43	16	9	19	12	15	7	23	10	27	19	12	23	19	16
0,8	38	33	31	27	34	33	33	31	51	47	19	10	21	13	18	9	26	11	31	23	14	25	21	18
0,9	41	36	33	29	37	35	35	33	55	50	20	11	22	15	20	10	12	33	25	15	27	23	23	19
1,0	43	37	35	30	40	38	36	34	58	53	22	12	23	16	22	11	30	13	35	26	16	28	24	21
1,1	45	39	36	31	42	40	38	36	60	55	24	13	24	17	24	12	32	14	37	28	18	30	26	22
1,25	47	41	38	33	45	43	39	37	63	58	25	14	30	19	25	13	34	15	40	30	19	32	28	24
1,5	50	44	40	35	49	46	42	40	67	62	27	16	29	21	28	15	36	16	42	32	20	34	31	27
1,75	53	46	42	37	53	49	45	43	70	65	17	17	31	23	31	17	38	17	45	35	22	35	32	29
2,0	55	49	44	39	55	52	47	45	73	68	31	18	32	25	33	19	40	18	47	37	23	37	34	31
2,25	57	51	45	41	57	55	49	47	74	69	33	19	34	26	35	20	42	19	49	39	24	39	36	33
2,5	59	53	47	42	58	57	51	49	76	71	34	20	35	28	37	21	43	20	50	40	25	40	37	34
3,0	62	56	49	44	61	59	53	52	78	73	36	22	37	30	39	23	45	21	53	43	27	42	39	36
3,5	64	59	51	46	63	61	55	54	79	75	38	24	39	32	41	25	48	23	55	45	28	43	41	37
4,0	66	60	52	48	64	62	57	56	80	76	40	25	40	34	44	26	49	25	57	47	30	44	42	38
5,0	69	62	52	49	66	64	59	57	82	77	44	28	42	36	46	28	52	27	59	49	32	45	43	40

Таблиця П.2 – Коефіцієнти використання світлового потоку. Світильники з лампами ДРЛ

Коефіцієнт	Тип світильника																				
	РСП05/ГО3; С34ДРЛ			РСП07; РСП08/Л			РСП05/Д03; РСП08/Д03			РСП05/К03; С35ДРЛ			РСП08/Г03; РСП08/Г5'3			СД2ДРЛ СД2РСТ			УПД ДРЛ		
ρ_n	70	50	0	70	50	0	70	50	0	70	50	0	70	50	0	70	50	0	70	50	0
ρ_c	50	30	0	50	30	0	50	30	0	50	30	0	50	30	0	50	30	0	50	30	0
ρ_p	30	10	0	30	10	0	30	10	0	30	10	0	30	10	0	30	10	0	30	10	0
i	Коефіцієнт використання η , %																				
0,5	51	45	41	23	18	12	33	27	20	49	42	37	41	35	31	33	27	20	30	23	18
0,6	56	49	45	30	22	16	38	31	25	53	46	42	49	42	38	38	31	26	37	30	26
0,7	60	53	50	35	27	20	43	35	51	58	50	47	54	47	43	43	35	31	42	33	29
0,8	63	56	53	40	30	23	46	38	34	61	53	50	57	50	46	46	38	34	45	37	33
0,9	66	58	55	43	33	25	49	41	37	64	56	52	60	53	49	49	41	37	47	40	35
1,0	68	61	57	47	37	29	52	44	39	67	58	54	63	55	51	52	44	39	49	41	38
1,1	70	62	59	50	40	31	54	46	41	69	60	56	65	57	53	54	46	41	51	43	40
1,25	73	64	61	53	42	34	57	48	44	71	62	58	68	59	55	57	48	44	55	47	42
1,5	78	68	64	58	46	38	62	53	48	74	65	61	73	63	59	62	53	48	59	50	45
1,75	81	70	66	62	50	41	66	56	51	76	67	64	76	66	61	66	56	51	62	53	48
2,0	82	72	67	66	54	44	68	58	53	78	69	65	78	63	63	68	58	53	67	56	51
2,25	84	72	68	68	56	45	70	59	55	79	70	66	80	66	64	70	59	55	69	57	52
2,5	85	73	69	70	58	47	72	61	56	80	71	67	81	69	66	72	61	56	71	59	53
3,0	86	74	70	74	60	50	74	62	58	82	72	68	83	71	67	74	62	58	73	60	56
3,5	87	75	71	77	62	52	76	64	59	84	72	69	84	72	68	76	64	59	75	61	57

Таблиця П.3 – Коефіцієнти використання світлового потоку. Світильники з люмінесцентними лампами

Коефіцієнт	Тип світильника																							
	ЛД		ЛДР		ЛДО		ЛДОР		ЛСО-02 ШОД		ЛПО-02		ЛПР		ЛВО01		ЛОУ2м		УВЛН6 УВЛВ		ПВЛМ		ЛСП01	
ρ_n	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	70	0	70	0	50	0	70	0	50	0	50	0	50	0
ρ_c	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	50	0	50	0	30	0	50	0	30	0	30	0	30	0
ρ_p	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0
i	Коефіцієнт використання η , %																							
0,5	25	20	24	19	21	16	20	15	19	10	20	10	19	11	10	6	26	15	21	17	19	12	22	16
0,6	29	24	27	23	26	20	24	18	22	12	26	14	29	15	13	9	30	18	25	21	22	16	26	20
0,7	33	28	30	26	29	23	28	21	25	14	30	33	18	15	11	34	22	30	25	26	26	20	30	24
0,8	36	32	33	29	33	26	31	23	27	16	33	19	36	20	17	13	37	25	32	28	30	22	32	26
0,9	39	34	36	32	38	28	33	25	30	18	35	21	39	22	18	14	40	28	35	31	33	25	35	28
1,0	42	36	38	34	36	30	35	27	32	19	38	23	41	24	20	15	43	30	38	33	36	28	37	30
1,1	44	39	41	36	41	32	37	29	34	20	40	25	43	26	21	16	45	32	40	35	38	30	39	32
1,25	48	42	44	39	44	35	40	31	36	22	41	27	45	28	23	18	48	34	42	37	40	32	41	33
1,5	52	46	47	42	48	38	43	34	38	24	45	30	49	30	25	20	51	38	46	41	44	35	44	36
1,75	54	49	50	45	51	40	46	36	41	25	47	32	51	33	26	21	54	41	48	44	47	38	47	38
2,0	57	52	52	47	53	42	48	38	42	27	49	33	53	34	28	22	56	43	50	45	49	40	48	40
2,25	59	54	54	49	55	44	50	40	44	28	51	35	55	36	29	23	58	45	52	47	51	42	50	41
2,5	50	56	55	51	56	45	51	41	45	29	52	36	56	37	30	24	60	46	53	49	53	43	51	42
3,0	53	58	58	53	59	48	53	42	47	30	54	38	58	38	31	25	62	48	55	51	55	45	52	44
3,5	55	60	59	55	61	49	55	44	48	31	55	39	60	40	32	26	63	50	56	52	56	46	54	44
4,0	66	62	61	56	62	50	56	45	49	32	56	40	61	41	32	27	64	51	57	53	58	48	55	45
5,0	69	64	62	58	65	52	58	47	51	34	59	43	63	43	34	28	66	53	59	56	60	50	57	47

Таблиця П.4 – Коефіцієнти використання світлового потоку світильників з типовими кривими сили світла, випромінюваного в нижню півсферу

