

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

прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

електричної інженерії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: *Розробка електропостачання системи освітлення молочного блоку*

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

(шифр і назва спеціальності)

_____ Синявський Я.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Поталіцин С.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Вакулєнко О.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Тарасєнко М.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Габрусєв Г.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)
студенту Синявському Якову Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка електропостачання системи освітлення молочного блоку
та доїльної зали племзаводу

Керівник роботи Поталіцин Сергій Юрійович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «1» вересня 2020 року № 4/7-619

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2020

3. Вихідні дані до роботи Схема приміщень племзаводу, світлотехнічні характеристики
світлових приладів

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Аналітичний розділ

2 Проектно-конструкторський розділ

3 Розрахунково-дослідницький розділ

4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Актуальність теми

2. Методика розрахунку рівномірного освітлення промислових та виробничих приміщень

3. Результати світлотехнічного розрахунку

4. План прокладання мережі освітлення

5. Однолінійна електрична схема мережі освітлення

6. Загальні висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека	Гурик О. Я. к.т.н., доцент		
в надзвичайних ситуаціях	Клепчик В. М. ст. викладач		
Нормоконтроль	Вакуленко. О. О. ст викладач		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.08.2020	
2	Аналітичний розділ	30.10.2020	
3	Розрахунково-дослідницький розділ	15.11.2020	
4	Проектно-конструкторський розділ	25.11.2020	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	1.12.2020	
6	Оформлення пояснювальної записки	8.12.2020	
7	Оформлення графічного матеріалу	10.12.2020	

Студент

(підпис)

Синявський Я.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Поталіцин С.Ю.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Синявський Я.В. Розробка електропостачання системи освітлення молочного блоку та доїльної зали племзаводу. 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕЕмз-61. – Тернопіль.: ТНТУ, 2020.

Стор. - ____; рис. – ____; табл. - ____; креслень - ____; джерел – ____; додатків – ____.

В результаті проведеної роботи було експериментально підтверджено, правомірність використання комп'ютерних світлотехнічних програм для розрахунку параметрів освітлювальних установок.

Проведено світлотехнічний розрахунок системи освітлення племзаводу. Підбрано світильники із світлодіодними джерелами світла, які забезпечують високу енергетичну ефективність освітлювальної установи в цілому.

Розроблено схему електропостачання системи освітлення молочно товарної ферми, проведено вибір марки та перерізу проводів.

Ключові слова: світильник, система освітлення, племзавод, освітленість.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Класифікація та точність розрахунку світлотехнічних програм ..	7
1.2 Моделювання і розрахунок освітлення в програмах	12
1.3 Висновки до розділу	19
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	20
2.1 Вибір нормованої освітленості	20
2.2 Методика розрахунку рівномірного освітлення промислових та виробничих приміщень	24
2.3 Світлотехнічний розрахунок освітлювальної установки	29
2.4 Вибір світлових приладів та опис їх світлотехнічних параметрів	34
2.5 Перевірка результатів світлотехнічного розрахунку в середовищі програми Dialux	40
2.6 Висновки до розділу	44
3 РОЗРАХУНКОВО–ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	45
3.1 Автоматизація розрахунку електричної освітлювальної мережі для підвищення ефективності проектування освітлювальних установок	45
3.2 Розробка схеми групової мережі живлення електричним освітленням	53
3.3 Висновки до розділу	58
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	59
4.1 Планування робіт по охороні праці	59
4.2 Протипожежна стійкість об'єкту під час надзвичайних ситуацій техногенного	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	66

ВСТУП

Актуальність теми. Освітлювальні установки є одними з найбільш поширених технічних пристроїв, які присутні практично у всіх сферах життєдіяльності людини. Освітлювальна установка являє собою сукупність світлотехнічних і електротехнічних пристроїв: освітлювальних приладів, настановних апаратів і освітлювальної мережі. Правильний підбір всіх складових дозволяє не тільки створити необхідну освітленість робочих місць, а й забезпечити безпеку роботи і життя людей в умовах виробничої діяльності. Дана особливість зумовлює високі вимоги до проектів електричного освітлення.

Якісно розроблений проект електричного освітлення повинен забезпечувати нормовані освітлювальні умови (освітленість, якість освітлення) в приміщеннях і в місцях виконання робіт поза будівлями при одночасному дотриманні мінімуму витрат на його виконання. Рішення поставленого завдання бачиться можливим лише при неухильному дотриманні правил проектування.

Проектування освітлювальних установок супроводжується, як правило, трудомісними обчисленнями і перебором варіантів з метою знаходження оптимального. В умовах паралельного проектування, коли розробка проекту здійснюється в стислі терміни, автоматизація розрахунку електричної освітлювальної мережі є дієвим способом підвищення ефективності проектування освітлювальних установок.

Дана робота присвячена розробці основних принципів функціонування та обґрунтуванню **актуальності** комп'ютерного моделювання для розрахунку електричної освітлювальної мережі.

Мета і завдання дослідження. Основною метою дипломної роботи є розробка електропостачання системи освітлення молочного блоку та доїльної зали племзаводу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести класифікація та аналіз точності розрахунку світлотехнічних програм;
- вибір нормованої освітленості для виробничих приміщень племзаводу;
- розвинути методикау розрахунку рівномірного освітлення промислових та виробничих приміщень;
- провести світлотехнічний розрахунок системи освітлення племзаводу;
- провести автоматизацію розрахунку електричної освітлювальної мережі для підвищення ефективності проектування освітлювальних установок.

Об'єкт дослідження – є енергетичні та світлотехнічні процеси в системах освітлення племзаводу.

Предмет дослідження - є техніко-енергетичні характеристики систем освітлення племзаводу.

Наукова новизна отриманих результатів.

- розвинуто методикау розрахунку рівномірного освітлення промислових та виробничих приміщень;
- проведено автоматизацію розрахунку електричної освітлювальної мережі, що дозволило підвищити ефективність проектування освітлювальних установок.

Практичне значення отриманих результатів.

Впровадження результатів досліджень дозволяє реалізувати ефективну системи електропостачання електричного освітлення племзаводу.

Апробація. Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 25-26 листопада 2020 [8].

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (34 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – ____ сторінки, ____ таблиць, ____ рисунків.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Класифікація та точність розрахунку світлотехнічних програм

У зв'язку з частим використанням світлотехнічних програм для розрахунку параметрів ОУ в користувачів часто виникає два питання:

«Яка точність розрахунку показників освітлення в програмі щодо аналітичного (точного) рішення?» і друге питання: «Яка програма веде більш точний розрахунок?». Щоб відповісти на ці та інші актуальні питання нами було вирішено провести тестування світлотехнічних програм по їх точності розрахунку значень освітленості на підлозі тестового приміщення від трьох типів джерел світла (точковий, лінійний і площинний).

Порівняння програм проводилося на прикладі моделі стандартного приміщення з розмірами (h (висота)=3 м, l (довжина)=5 м, b (ширина)=3 м). При порівнянні програм вибиралися параметри розрахунку, що використовуються програмами за замовчуванням, тим самим ми ставимо всі програми в рівне становище.

У комп'ютерній графіці створення джерела світла і робота з ним ні чим не відрізняється від роботи зі звичайними об'єктами сцени. Відмінність їх від усіх інших у тому, що у властивостях джерел світла додаються певні світлотехнічні параметри. В цілому будь-який об'єкт віртуального світу можна зробити джерелом світла або світловим приладом, наділивши його специфічним набором властивостей і параметрів (КСС, світловий потік, тип джерела, спектральний склад і т.д.).

Побудови кривої сили світла (КСС), для подальшого використання її в віртуальному світловому приладі зводиться до завдання значень сили світла (в канделах (Кд) за двома кутами. Крок, з яким ми будимо вводити значення КСС, визначить точність подальшого світлотехнічного розрахунку розподілу випромінювання в сцені.