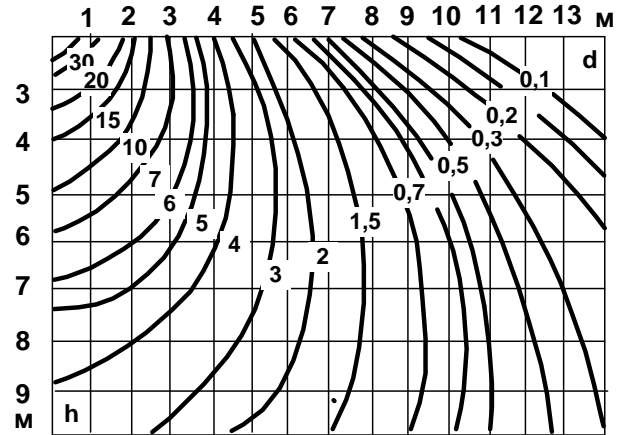
Кое- фіці- єнт	Тип світильників																							
	Рівномірна М								Косинусна Д								Глибока Г							
ρ_n	70	70	70	70	50	50	30	0	70	70	70	70	50	50	30	0	70	70	70	70	50	50	30	0
ρ_c	50	50	30	30	50	30	10	0	50	50	30	30	50	30	10	0	50	50	30	30	50	30	10	0
ρ_p	30	10	30	10	10	10	10	0	30	10	30	10	10	10	10	0	30	10	30	10	10	10	10	0
i	Коефіцієнт використання η , %																							
0,5	28	28	21	21	25	19	15	13	36	35	30	30	34	28	25	22	58	57	55	53	57	53	49	47
0,6	35	34	27	26	31	24	18	17	43	42	35	34	40	33	28	27	68	65	62	60	64	60	57	56
0,7	44	39	32	31	39	31	25	24	48	47	41	38	45	38	33	31	74	69	68	64	69	64	61	60
0,8	49	46	38	36	43	36	29	28	54	51	45	43	49	43	37	36	78	73	72	69	72	69	66	64
0,9	51	48	40	39	46	39	31	30	57	55	48	46	52	46	41	39	81	76	75	72	75	72	70	67
1,0	54	50	43	41	48	41	34	32	60	57	52	50	55	49	45	42	84	78	78	75	77	74	72	70
1,1	56	52	46	43	50	43	35	33	64	60	55	52	58	51	47	44	87	81	90	77	79	76	74	72
1,25	59	55	49	46	53	45	38	35	69	63	60	56	61	55	50	48	90	83	84	79	82	79	76	75
1,5	64	59	53	50	56	49	42	39	75	69	67	62	67	61	55	53	94	86	88	83	85	82	79	78
1,75	68	62	57	53	60	53	45	42	79	72	71	66	70	65	60	57	97	88	92	85	86	85	82	80
2,0	73	65	61	56	63	56	48	45	83	75	75	69	73	68	64	61	99	90	95	88	88	87	84	82
2,25	46	68	65	60	66	59	51	48	86	77	79	73	76	71	66	64	101	92	97	90	90	88	85	83
2,5	49	70	68	63	68	61	54	51	89	80	82	75	78	73	69	66	103	93	99	91	91	89	87	85
3,0	83	75	73	67	72	65	58	55	93	83	86	79	81	77	71	71	105	94	102	92	93	91	89	86
3,5	87	78	77	70	75	68	61	59	96	86	90	82	83	80	73	73	107	95	104	94	94	93	90	88
4,0	91	80	81	73	78	72	65	62	99	88	93	84	85	83	76	76	109	96	105	94	94	94	91	89
5,0	95	83	86	77	80	75	69	65	105	90	98	88	88	85	79	79	111	97	108	96	96	95	92	90

Таблиця П.5 – Коефіцієнти використання світлового потоку світильників з типовими кривими сили світла, випромінюваного в верхню півсферу

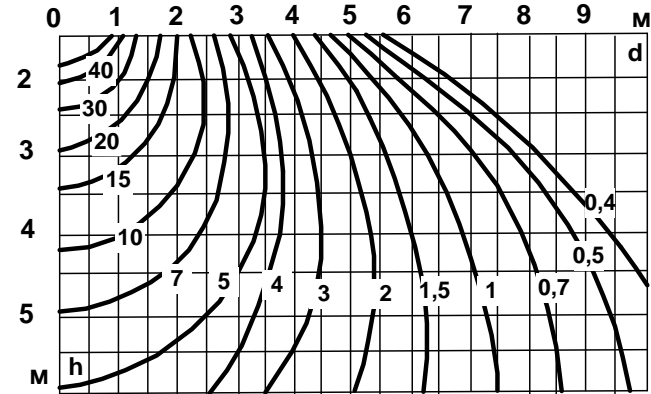
Коефі- цієнт	Стельові							Підвісні									
	ρ_n	ρ_c	ρ_p	i	Коефіцієнт використання η , %												
	70	70	70	70	50	50	30	70	70	70	70	50	50	30			
	50	50	30	30	50	30	10	50	50	30	30	50	30	10			
	30	10	30	10	10	10	10	30	10	30	10	10	10	10			
	Коефіцієнт використання η , %																
0,5	26	25	20	19	17	13	6	19	18	15	14	11	9	4			
0,6	30	28	24	23	20	16	8	24	22	18	18	14	11	5			
0,7	34	32	28	27	22	19	10	27	26	21	21	16	13	6			
0,8	38	36	31	30	24	21	11	21	29	25	25	18	16	7			
0,9	40	38	34	33	26	23	12	34	32	28	28	20	18	8			
1,0	43	41	37	35	28	25	13	37	35	32	30	22	20	9			
1,1	46	43	39	37	30	26	14	40	37	34	33	24	21	11			
1,25	49	46	42	40	32	28	15	43	41	38	36	26	24	12			
1,5	54	49	47	44	34	31	17	48	44	42	40	29	26	14			
1,75	57	52	51	47	36	33	18	52	48	46	43	31	29	15			
2,0	60	54	54	50	38	35	19	55	50	50	46	33	31	16			
2,25	62	56	57	52	39	37	20	58	52	53	49	35	33	17			
2,5	64	58	59	54	40	38	21	60	54	55	51	36	34	18			
3,0	68	60	63	57	42	40	22	64	57	59	54	39	36	20			
3,5	70	62	66	59	43	41	23	67	60	62	56	40	39	21			
4,0	72	64	68	61	45	42	24	69	61	65	58	42	40	22			
5,0	75	66	72	64	46	44	25	73	64	69	62	44	42	24			

Додаток Р

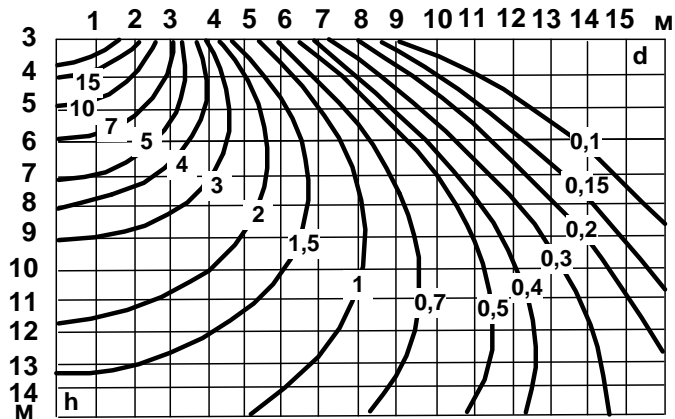
Криві рівної освітленості світильників



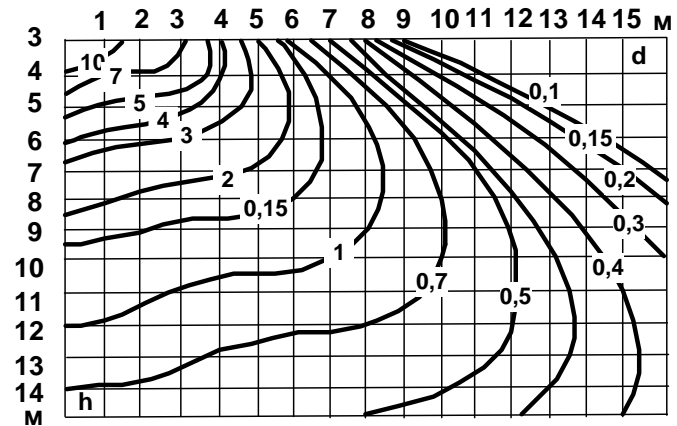
Світильники У, УПМ15, УП-24, "Астра 1,2,12"