У комп'ютерній графіці для збереження параметрів КСС

використовуються спеціалізовані текстові файли з розширенням (ies, ltd, uld і т.д.) така різноманітність типів форматів обумовлено історичними факторами і пристрастями програмістів, що створюють програмне забезпечення. Створювати свою КСС користувач може двома способами, або в ручну записувати значення сили світла в тому чи іншому типі файлу, або користуватися спеціальними редакторами, до прикладом такого редактора може служити вбудована в програму Lightscape процедура Photometric web, що дозволяє не тільки створювати КСС будь-якої складності, але і безпосередньо бачити її на екрані монітора.

Для нашої тестової роботи ми скористаємося процедурою Photometric web і створимо два типу тестових КСС складної форми тому ми не знаємо, за яким законом програми апроксимують її значення, а перевірка програм на простих формах КСС не приносить результату. Програми можуть обчислювати силу світла лінійною інтерполяцією, квадратичною або інший. Значення першої КСС вводилися в такий спосіб: візьмемо нашу модель приміщення, помістимо (віртуально) на стелі приміщення точкове джерело світла, з нього проводимо прямі, які перетинають контрольні точки, що знаходяться на підлозі приміщення з кроком в 20 см, далі обчислюємо вертикальні кути (α). Таким чином, ми отримали 13 кутів від 0 до 39 град. і кожному відповідно задавалося певне значення сили світла.

Друга ж КСС, на відміну від першої має математичний опис:

$$I_{\alpha} = I_0 (3 \cos(\alpha) + \cos^2 3\alpha). \quad (1.1)$$

У формуванні КСС брали тільки значення сили світла при α кратному 5 (0, 5, 10, 15 ...) град.

Тепер, коли ми маємо в своєму розпорядженні джерело світла із заданою КСС, нам знадобляться створити кілька видів світлових тіл: точка, лінія і поверхню, що можна успішно зробити в 3М - редакторі. Так як існує

ймовірність того, що програми будуть розраховувати не точкові світлові тіла, як точкові.

В цілому існуючі і використовувані в комп'ютерних програмах методики розрахунку можна розділити на дві групи - це методика, заснована на коефіцієнті використання (Lght - in - Night, WinELSO-Light), що дозволяє швидко провести перевірочний розрахунок. На відміну від програм, що використовують метод глобального освітлення (Global Illuminating) (всі інші представлені програми), в який входять методи: (Radiosity) і трасування променів (Ray Tracing). Завдяки яким можливо створювати реалістичне зображення при точному моделюванні яскравості поверхонь в тривимірних сценах з урахуванням багаторазових дифузних і дзеркальних відображень світла від них.

Очевидно, що основною розкид значень, буде переважати в разі багаторазових відображень, тобто при використанні сцени має як мінімум дві поверхні з не нульовими коефіцієнтами відображення. З іншого боку деяку частку похибки в результат буде вносити здатність програми апроксимувати криву силу світла (КСС), що задається користувачем тому у всіх програмах введення або створення КСС відбувається шляхом введення її вузлових значень, і як правило здійснюється з кроком (5 - 10 град.) тим самим постає питання, які значення КСС прийме програма в проміжних вузлах (точках).

Таким чином, нами був придуманий тест, в основу якого було покладено метод Ембрехта (J.J.Embree), що дозволяє отримати повну картину про те, яку похибка (неточність), в результат вводять апроксимація КСС і роль багаторазових відображень, щодо точного розрахунку.

Протягом експерименту змінювалися коефіцієнти відображення ρ внутрішніх поверхонь приміщення ($\rho = 0, 0.3, 0.5, 0.7$). Розрахунок значень освітленості в разі «чорного» ($\rho = 0$) приміщення проводився в "ручну" за відомими формулами, розташованих на підлозі віртуального приміщення. Нами так само були змодельовані три види світлових тіл: точка, лінія і поверхню. Так як існує ймовірність того, що програми будуть розраховувати площинні та

лінійні світлові тіла, як точкові.

Значення, отримані в усіх програмах з похибкою менш 3%, збігаються з точним (ручним) розрахунком. У разі використання аналітичної КСС похибка зростає (10 - 15%), це свідчить про наявність певного алгоритму апроксимації, за нашими припущеннями в програмах використовується білінійна апроксимація. аналогічні значення були отримані і в разі зміни світлового тіла і КСС, де розкид не перевищував 5%. Це пов'язано з тим, що всі програми добре «вміють» розраховувати пряму складову освітленості (Direct illumination).

Далі ми розглянули випадок з одним відображенням. Для цього ми поставили коефіцієнт відображення одній стіні приміщення ($\rho = 0.5$), інші стіни залишилися без зміни. Отриманий результат навів нас на думку, що 3DViz і Lightscape використовують одну й ту ж саму методику розрахунку і в цьому немає нічого дивного, тому що 3DViz є продовженням програми Lightscape 3.2. і компанія Autodesk, природно не стала міняти розрахункові алгоритми. Результати ж отримані в двох інших програмах Relux і Dialux, вийшов трохи завищеними, в той же час практично однаковими, що можна пояснити схожими використовуваними алгоритмами розрахунку, причина ж розбіжності результатів авторам поки не відома, в зв'язку з закритістю вихідних кодів програм.

Подальші міркування приводять нас до розгляду випадку багаторазових відображень для цього ми змінили коефіцієнти відображення поверхонь приміщення. Видно, що тенденція розбіжності результатів між двома групами програм триває.

Для того, щоб стало можливим порівнювати програми не між собою, а в порівнянні з точним математичним рішенням, отримано точний розв'язок так званої задачі Соболева, що полягає в розрахунку розподілу освітленості від точкового ізотропного джерела одиничної сили світла, розташованого між двома нескінченними дифузними площинами. При цьому освітленість на одній з поверхонь розраховується за формулою:

$$E_1(r) = \int_0^{\infty} \frac{e^{-h_1 k} + \frac{\rho_2}{\pi^2} e^{-h_2 k} \Phi(k)}{1 - \frac{\rho_1 \rho_2}{\pi^2} \Phi^2(k)} J_0(kr) k dk, \quad (1.2)$$

де $\Phi(k)$ представляється у вигляді:

$$\Phi(k) = \int_0^{\infty} \frac{r J_0(kr)}{(1+r^2)^2} dr = \frac{1}{2} k K_1(k), \quad (1.3)$$

де r - відстань до досліджуваної точки в площині від підстави перпендикуляра на площину з джерела;

h_i - відстань від джерела до i -тої поверхні: $h_1 + h_2 = l$;

ρ_i - коефіцієнт відбиття i -тій поверхні, $i = 1, 2$;

$J_0(x)$ - функція Бесселя першого роду 0 порядку,

$K_1(x)$ - функція Мак Дональда 1 порядку.

Зрозуміло, що ми не можемо створити в програмі нескінченні поверхні - це суперечить комп'ютерної логіки. Тому ми вирішили в якості таких поверхонь використовувати квадрати зі сторонами 10 м, на одному з яких, за таким же принципом, як і в моделі приміщення, розташували рівномірно контрольні точки, в яких і розраховували значення освітленості.

Отриманий результат представлений на рис.1.11. З малюнка видно, що з найбільшою точністю з цим завданням впорався Lightscape (похибка не перевищує 3%), слідом слід Dialux з Relux-му. Розбіжності в результатах, за нашими припущеннями можуть бути викликані з використанням в програмах стандартних розрахункових параметрів. Але не варто забувати, що стандартні параметри адаптовані на якийсь середній рівень точності розрахунку. Установка розрахункових параметрів в залежності від складності сцени і завдань виконується користувачем, може істотно впливати на точність результату розрахунку.