Світильники ППД100, ППД200

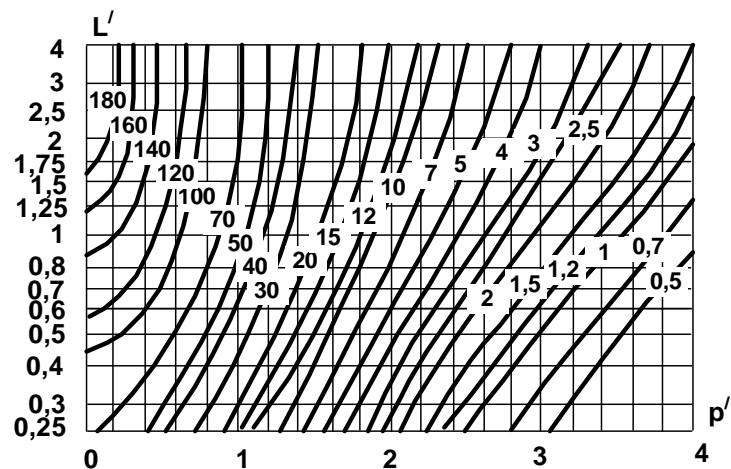


Світильники УПДДРЛ, ГсРМ, ГРМ, СД2РТС

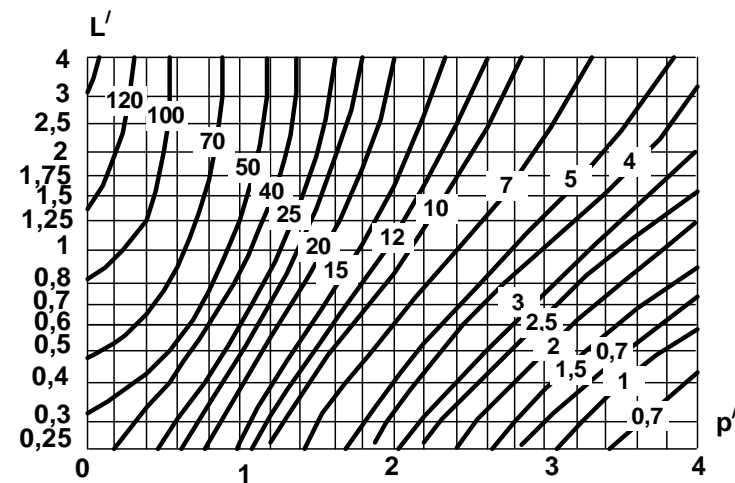


Світильник РСП07, РСП08/ЛОО, РСП08/Л5'0

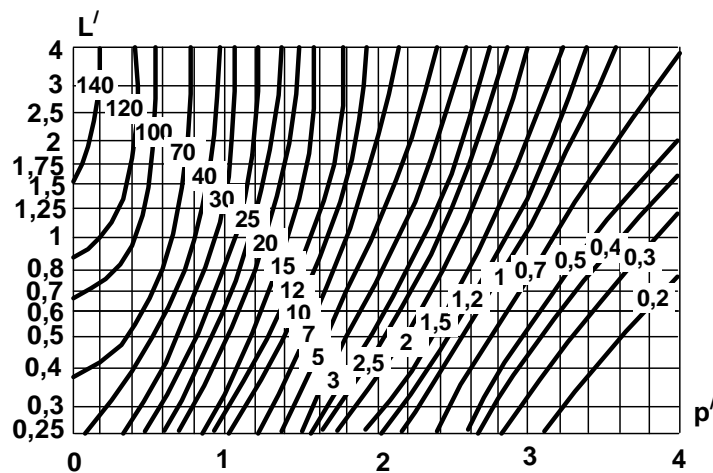
Рисунок Р.1 – Просторові ізолюкси для світильників з лампами розжарювання і ДРЛ



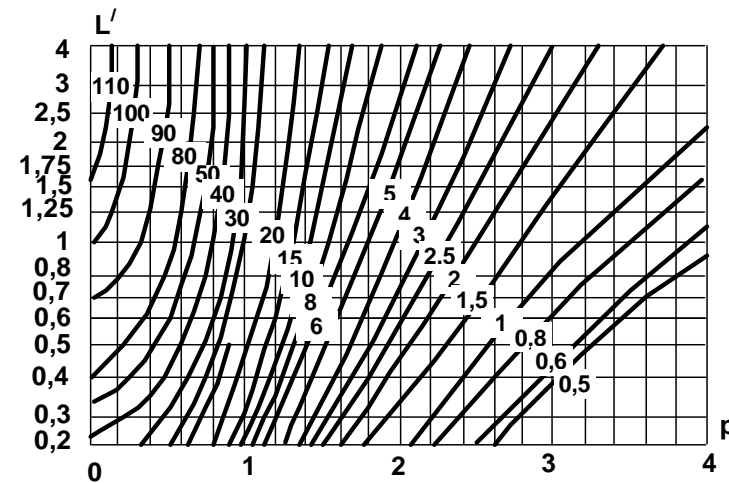
Світильники групи 1 (ПВЛІМ-Д; ЛД ЛСП02; 06; 34-36)



Світильники ПВЛІМ з 2 лампами ЛБР



Світильники ЛОУ1П3-2x40/1001



Світильники ШОД

Рисунок Р.2 – Лінійні ізолюкси для світильників з люмінесцентними лампами

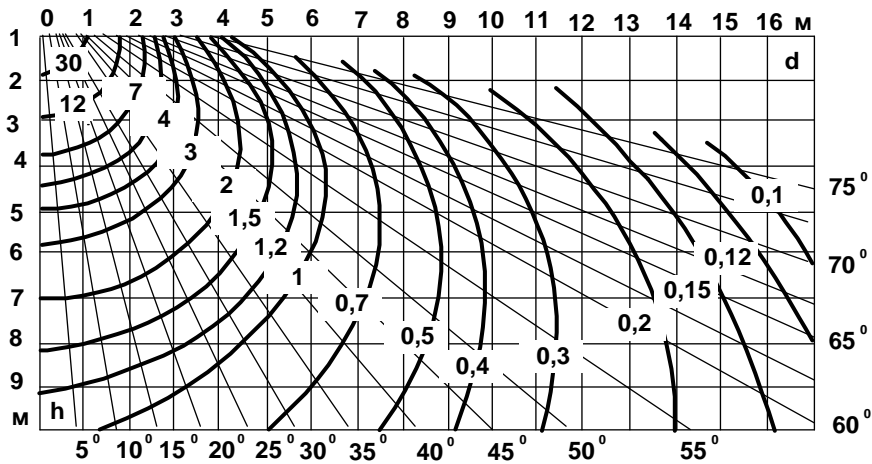


Рисунок Р.3 – Просторові ізолюкси горизонтальної освітленості. Сила світла в усіх напрямках 100 кд

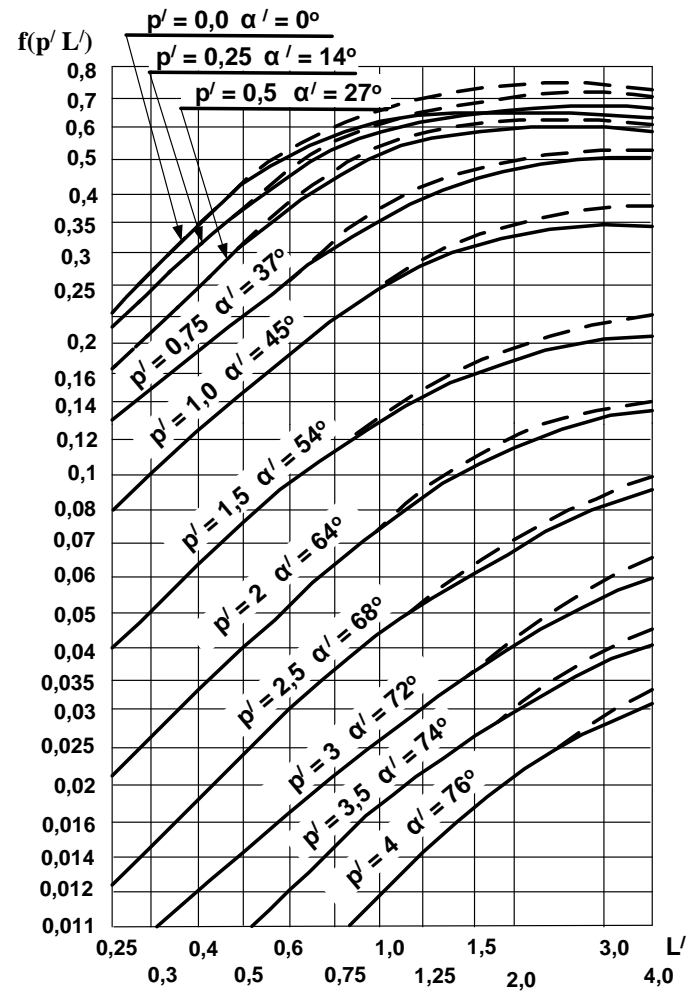


Рисунок Р.4 – Функція для розрахунку люмінесцентного освітлення

Додаток С

Таблиці питомих потужностей для розрахунку загального освітлення

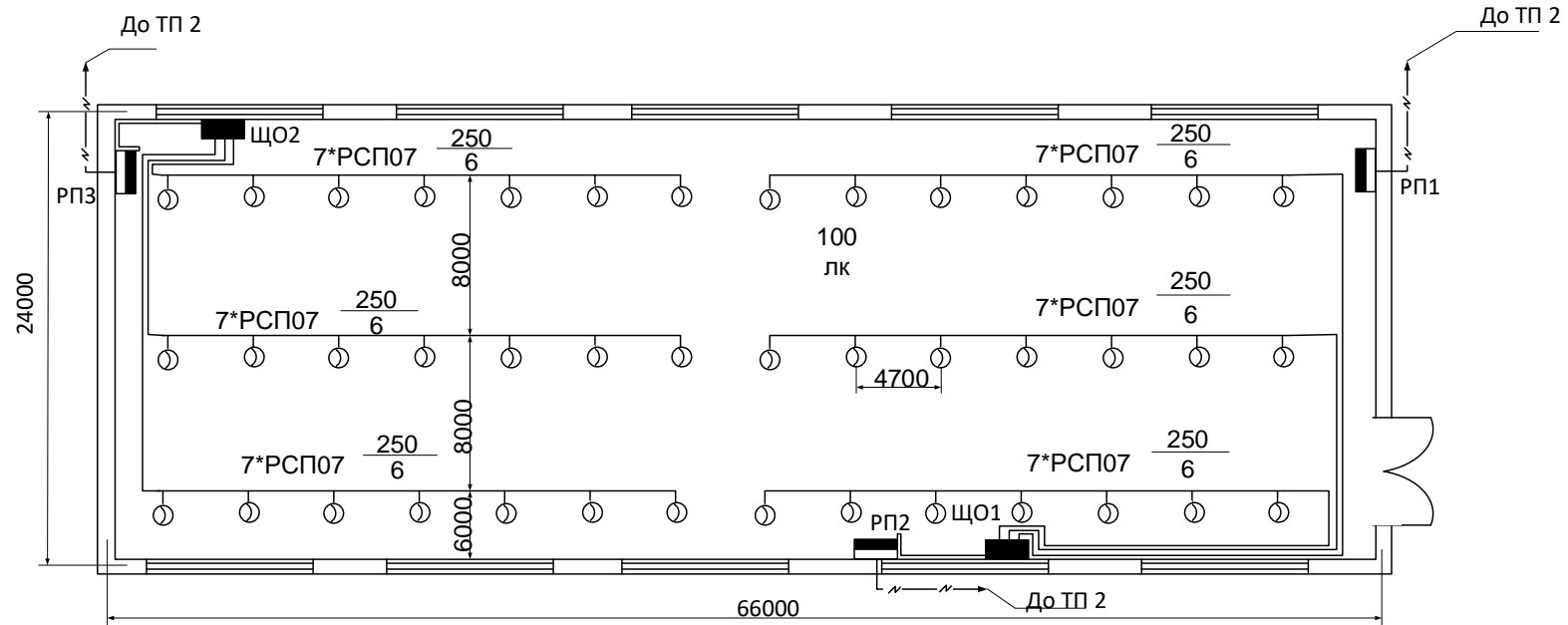
Таблиця С.1 – Питома потужність рівномірного освітлення. Світильники з лампами розжарювання ($\rho_n = 50\%$, $\rho_c = 30\%$, $\rho_p = 10\%$, $K = 1,3$, $Z = 1,15$)