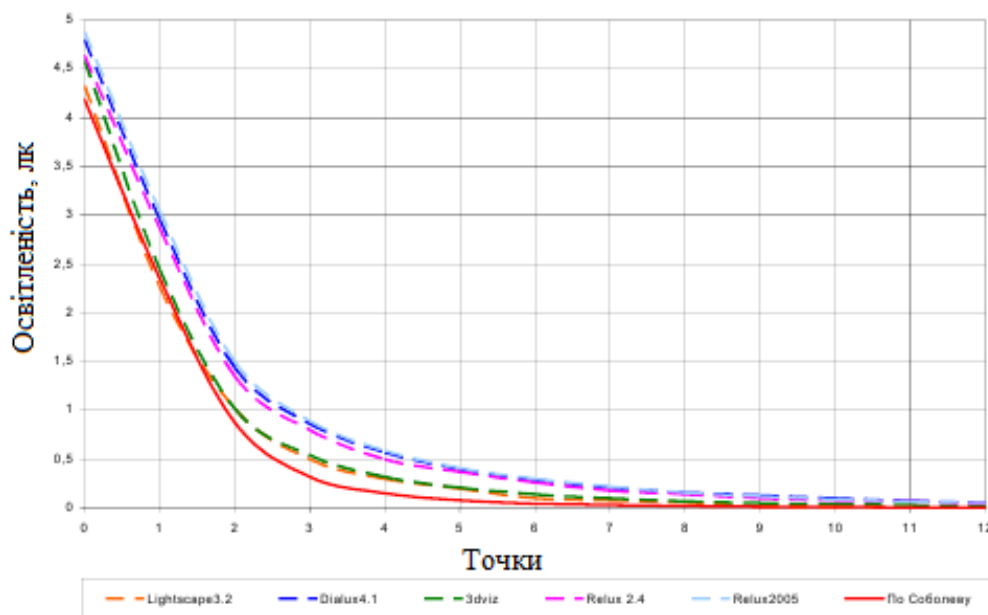


Рисунок 1.1 - Розподіл освітленості в програмах в разі точкового джерела між двома площинами, де суцільною лінією позначений розрахунковий результат

Як можна переконатися, програми є досить різноманітними, як по функціональності, так і за інформацією, що надається користувачеві. В одних програмах це анімаційних фільм, що вимагає від користувача не тільки знань світлотехніки, але і не в меншій мірі режисерських здібностей, а в інших це 2D картинка зі значеннями освітленості. Всі програми в тій чи іншій мірі точно розраховують розподіл освітленості в сцені, їх похибка укладається в регламентовані допущення (+ 20% 10% від нормованого значення освітленості). Найбільш точні результати були отримані в двох програмах фірми Autodesk і Dialux 4.2.

1.2 Моделювання і розрахунок освітлення в програмах

Проблема природного освітлення займає окреме місце в світлотехнічній практиці. На відміну від інших напрямів в даній тематиці фахівцям доводиться працювати з великими об'єктами: будинки, вулиці, небосхил і т.д. Враховувати

не тільки кількісні характеристики освітлення, але що не менш важливо, і якісні характеристики, які регламентуються в зарубіжних нормативних документах. Однією з основних проблем, так і не вирішеною до сих пір, даного напрямку є облік з'являються багаторазових перевідбитів. В даний час ця тема актуальна в зв'язку зі збільшенням щільності житлової забудови міст. Не варто забувати, що зі збільшенням щільності забудови зменшується доступ прямого природного світла в житлові і громадські будівлі, але при цьому підвищується частка відбитого світла. Виходом з даної ситуації є збільшення поверховості будинків, але і цей варіант має ряд недоліків, важливим з яких буде забезпечення великого відкритого простору навколо таких будівель, що значно вплине на вартість даного проекту.

Нікому не секрет, що від нестачі природного світла не тільки зменшується працездатність людини, але також виявляється і негативний вплив на його емоційного стану. У нормативних документах наводяться можливі мінімальні відстані між будівлями, виходячи при цьому з забезпечення необхідного доступу природного світла.

На сьогоднішній день, проблема нормування і розрахунку природного освітлення стоїть дуже гостро. Тому свідком, є ряд статей в журналі «Світлотехніка» за 2016р. Якщо спробувати сформулювати ряд найважливіших питань, що стоять перед світлотехніками, то на наш погляд їх існує всього два:

- До недоліків відносяться, як трудомісткість обчислення КПО за емпіричними коефіцієнтами (походження яких часом не зовсім ясно), так і неможливість розрахунку природного освітлення в умовах наближених до реальних (обмежений облік коефіцієнтів відбиття, відсутність можливості врахування впливу меблів в приміщенні і об'єктів поза і т. Д.);
- Проблема переходу від ручного розрахунку показників природного освітлення до застосування комп'ютерних програм розрахунку;

Ми не будемо детально зупинятися в рамках даної роботи на недоліки існуючих в нормативних документах методиках розрахунку природного освітлення зокрема коефіцієнта природної освітленості (КПО), про це докладно

викладено у відповідних джерелах [31,32]. Сконцентруємо нашу увагу на другу проблему - застосуванні світлотехнічних програм в області аналізу і розрахунку природного освітлення.

Розрахункове ядро сучасних світлотехнічних програм, побудовано на методі Radiosity (излучательности), іншими словами процес формування результату розрахунку світлотехнічних величин (освітленості, яскравості, КПО) ґрунтується на рішенні рівняння глобального освітлення [10]. Таким чином, програми, використовуючи метод Radiosity, мають можливість із заданою точністю надавати проектувальнику значення, що цікавить його світлотехнічної величини в будь-якій точці тривимірної сцени. Застосування самого методу Radiosity для розрахунку природного освітлення нами розглядається як найбільш раціональне, і дозволяє найбільш точно (і не мало важливо в короткий час) оцінювати і розраховувати значення природного освітлення [34].

Що дасть нам застосування світлотехнічних програм за розрахунками класів природного освітлення в порівнянні з традиційним методом розрахунку? Щоб досить повно відповісти на це питання давайте спробуємо сформулювати основні критерії (параметри) які нам необхідно враховувати для обчислення достовірного значення КПО і які з цих параметрів можливо врахувати традиційним методом а які ні. Перелічимо основні і них:

- Модель небосхилу повинна відповідати моделі МКО, тобто відповідати наступним визначенням: Хмарне небо МКО небо, повністю закрите хмарами і задовольняє умові, при якому відношення його яскравості на висоті над горизонтом до яскравості в зеніті;
- Облік тіньової дії від протилежних будинків і споруд;
- Можливість складання графіка інсоляції, з наочним поданням даних;
- Використання в розрахунках реально вимірних коефіцієнтів відбиття поверхонь або до них наближених;
- Облік багаторазових відображень, як в просторі прилеглої території, так і в самому приміщенні, тобто в повній мірі використовувати дані значення

фотометрії об'єктів сцени;

- Виробляти розрахунок КПО в приміщеннях з будь-геометрією і місцем знаходження світлових прорізів, з урахуванням їх коефіцієнтів пропускання і відбиття;

- Результатом розрахунку повинні бути значення КПО в розрахункових точках, бажано представлені у вигляді графіків і всіляких градацій для полегшення аналізу і наочності розрахунку;

- Можливість зміни місця розташування розрахункового приміщення (широта і довгота), вибір місяця, дня і часу доби для розрахунку КПО і інсоляції;

Представлений список параметрів далеко не повний, але в першому наближенні дає уявлення про трудомісткість розрахунку природного освітлення. Розглянуті нами світлотехнічні програми в своїй більшості дозволяють врахувати всі ці параметри. Причому в режимі добре продуманого і зручного інтерфейсу (GUI).

Для того щоб рекомендувати світлотехнічні програми для розрахунку природного освітлення, доцільно з'ясувати чи використовують вони при розрахунку одну і ту ж модель небосхилу. Не зупиняючись на принципах побудови математичної моделі небосхилу, вбудованої в програми і відповідає критеріям МКО, проведемо дослідження їх відповідності шляхом створення в кожній з них нікого подібності віртуального яскравомір. Модель буде складатися з подовженого циліндра з коефіцієнтом відбиття поверхонь рівним 0 без одного підстави (співвідношення діаметра підстави до висоти 1:10), таким чином, ми можемо говорити про відповідність освітленості до яскравості. Отриману модель ми будемо повертати в поздовжній площині починаючи від зенітного кута (900) до рівня горизонту (00) з кроком в 15 градусів. Критерієм для визначення відповідності нам послужить формула, представлена у визначенні хмарного неба МКО.