h, м	S, м ²	Питома потужність, Вт/м ² за освітленості, лк, що дорівнює													
		УПМ№15, У, “Астра-1”,11,12							ППР№100, ППР№200, НСР-01,НСПО09						
		5	10	20	30	50	75	100	5	10	20	30	50	75	100
2-3	10-15	2,5	4,5	8	11,3	18,4	26,4	33,6	3	5,2	9,2	11,9	17,4	21	62
	15-25	2,1	3,7	6,5	9,1	14,5	21	26,7	3,1	5,3	9,7	14,4	23,4	35	46,7
	25-50	1,8	3,2	5,6	7,7	12,5	17,8	22,5	2,5	4,4	7,9	11,7	18,8	28,1	37,5
	50-150	1,5	2,7	4,7	6,5	10,6	15	19,4	2	3,6	6,4	9,2	15	25,5	30
	150-300	1,3	2,3	4,1	5,6	9,4	13,3	17	1,7	2,9	5,4	7,8	12,8	19,2	25,6
	300	1,2	2,1	3,8	5,2	8,7	12,4	15,5	1,5	2,6	4,8	7	11,4	17	22,7
3-4	10-15	3,6	6,1	12,3	16,4	25	35,8	45,8	5,8	10	18,8	28,2	47	70,5	94
	15-25	2,9	4,9	9,1	12,9	21,4	28,7	38,8	4,1	7,8	15,5	23,2	38,6	58	77,3
	25-50	2,4	4	7,3	10,6	17,4	23,2	31	3,2	6,3	12,4	18,5	30,9	46,4	61,8
	50-150	1,9	3,3	5,8	8,5	13,4	18,8	24	2,6	4,8	9,3	13,9	23,2	34,7	46,3
	150-300	1,6	2,8	4,8	7,3	11,3	15,6	19,9	2,2	3,9	7,4	11,1	18,5	27,8	37
	300	1,3	2,3	4,1	6,1	9,5	13	16,7	1,7	3,1	6	8,9	14,9	22,4	29,8
4-6	10-17	5	9,3	20,4	25,5	32,8	50	66,6	8,8	11,9	23,8	35,7	59,7	89,2	119
	17-25	3,7	7,1	14,6	19,3	26,9	41,6	55,5	6,4	10,3	20,6	30,9	51,5	77,2	103
	25-35	2,7	5,1	9,7	13,1	20,4	31,7	42,3	4,3	6,8	17	25,5	42,5	62,8	85
	35-50	2,2	3,8	7,5	10,4	16,2	24,2	32,2	3,4	5,2	12,6	20,4	34	51	68
	50-80	1,8	3,1	5,9	8,4	12,9	19	25,3	2,7	4,1	10,4	15,6	26	39	52
	80-150	1,5	2,6	5	7	10,6	15,6	20,8	2,1	3,2	8,2	12,3	20,5	30,8	41
	150	1,2	2,2	4,2	5,9	9	13,4	17,8	1,9		6,5	9,8	16,2	24,4	32,5

Таблиця С.2 – Питома потужність загального рівномірного освітлення за освітленості 100 лк. Світильники з люмінесцентними лампами ($\rho_n = 50\%$, $\rho_c = 30\%$, $\rho_p = 10\%$, $K = 1,3$, $Z = 1,15$)

h, м	S, м ²	Питома потужність, Вт/м ² за різних типів ламп												
		ПВЛМ-Д; ЛД; ЛСП06(05); ЛСП02 (04; 05; 06: 34-36)				ЛПО02-4x40/П-02			ШОД			ЛПР		
		ЛБ-40 ЛБ-65	ЛХБ-40 ЛБ-80 ЛТБ-40 ЛД-40	ЛХБ-80 ЛДЦ-40 ЛТБ-80 ЛД-65	ЛДЦ-65 ЛДЦ-80 ЛДЦ-80	ЛБ-40 ЛБ-65	ЛХБ-40 ЛТБ-40 ЛД-80	ЛДЦ-40	ЛБ-40	ЛХБ-40 ЛТБ-40 ЛД-40	ЛДЦ-40	ЛБ-40	ЛХБ-40 ЛТБ-40 ЛД-40	ЛДЦ-40
2-3	10-15	9,8	11	12,4	14,9	7,4	8,8	7,4	7,4	8,7	10,5	7,2	8,6	10,3
	15-25	7,8	8,7	9,7	11,2	6,5	7,8	6,3	6,3	7,5	9	6,1	7,4	8,7
	25-50	5,8	6,8	7,5	8,6	5,5	6,5	5,2	5,2	6,3	7,5	5,3	6,2	7,5
	50-150	4,4	5,4	6	6,9	4,7	5,6	4,4	4,4	5,2	6,2	4,5	5,3	6,3
	150-300	4	4,7	5,2	6,1	4,2	5,6	3,7	3,7	4,5	5,5	4	4,7	5,7
3-4	10-15	13	15,2	17,6	20	12,1	14	16	11	12,9	15,5	10,6	13,5	18,5
	15-20	11,6	13,6	15,5	18	8,8	10,3	12,4	8,9	10,8	12,8	8,4	10,2	12,4
	20-30	9,9	11,2	13	15,6	7,4	8,8	10,8	7,4	8,6	10,5	7,2	8,6	10,2
	30-50	7,7	8,6	10	12,1	6,4	7,6	9,1	6,2	7,4	8,9	6,1	7,3	8,6
	50-120	5,5	6,4	7,4	8,4	5,4	6,4	7,7	5,1	6,1	7,3	5,4	6	7,3
	120-300	4,4	5,2	5,9	6,7	4,6	5,5	6,7	4,3	5	6,1	4,4	5,2	6,3
4-6	10-17	15	17,3	20,1	22	19	20	22	13,7	16,1	19,5	14,5	17,4	22
	17-25	13,6	15,8	18,2	20	15,5	16	16,5	11,7	13,8	16,7	11,2	14,5	19
	25-35	12,4	14,4	16,5	18,5	10	11	13,1	9,5	11,3	13,6	9	11,1	13,5
	35-50	10,8	12,1	14,2	15,8	7,8	9,2	11,3	7,9	9,1	11	7,6	9	10,8
	50-80	8,5	9,5	10,5	11,8	6,8	8	9,7	6,6	7,9	9,5	6,5	7,8	9,2
	80-150	6	7	7,9	9,2	5,9	7	8,5	5,7	5,7	8,6	5,6	6,7	8
	150-400	4,6	5,4	6,2	7	4,9	5,8	7	4,6	5,6	6,8	4,7	5,5	6,7

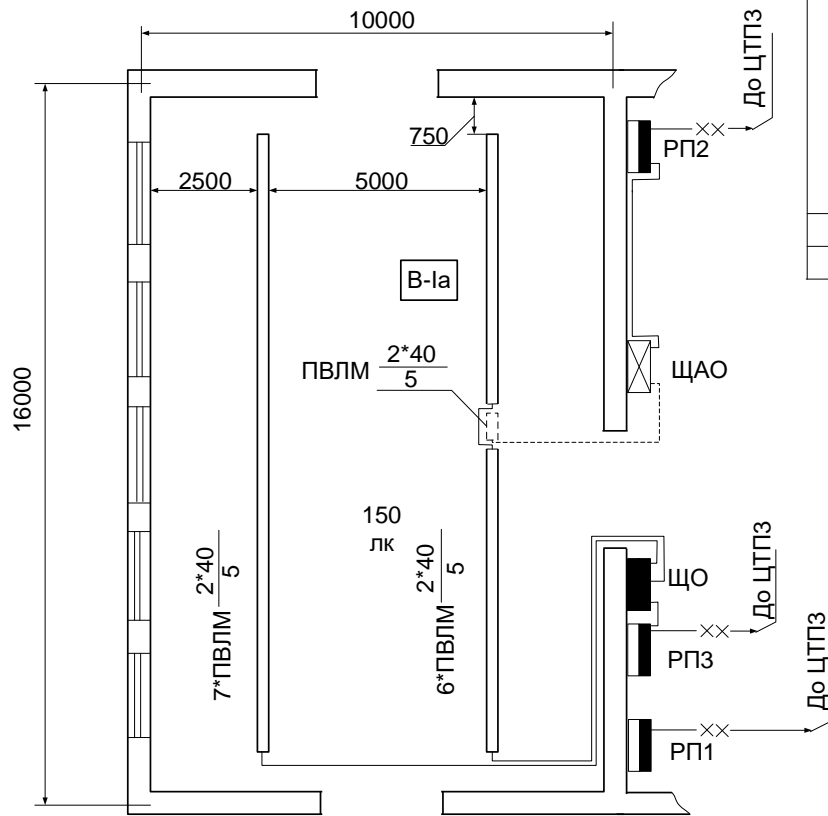
Додаток Т
Плани систем освітлення виробничих приміщень



112

Номер щитка	Тип	Встановлена потужність, кВт	Номери автоматичних вимикачів				Струм розчеплювача, А	
			Однополюсні		Триполюсні		На вводі	На лініях
			Зайняті	Резерв	Зайняті	Резерв		
ЩО1	ПР41-4302	4,2	3	1	-	-	-	40
ЩО2	ПР41-4302	4,2	3	1	-	-	-	40

Рисунок Т.1 – План системи освітлення виробничого приміщення лампами ДРЛ



Номер щитка	Тип	Встановлена потужність, кВт	Номери автоматичних вимикачів				Струм розчеплювача, А	
			Однополюсні		Триполюсні		На вводі	На лініях
			Зайняті	Резерв	Зайняті	Резерв		
ЩО	ЩА-601	1,14	2	4	1	-	-	6
ЩАО	ЩА-601	0,08	1	5	1	-	-	6

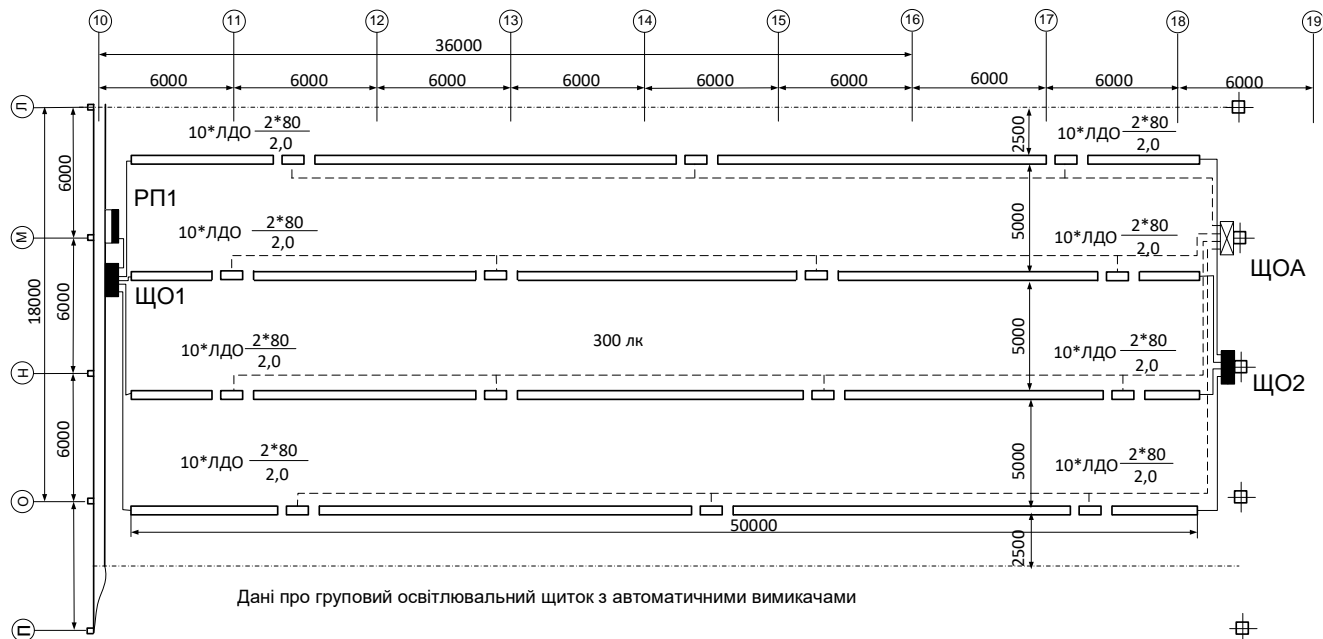
Умовні позначення

- Лінія робочого освітлення
- - - - - Лінія аварійного освітлення

Примітки

- 1, Монтаж світильників виконати, забезпечивши відстань між світильниками в ряду 0,75 м
2. РП3 та РП2 під'єднувати до різних трансформаторів ЦТП3

Рисунок Т.2 – План системи освітлення вибухонебезпечного приміщення

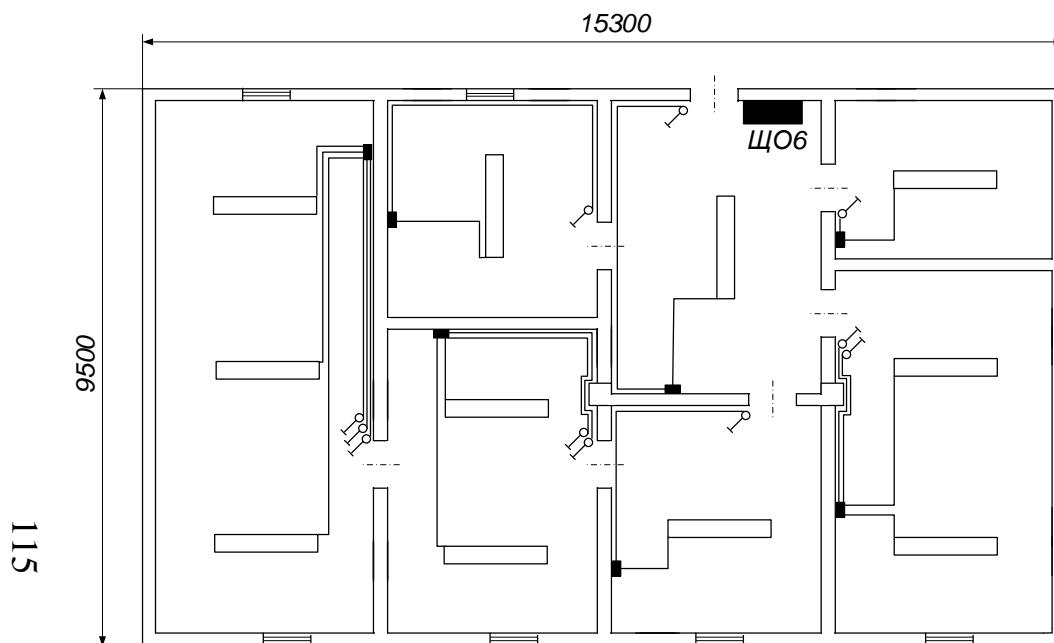


Номер щитка	Тип	Встановлена потужність, кВт	Номери автоматичних вимикачів				Струм розчеплювача	
			Однополюсні		Триполюсні		На вводі	На лініях
			Заняті	Резерв	Заняті	Резерв		
ЩО1,2	ЩОН-1201	6,52	4	2	-	-	-	12,5
ЩОА	ЩОН-1201	2,28	4	2	-	-	-	10

ПРИМІТКИ

- Освітлювальну мережу виконати тросовою проводкою.
- В ряду встановити 20 світильників типу ЛДО.
- Аварійне освітлення виконати 14 світильниками робочого освітлення

Рисунок Т.3 – План системи освітлення виробничого приміщення рядами люмінесцентних ламп (загального та аварійного)