Можна зробити висновок, що у всіх представлених нами світлотехнічних програмах використовується однакова модель хмарного небосхилу, що

відповідає стандарту МКО і DIN 5035. Незначні флуктуації залежностей пояснюються вибором стандартної розрахункової сітки. Але навіть в цьому випадку відносна похибка отриманих результатів не перевищує 4%. Таким чином, використовувана в програмах модель хмарного неба підходить для проведення розрахунків природного освітлення.

Проведені нами дослідження підтверджують схожість моделей хмарного неба, використовуваного в МГСН 2.06-99 і світлотехнічних програмах. Але при цьому отримані результати зовсім не говорять про правомірність використання комп'ютерних програм за розрахунками коефіцієнта природної освітленості в моделях реальних приміщеннях. Щоб відповісти і на це питання, ми провели дослідження розподілу КПО в стандартній моделі приміщення.

Досліджуване приміщення для його застосування в програмі Lightscape моделювався в редакторі 3М графіки 3D Studio Max8 (компанії Autodesk), в інших випадках використовувалися вбудовані в програми редактори. Цей момент грає одну з головних ролей в точності одержуваних результатів, будь-то моделювання і розрахунок природного освітлення або штучного. Через те, що програми при розрахунку використовують метод Radiosity, і розраховують значення освітленості в усіх вузлах розрахункової сітки 3М сцени, особливу увагу варто приділяти точності її моделювання. Уникати зазорів в місцях стиків поверхонь і їх перетинів, для уникнення помилки при розрахунку. У програмі Relux 2005 року на цей випадок існує функція перевірки сцени на її відповідність.

Дослідження програм проводилося при аналогічних умовах і параметрах, що і для хмарного неба в попередньому параграфі. Досліджуване приміщення має середньозважений коефіцієнт відбиття підлоги, стін і стелі рівний 0.5. Це пояснюється тим, що методика не дозволяє проводити розрахунок КПО в приміщеннях з коефіцієнтом відображення - 0%. Таким чином, ця обставина змушує нас враховувати можливу помилку, яка неминуче виникне через розрахунок багаторазових відображень. Коефіцієнт пропускання світлового прорізу був прийнятий 90%, так як в Relux 2005 нам не вдалося виставити його

значення рівне 100%, знову ж для зменшення помилки, пов'язаної з перевідбиваннями. Розрахункові точки розташовуються на підлозі приміщення з кроком 25см. Затінюють дію протилежних будинків не враховується.

Отримані розподілу в програмах мають розбіжності, що досягають максимального значення в 35% в розрахункових точках біля вікна приміщення. В ці точки потрапляє пряма освітленість від відкритого небосхилу. Природа такої розбіжності значень по методики з програмами нам до кінця не зрозуміла, але на наш погляд це пов'язано з використанням в ній емпіричних коефіцієнтів.

Розкид розрахункових значень КПО отриманих в програмах в середньому становить не більше 8%, що само собою є допустимим, враховуючи вплив багаторазових відображень всередині приміщення і установку розрахункових сіток в програмах. Нагадаємо, що у всіх програмах параметри розрахункових сіток вибиралися за замовчуванням (стандартні). На підставі проведених нами дослідженнях впливу розбиття розрахункових сіток в програмах на одержувані розрахункові показники, ми можемо зробити висновок, що розкид значень КПО в програмах можна скоротити як мінімум в два рази, і він не буде перевищувати 3-4%, шляхом виставлення при розрахунку параметрів точності розрахунку на максимум.

В даний час серед проєктувальників-світлотехніків побутує міф про складність використання методу Radiosity в природному освітленні через використання в розрахунку великих обчислювальних потужностей. Не варто забувати, що при розрахунку природного світла створюється 3М модель не тільки освітлюється, але навколишнього його простору. Таким чином, одержувана 3М модель містить підвищену кількість об'єктів і як наслідок полігонів, що неминуче веде до збільшення розрахункового часу. У зв'язку з цим при розрахунку сцен з природним освітленням особливу увагу варто приділяти до вибору розрахункових параметрів, а саме до значень розрахункової сітки (Mesh spacing). Проведені нами дослідження показують, що збільшення значень розрахункової сітки в 6 раз 20 від номінального, сприяє економії розрахункового часу в 16 разів, при цьому похибка отриманого

результату не перевищує 2%.

Так для дослідження розподілу КПО нами була змодельована наступна сцена, що складається з будинку з приміщенням, вулиці і затемнючого будинку.

Модель можна умовно розбити на основні частини:

1. Розрахункове приміщення; стандартне висота стелі 3м, глибина 5м, ширина 3м; віконний проріз - висота 1,8 м, шириною 1.4м 21;
2. Модель будівлі в якому знаходиться розрахункове приміщення: висота 48м і шириною 60 м, що моделює стандартний 16-ти поверховий житловий будинок;
3. Модель затемнючої будівлі з тими ж геометричними параметрами;
4. Модель вулиці: дорога шириною 14.5м і земля, що знаходяться між дорогою і будівлями, ширина якої змінюється в залежності від відстані між будівлями;

У світлотехнічній практиці існують дві моделі небосхилу: хмарне небо (Cloudy) і ясне небо (Clear). Обидві з них ми будемо використовувати в нашій роботі.

Перед тим як приступити до розгляду розрахункових моделей, доцільно порівняти результати розрахунків за методиками МГСН і Lightscape 3.2. на прикладі розрахунку КПО в приміщенні, що знаходиться на цокольному поверсі будівлі. При цьому ми будемо постійно збільшувати відстань між будинками, попередньо записуючи значення освітленості в контрольних точках.

Другим розглядаються нами варіантом досліджень є випадок, коли розрахункове приміщення знаходиться на рівні 7 поверху, при тих же умовах розміщення будівель і видах небосхилу.

Важливим аспектом при розрахунку КПО в разі ясного неба є вибір кута нахилу сонця відносно горизонту. Ясно, що висота сонця над горизонтом змінюється не тільки з часом доби, але також в залежності від пори року і від широти місцевості на якій проводяться дослідження. У наших експериментах ми будимо оперувати розрахунковими даними для міста Збараж, в день сонце

стояння (21 червня), що буде відповідати максимальному куті 45 градусів над горизонтом.

Як видно з залежностей їх поведінку при ясному небі якісно не відрізняється від аналогічних залежностей для хмарного неба. У зв'язку з цим, ми можемо рекомендувати проводити розрахунок КПО для моделі хмарного неба не піклуючись про те, що станеться якісного зрушення результату в порівнянні з ясным небом. До того ж розрахунок впливу ясного неба з урахуванням багатократних віддзеркалень можливий тільки при застосуванні комп'ютерних програм використовують метод глобального освітлення.

1.3 Висновки до розділу

В результаті проведеної роботи було експериментально підтверджено, правомірність використання комп'ютерних світлотехнічних програм для розрахунку параметрів освітлювальних установок.

Сформульовано нові підходи і методи проектування ОУ на основі існуючого програмного забезпечення, що дозволяють якісно і в короткий термін проводити розрахунок і аналіз проектової ОУ.

На основі запропонованих нами методів оцінки якісних показників освітлення, можливо зменшити ймовірність допуску помилок всього комплексу світлового проектування, також дати наближену до реалії візуальну оцінку естетичної складової ОУ, останнім грає велику роль при проектуванні приміщень і об'єктів, в яких маєтись на увазі тривале перебуванням.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір нормованої освітленості

Основним завданням даної роботи є розробка системи освітлення в межах проекту «Реконструкція молочно товарної ферми з розширенням до 3795 голів великої рогатої худоби (1561 дійних корів)», що знаходиться за адресою : Вінницька обл., Літинський район, с. Громадське.

В роботі передбачено розробка освітлювальної установки для доїльної зали «Карусель» на 50 місць та корівника.