вулиця Б.Хмельницького

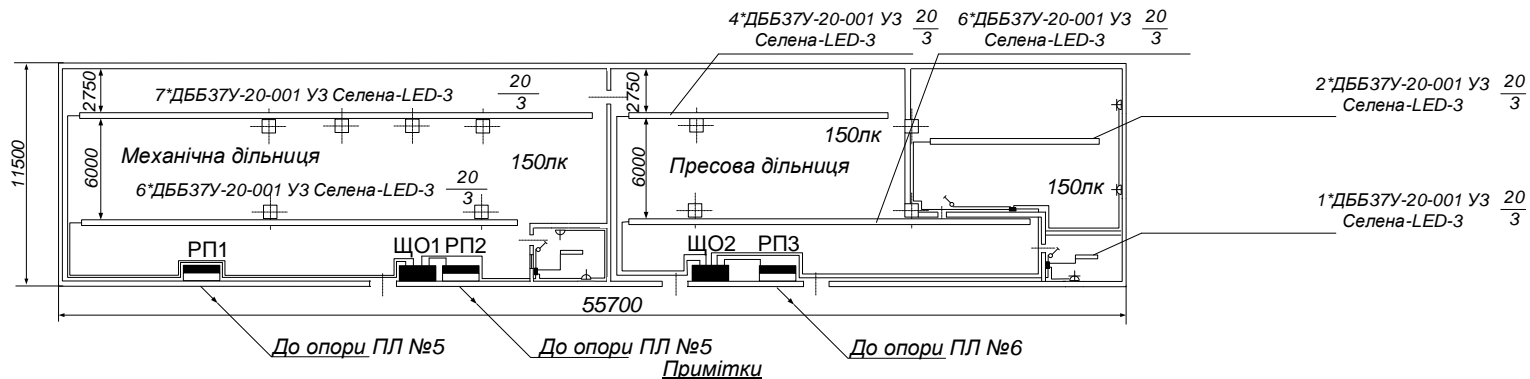
Примітки:

1. Освітлювальну мережу офісного приміщення виконати прихованою проводкою по стіні під штукатуркою проводом АППВ(3*2,5).
2. Установити дволампові світильники типу ЛПО-06В-2*40 з люмінесцентними лампами ЛБ-40
3. Установити одноклавішні вимикачі для прихованої проводки типу PROECO с1-040-6, код 04.02.01.001
4. Для установки вимикачів використати коробки У196УХЛЗ, ТУ 36-2383-81

Умовні позначення:

■ - коробка розподільча

Рисунок Т.4 – План системи освітлення офісного приміщення люмінесцентними лампами



1. Освітлювальні мережі механічної та пресової дільниць виконати проводом АПВЗ(1*2,5) в гофротрубах ПВХ легкого типу без троса, 20 мм
2. Освітлювальні мережі побутових приміщень виконати проводом АППВ (3*2,5) прихованою проводкою
3. Встановлено світильники із світлодіодами Osram, потужністю 20 Вт, корпорації ВАТРА
4. В побутових приміщеннях встановити розетки типу PROECO із заземленням РС 10-090, код 04.02.01.02.002
5. В побутових приміщеннях встановити одноклавішні вимикачі для скритої проводки типу PROECO С1-040-6, код 04.02.01.01.001
6. Монтаж виконати з використанням розподільчих коробок типу У197УХЛЗ, ТУ 36-1449-79

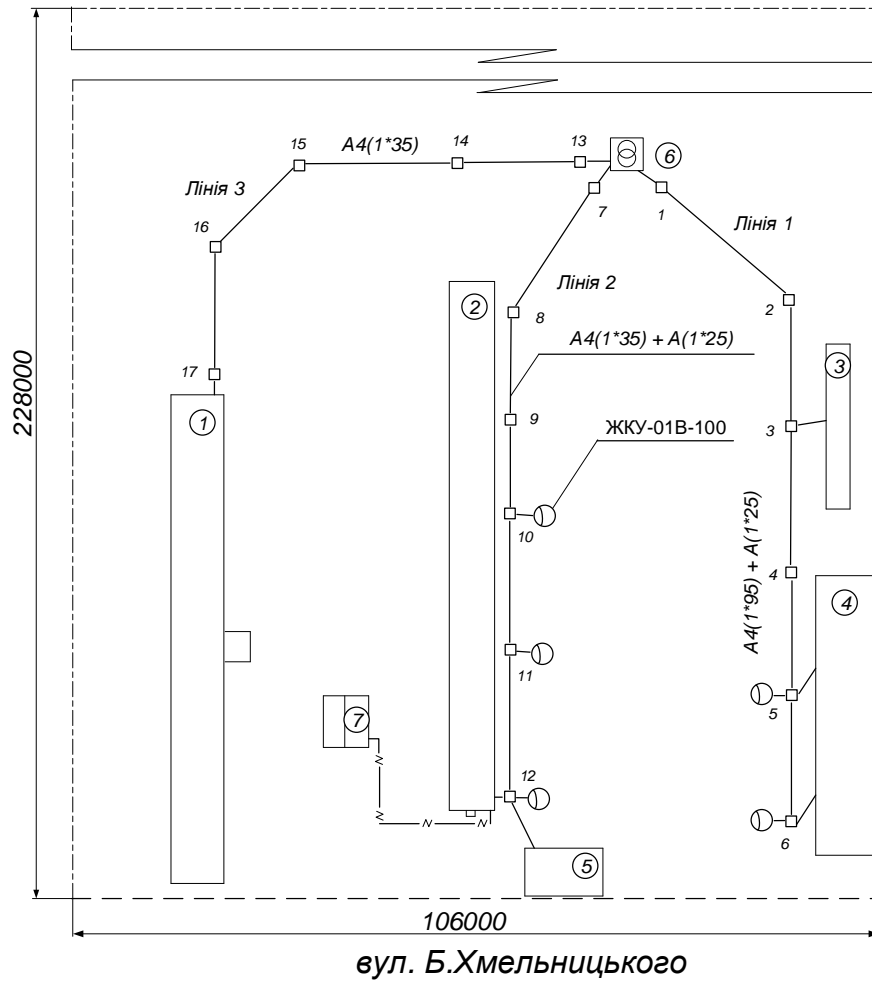
Дані про груповий освітлювальний щиток з автоматичними вимикачами

Умовні позначення

- - розподільча коробка

Номер щитка	Тип	Встановлена потужність, кВт	Номера автоматичних вимикачів				Струм розчеплювача, А	
			Однополюсні		Триполюсні		На вводі	На лініях
			Зайняті	Резерв	Зайняті	Резерв		
ЩО1	ЩА - 601	1,82	3	3	-	-	-	6
ЩО2	ЩА - 601	2,5	4	2	-	-	-	6

Рисунок Т.5 – План системи освітлення виробничого приміщення із світлодіодними лампами



Умовні позначення

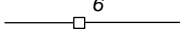



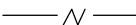
- 
Опора повітряної лінії електропередач та її номер
- 
Повітряна лінія електропередач та її номер
- 
Комплектна трансформаторна підстанція №59
- 
Світильник зовнішнього освітлення з натрієвою лампою
- 
Кабельна лінія електропередач в земляній траншеї

Рисунок Т.6 – План системи зовнішнього освітлення натрієвими лампами

Додаток У
Параметри автоматичних вимикачів марки АВВ

Для захисту лінії ТП-РП: вимикач серії SACE Tmax XT4 з напівпровідниковим розчеплювачем Екір LS/I.

Інон в. = 250 А.

Ін.розщ. = 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 225, 250 А.

Іс.в. = 1 ÷ 10Ін.

Для захисту ліній РП-ЕП: вимикач серії SACE Tmax XT2 з напівпровідниковим розчеплювачем Екір M-LIU.

Інон в. = 160 А.

Ін.розщ. = 1,6, 2, 2,5, 3,2, 4, 5, 6,3, 8, 10, 12,5, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160 А.

Іс.в. = 6 ÷ 13Ін.