Експлікація приміщень для доїльної зали та корівника представлено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Експлікація приміщень молочнотоварної ферми

Умовне позначення приміщення №	Найменування
001	Навіс
002	Технічне приміщення
101	Тамбур
102	Коридор
103	Жіноча роздягальня
104	Жіноча душова
105	Жіночий санвузол
106	Чоловічий санвузол
107	Чоловіча душова
108	Чоловіча роздягальня

Продовження таблиці 2.1

109	Санвузол
110	Санвузол
111	Підсобне приміщення
112	Молочний блок
113	Електрощитова
114	Компресорна
115	Тепловий пункт
116	Склад запчастин
117	Лабораторія зі складом ветпрепаратів
118	Операторська
119	Доїльна зала
120	Склад миючих засобів
121	Зона обробки тварин
122	Накопичувач
201	Корівник

Загальне креслення приміщень для доїльної зали наведено на рис. 2.1.

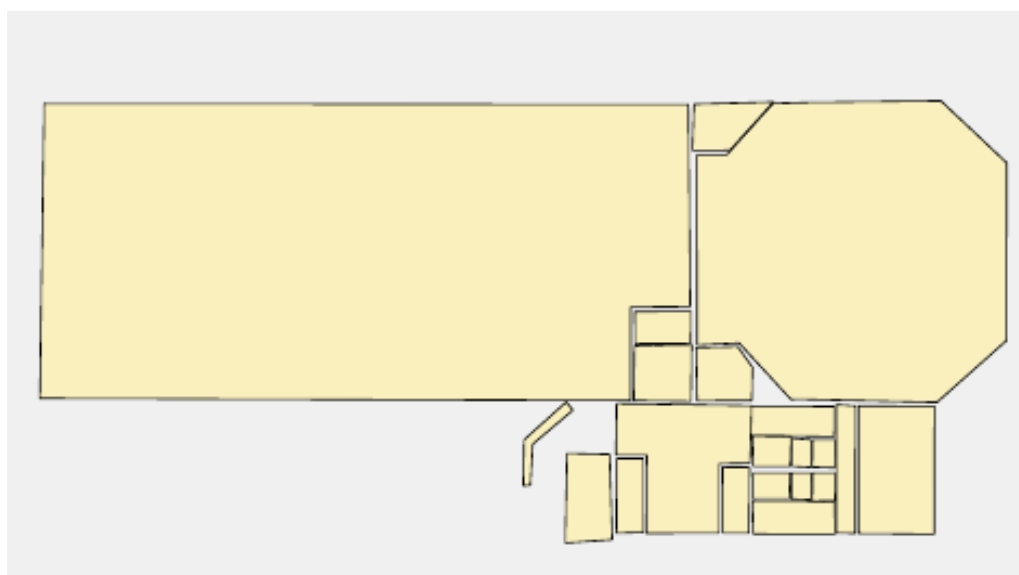


Рисунок 2.1 – Креслення приміщення доїльної зали

Загальне креслення приміщень для корівника наведено на рис. 2.2.

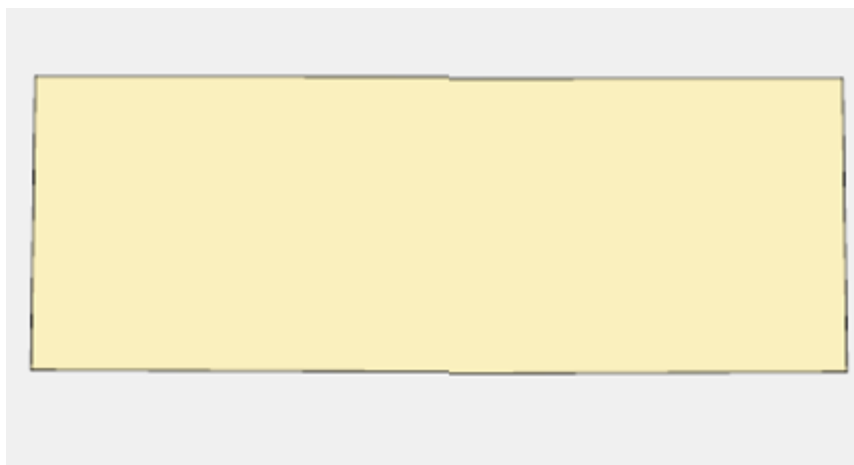


Рисунок 2.2 – Креслення приміщення доїльної зали

На першому етапі було визначено нормовані показники освітлення для кожного приміщення згідно діючих норм ДБН В.2.5-28:2018 (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 - Нормована середня горизонталь освітленість згідно ДБН В.2.5-28:2018 для приміщень молочно товарної ферми

Умовне позначення приміщення №	Найменування	Нормована середня горизонталь освітленість згідно ДБН В.2.5-28:2018, лк
001	Навіс	50
002	Технічне приміщення	500
101	Тамбур	150
102	Коридор	150
103	Жіноча роздягальня	150
104	Жіноча душова	100
105	Жіночий санвузол	75
106	Чоловічий санвузол	100

Продовження таблиці 2.2

107	Чоловіча душова	100
108	Чоловіча роздягальня	150
109	Санвузол	150
110	Санвузол	75
111	Підсобне приміщення	50
112	Молочний блок	200
113	Електрощитова	100
114	Компресорна	100
115	Тепловий пункт	150
116	Склад запчастин	120
117	Лабораторія зі складом ветпрепаратів	350
118	Операторська	350
119	Доїльна зала	250
120	Склад миючих засобів	150
121	Зона обробки тварин	150
122	Накопичувач	150
201	Корівник	150/200 (зональне освітлення)

Аналізуючи дані табл. 2.2 видно, що для корівника потрібно забезпечити зональну освітленість в зонні годівлі. Тому в розрахунках потрібно врахувати використання світлових приладів із нестандартною кривої сили світла або асиметричним світлорозподілом.

Також досить високий рівень освітленості потрібно досягнути в наступних приміщеннях: лабораторія зі складом ветпрепаратів, молочний блок, технічне приміщення та ін. Це потребує використання високопотужних світильників. Для досягнення таких рівнів освітленості доцільно

використовувати світлові прилади із світлодіодними джерелами світла, які мають високу світлову віддачу (120-140 лм/Вт) та довговічний термін служби. Хоча це вимагає високих капітальних затрат, але в подальшому підвищить якісні та кількісні показники освітлювальної устав ноки в порівнянні із світловими приладами на базі традиційних джерел світла.

Для даного типу приміщень згідно нормативних документів вибрано коефіцієнт запасу 0,8, який враховує деградацію кристалів світлодіодів в процесі експлуатації.

2.2 Методика розрахунку рівномірного освітлення промислових та виробничих приміщень

Метою світлотехнічного розрахунку є оптимальний підбір світлових приладів, які забезпечать якісні та кількісні показники освітленості. Всі світильники відрізняються один від одного: світлорозподілом, формою кривої сили світла, типорозміром джерела світла, способом установки, класом захисту від ураження електричним струмом, ступенем захисту від пилу і води, кліматичним виконанням і категорією розміщення, ступенем пожежо- і вибухозахисту. За виконання розрізняють світильники:

- відкриті (джерело світла і патрон не відокремлені від зовнішнього середовища);
- закриті (джерело світла і патрон відокремлені від зовнішнього середовища оболонкою без ущільнень);
- вологозахищені (корпус і патрон протистоять дії вологи, а конструкція забезпечує надійну ізоляцію вступних кінців один від одного і від металевих частин світильника).

Виробничі приміщення в порівнянні з промисловими мають низьку природну освітленість, малу висоту стелі по відношенню до довжини і ширини приміщення, наявність агресивних газів, низький коефіцієнт відбиття стелі, підвищену вологість. Тип світильника вибирають з урахуванням характеру

світлорозподілу, виконання в залежності від навколишнього середовища, надійності експлуатації і висоти приміщення.

Для сирих, особливо сирих приміщень з хімічно активним середовищем (наприклад, тваринницькі приміщення, мийні, варильні відділення кормоприготувального цеху, цех зневоднення гною і т.п.) виконання світильників повинно бути пиловологонепроникним. Корпусні деталі світильників повинні бути виконані з вологостійких матеріалів, здатних працювати в умовах агресивних середовищ.

Для запылених приміщень (склади кормів, сіна, соломи тощо) застосовують світильники із ступенем пиловологозахисту IP 54-65, конструкція яких виключає проникнення пилу в порожнину розташування контактів.