Додаток Ф
Питомі опори проводів з алюмінієвими жилами

Таблиця Ф.1 – Питомі опори кабелів з алюмінієвими жилами, мОм/м [24]

Переріз жил, мм ²	R _{ПИТ}	X _{ПИТ}	Z _{Ф-Н}
3×4 + 1×2,5 (4×4)	9,610	0,098	24,08 (18,52)
3×6 + 1×4 (4×6)	6,410	0,094	14,43 (12,34)
3×10 + 1×6 (4×10)	3,840	0,088	9,88 (7,41)
3×16 + 1×10 (4×16)	2,400	0,084	5,92 (4,43)
3×25 + 1×16 (4×25)	1,540	0,072	3,70 (2,96)
3×35 + 1×16 (4×35)	1,100	0,068	3,35 (2,12)
3×50 + 1×25 (4×50)	0,769	0,066	2,22 (1,48)
3×70 + 1×35 (4×70)	0,549	0,065	1,59 (1,06)
3×95 + 1×90 (4×95)	0,405	0,064	1,13 (0,48)
3×120+1×50 (4×120)	0,320	0,064	1,05 (0,62)
3×150 + 1×70	0,256	0,063	0,82
3×185 + 1×70	0,208	0,063	0,73
(4×2,5)	12,6	0,098	29,64

Додаток X

Допустимий тривалий струм для проводів і кабелів

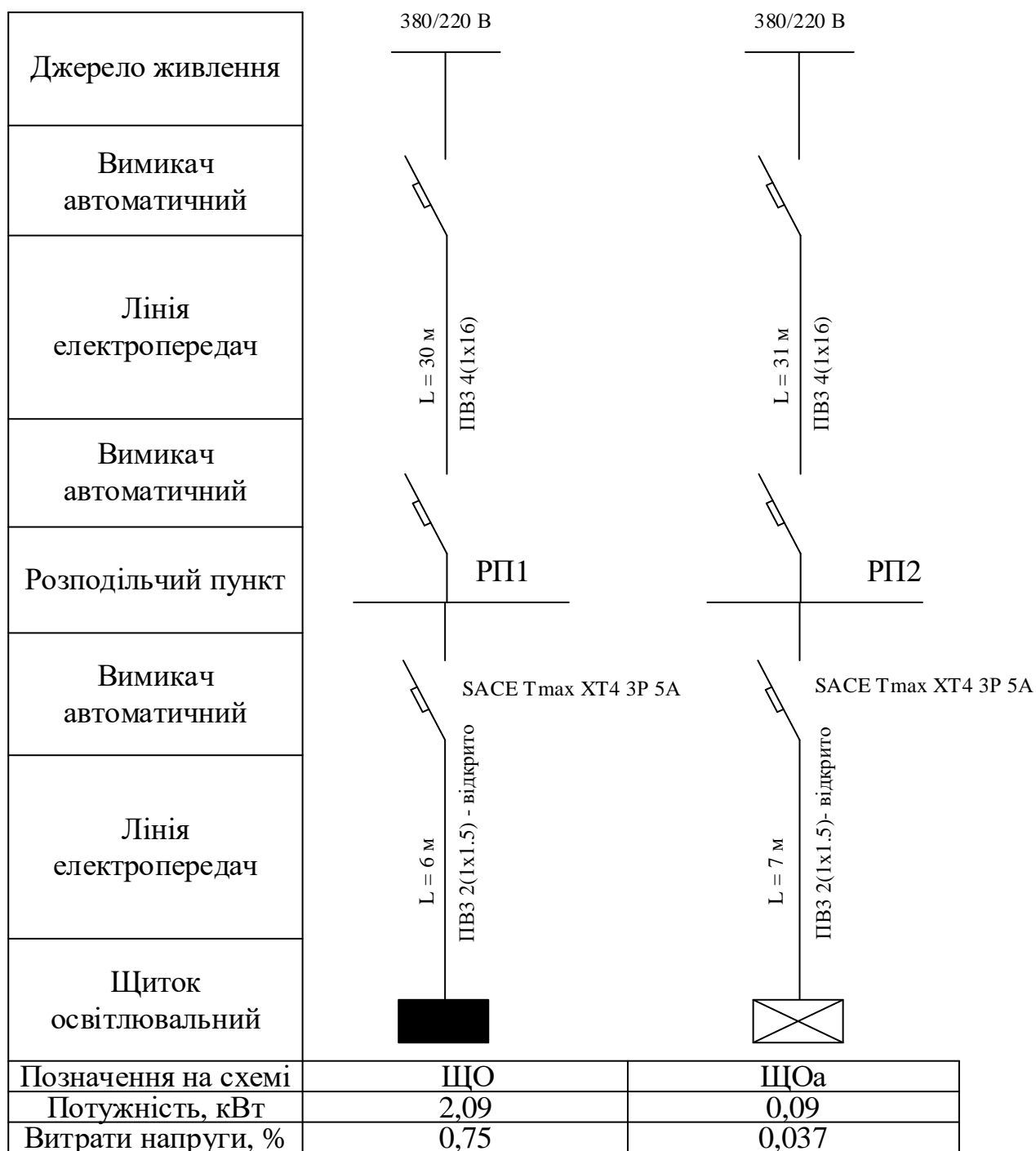
Таблиця X.1 – Допустимий тривалий струм для проводів і шнурів з мідними жилами з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією [20]

Переріз струмовідної жили, мм ²	Струм, А, для проводів, прокладених					
	відкрито	у одній трубі				
		двох одножильних	трьох одножильних	чотирьох одножильних	одного двожильного	одного трижильного
0,5	11	–	–	–	–	–
0,75	15	–	–	–	–	–
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	–	–	–

Таблиця Х.2 – Допустимий тривалий струм кабелів з мідними жилами та ізоляцією з полівінілхлоридного пластикату і полімерних композицій, що не містять галогенів [20]

Номинальний переріз жили, мм ²	Допустимі струмові навантаження кабелів, А					
	одножильних				багатожильних ²⁾	
	за постійного струму		за змінного струму ¹⁾		за змінного струму	
	у повітрі	у землі	у повітрі	у землі	у повітрі	у землі
1,5	29	41	22	30	21	27
2,5	37	55	30	39	27	36
4	50	71	39	50	36	47
6	63	90	50	62	46	59
10	86	124	68	83	63	79
16	113	159	89	107	84	102
25	153	207	121	137	112	133
35	187	249	147	163	137	158
50	227	295	179	194	167	187
70	286	364	226	237	211	231
95	354	436	280	285	261	279
120	413	499	326	324	302	317
150	473	561	373	364	346	358
185	547	637	431	412	397	405
240	655	743	512	477	472	471
300	760	845	591	539	542	533
400	894	971	685	612	633	611
500	1054	1121	792	690	—	
625/630	1252	1299	910	774		
800	1481	1502	1030	856		
1000	1718	1709	1143	933		
¹⁾ Прокладання за схемою «у трикутник» впритул. ²⁾ Для визначення допустимих струмових навантажень чотирижильних кабелів з жилами однакового перерізу в чотирипровідних мережах у разі завантаження всіх жил в усталеному режимі, а також для п'ятижильних кабелів ці значення потрібно помножити на коефіцієнт 0,93.						

Додаток Ц
Принципова схема живильної мережі



*Електронне навчальне видання
комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах*

**Терешкевич Леонід Борисович
Бабенко Олексій Вікторович**

ОСВІТЛЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СПОРУД ТА ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Навчальний посібник

Рукопис оформив *О. Бабенко*

Редактор *Т. Старічек*

Оригінал-макет підготував *О. Ткачук*

Підписано до видання 15.06.2022 р.
Гарнітура Times New Roman.
Зам. № P2022-034.
Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
Редакційно-видавничий відділ.

ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 65-18-06.
press.vntu.edu.ua;
Email: kivc.vntu@gmail.com.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.