Основним завданням виробничого освітлення є підтримка на робочому місці необхідно освітленості, що відповідає характеру зорової роботи.

При організації виробничого освітлення необхідно забезпечити рівномірний розподіл яскравості на робочій поверхні. Для підвищення рівномірності природного освітлення великих цехів здійснюється комбіноване освітлення. Виробниче освітлення повинно забезпечувати відсутність в полі зору працюючого різких тіней. Наявність різких тіней спотворює розміри і форми об'єктів розрізнення і тим самим підвищує втомленість, знижує продуктивність праці.

Коливання освітленості на робочому місці, викликані, наприклад, різкою зміною напруги в мережі, обумовлюють переадаптацію очей, приводячи до значного стомлення. Сталість освітленості в часі досягається стабілізацією плаваючого напруги, жорстким кріпленням світильників, застосуванням спеціальних схем включення газорозрядних ламп.

При організації виробничого освітлення слід вибирати необхідний спектральний склад світлового потоку. Ця вимога особливо важливо для забезпечення правильної передачі кольору, а в окремих випадках для посилення кольорних контрастів. Оптимальний спектральний склад забезпечує природне освітлення. Для створення правильної передачі кольору застосовують

монохроматичне світло.

Для проведення світлотехнічного розрахунку необхідні вхідні дані, які дозволяють вибрати правильні світлові прилади, а саме:

A - довжина приміщення, м;

B - глибина (ширина) приміщення, м;

H - висота приміщення, м;

$h_l = 0,4$ - відстань від стелі до центру лампи, м;

$h_p = 0,8$ - відстань від підлоги до освітлюваної робочої поверхні, м;

E_n - нормована освітленість, лк;

$\rho_n = 70$ - коефіцієнт відбиття від стелі, %;

$\rho_n = 50$ - коефіцієнт відбиття від стін, %;

$\rho_n = 10$ - коефіцієнт відбиття від робочої поверхні, %.

При розрахунку необхідно:

1. Визначити кількість світлових приладів.
2. Вибрати схему розташування світлових приладів.
3. Визначити тип, потужність і світловий потік світильника.

Алгоритм розрахунку:

1. Задати в масштабі план і розріз приміщення (рис. 2.3 і 2.4).
2. На плані і розрізі розмістити світильники. Світлові прилади встановлюються по вузлах квадратних полів, розташованих паралельно стіні (або по вершинах квадратних полів, розташованих діагонально). Відстань між світильниками визначається з умови забезпечення рівномірного розподілу освітленості:

$$l/h = 1,6, \quad (2.1)$$

де h - відстань від світильника до робочої освітлювальної поверхні;

Відстань від крайніх світильників до стіни розраховується за формулою:

$$b = (0,3 \dots 0,5)l. \quad (2.2)$$

При цьому $b = 0,5l$ приймається при наявності біля стіни проходів

3. Обчислити світловий потік світильника:

$$\Phi = 100 \frac{E_n SZK}{N\eta}, \quad (2.3)$$

де E_n - нормована освітленість робочої поверхні, згідно нормативних вимог;

S - площа освітлюваної поверхні;

Z - коефіцієнт мінімальної освітленості (для світлодіодних світильників $Z = 1,15$);

K - коефіцієнт запасу (для промислових приміщень $K = 0,8$);

N - кількість світильників згідно схеми приміщення (рис. 2.3 та 2.4);

η - коефіцієнт використання світлового потоку.

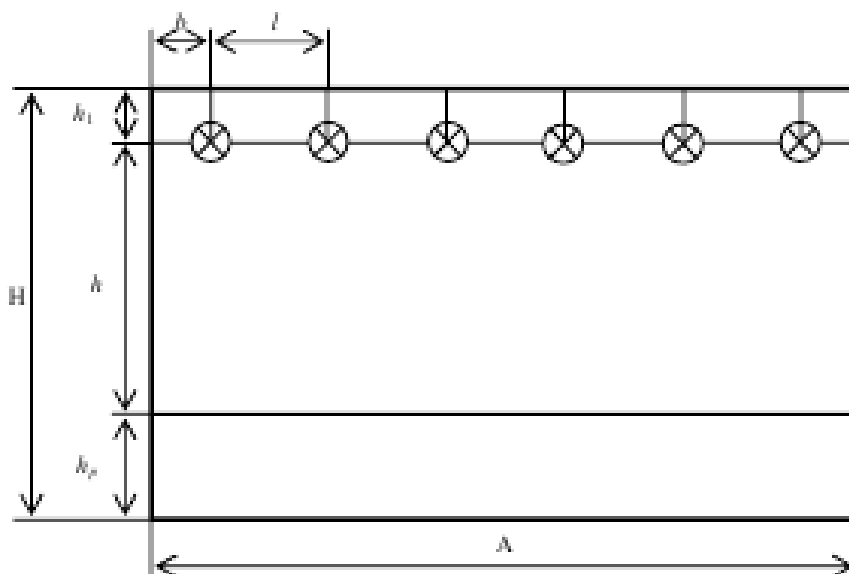


Рисунок 2.3 – Схема розміщення світильників

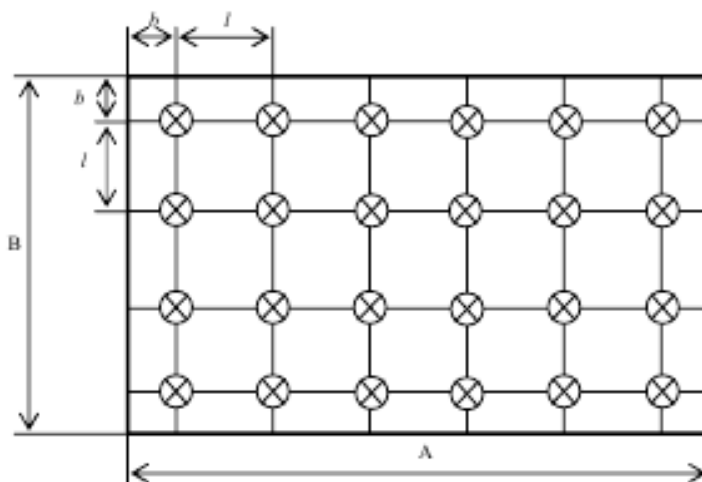


Рисунок 2.4 – Розміщення світильників

Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку η потрібно розрахувати індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{AB}{(A+B)h}. \quad (2.4)$$

При цьому коефіцієнта використання світлового потоку η визначається із табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Залежність між коефіцієнтом використання світлового потоку η та індексом приміщення i

i	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5
η	24	34	42	46	49	51	53	56	60
i	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,5	4,0	5,0
η	63	65,5	68	70	72	73,5	76	78	81

4. Використовуючи розрахований світловий потік, вибирають тип світлового приладу, та потужність. Відхилення світлового потоку має бути в діапазонні -10...+20%. У разі невідповідності відхилення зазначеного інтервалу

розрахунок повторюють, змінюючи відстань між світильниками, висоту підвісу світильника і тд.

Розрахунок потужності освітлювальної установки проводиться за формулою:

$$P = P_{СП} N, \quad (2.5)$$

де $P_{СП}$ - світловий потік світлового приладу.

Дана методика дозволяє правильно побудувати схему розташування світильників та визначити їх потужність і необхідний світловий потік для забезпечення нормованої освітленості.

2.3 Світлотехнічний розрахунок освітлювальної установки

На першому етапі було проведено побудову схеми розташування світильників для кожного приміщення. Схема розташування світильників вибиралася із врахування рекомендацій наведених в п. 2.2 та формул (2.1-2.2). Отриманні результати наведено на рис. 2.5-2.7.

Також отриманні результати наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати розрахунків кількості світильників для приміщень молочно товарної ферми

Умовне позначення приміщення №	Найменування	Кількість світильників
001	Навіс	16
002	Технічне приміщення	2

Продовження таблиці 2.4

101	Тамбур	6
102	Коридор	4
103	Жіноча роздягальня	3
104	Жіноча душова	2
105	Жіночий санвузол	3
106	Чоловічий санвузол	2
107	Чоловіча душова	3
108	Чоловіча роздягальня	4
109	Санвузол	2
110	Санвузол	2
111	Підсобне приміщення	2
112	Молочний блок	6
113	Електрощитова	2
114	Компресорна	8
115	Тепловий пункт	2
116	Склад запчастин	2
117	Лабораторія зі складом ветпрепаратів	4
118	Операторська	2
119	Доїльна зала	8
120	Склад миючих засобів	2
121	Зона обробки тварин	12
122	Накопичувач	31
201	Корівник	267

Згідно представленого вище алгоритму проведено розрахунок світлового потоку світильників в приміщенні. Розрахунок проводився згідно формули (2.3). при цьому індекс приміщення визначався згідно формули (2.4). Коефіцієнт використання світлового потоку визначався із табл. 2.3. Результати

розрахунку світлового потоку світильників для кожного приміщення наведено в табл. 2.5.

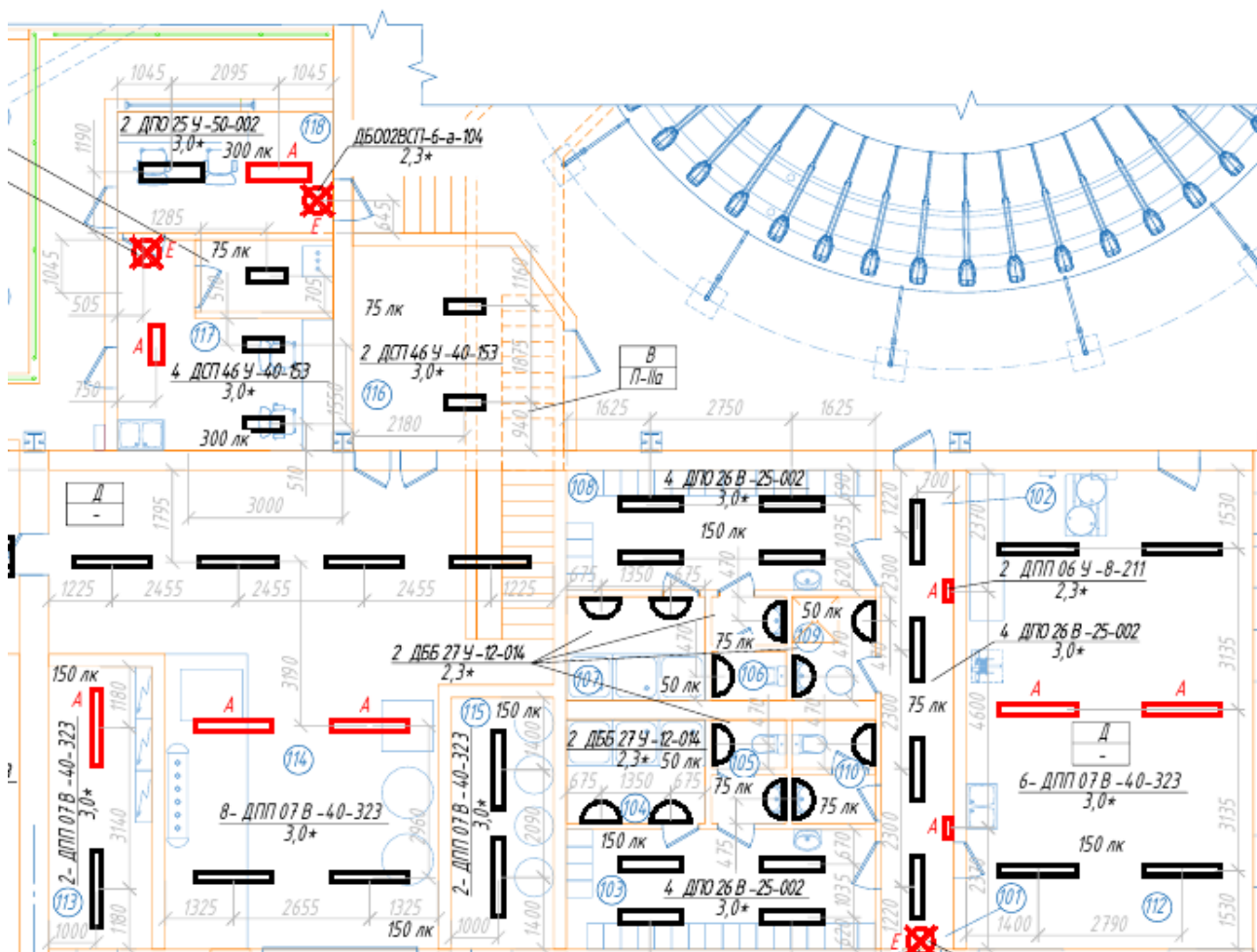


Рисунок 2.5 – Схема розташування світильників для допоміжних приміщень

При виборі світильників потрібно враховувати також їх габарити та геометричні розміри. Тому на схемі зображено приблизні габаритні розміри світильників. В основному для освітлення допоміжних приміщень було використано світильники лінійні світлодіодні із інтегрованими світло діодами. Не доцільно використовувувати світильники із світлодіодними лампами з точки зору їх меншої низьких експлуатаційних показників. Також світильники із світлодіодними лампами мають нижчий коефіцієнт корисної дії та менший ресурс роботи.

Також для освітлення підсобних приміщень та санвузлів було

використано настінні світильники невеликої потужності, оскільки площа таких приміщень є малою.

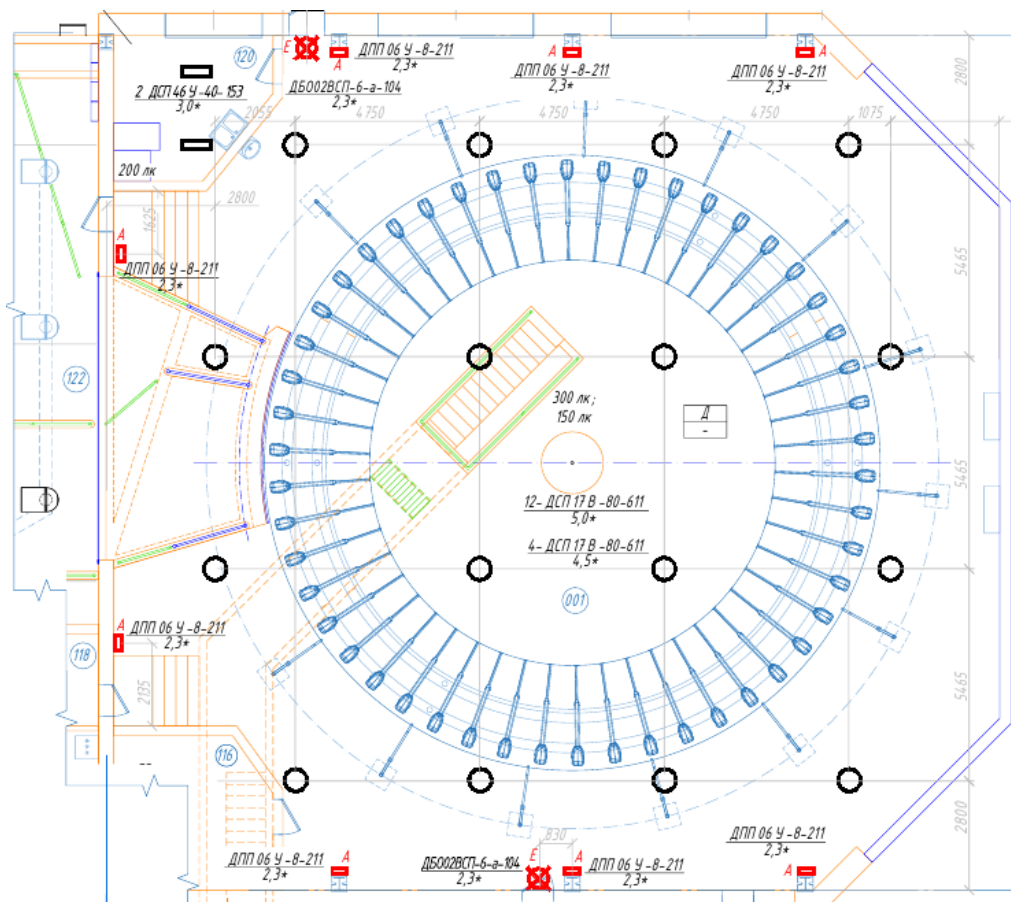


Рисунок 2.6 – Схема розташування світильників для доїльної зали

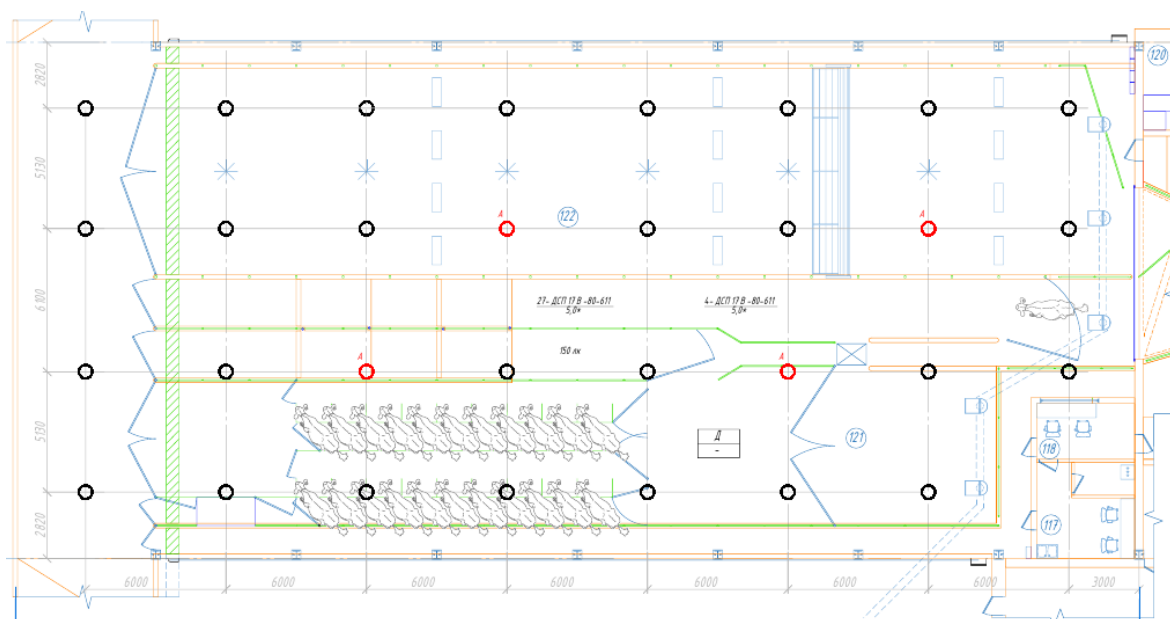


Рисунок 2.7 – Схема розташування світильників для накопичувача та зони обробки тварин

На рис. 2.8 показано розташування світильників у корівнику зона на яких потрібно забезпечити вищий рівень освітленості згідно технології утримання корів. Зона годівлі має мати освітленість 200лк, а стояча зона освітленість 150лк.

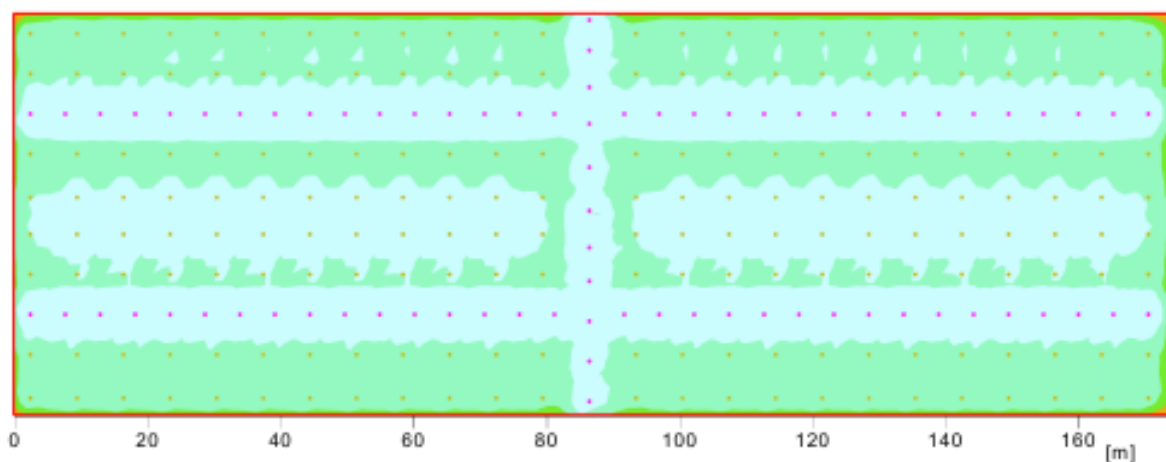


Рисунок 2.8 – Схема розташування світильників в корівнику із виділенням зональності розподілу горизонтальної освітленості

Таблиця 2.5 – Результати розрахунків світлового потоку згідно (2.3) для приміщень ферми

Умовне позначення приміщення №	Найменування	Розрахункове значення світлового потоку одного світильника, лм
001	Навіс	2351,36
002	Технічне приміщення	4873,26
101	Тамбур	1498,33
102	Коридор	749,16
103	Жіноча роздягальня	2193,54
104	Жіноча душова	1430,15

Продовження таблиці 2.5

105	Жіночий санвузол	1332,26
106	Чоловічий санвузол	1322,33
107	Чоловіча душова	1222,45
108	Чоловіча роздягальня	1422,33
109	Санвузол	1232,26
110	Санвузол	1132,26
111	Підсобне приміщення	1050,44
112	Молочний блок	3633,78
113	Електрощитова	2286,32
114	Компресорна	2368,50
115	Тепловий пункт	2351,36
116	Склад запчастин	4870,23
117	Лабораторія зі складом ветпрепаратів	4020,88
118	Операторська	3553,33
119	Доїльна зала	10767,69
120	Склад миючих засобів	4870,98
121	Зона обробки тварин	7654,69
122	Накопичувач	7654,69
201	Корівник	7769,37

2.4 Вибір світлових приладів та опис їх світлотехнічних параметрів

Для кожного приміщення проведено вибір типів світильників, згідно розрахованих світлових потоків та з огляду умов експлуатації. Для освітлення допоміжних приміщень було вибрано світильник типу ДББ64В-12-093 УХЛ4 Селена-35-СД-12 потужністю 12Вт та світловим потоком 1440лм. Ступінь пиловологозахисту даного світильника IP54. Область застосування: для освітлення об'єктів ЖКГ, адміністративних та офісних приміщень. Корпус

світильника виготовлений із алюмінієвого сплаву, розсіювач – полікарбонат. Зовнішній вигляд світильника наведено на рис. 2.9.



Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд світильника ДББ64В-12-093 УХЛ4 Селена-35-СД-12

Для освітлення високих приміщень було вибрано світильник типу ДСП17В-80-611 У1 потужністю 80Вт та світловим потоком 10400лм. Ступінь пиловологозахисту даного світильника IP65. Область застосування: для освітлення виробничих приміщень. Корпус світильника виготовлений із анодованого алюмінієвого профілю, розсіювач – термостійке скло. Зовнішній вигляд світильника наведено на рис. 2.10.



Рисунок 2.10 – Зовнішній вигляд світильника ДСП17В-80-611 У1

Для освітлення середніх по висоті приміщень було вибрано світильники типу ДПП07В-20-323 УХЛ4 та ДПП07В-40-323 УХЛ4 потужністю 20Вт та 40Вт світловим потоком 2450 та 4850лм відповідно. Ступінь пиловологозахисту даного світильника IP65. Область застосування: для освітлення виробничих приміщень. Корпус світильника виготовлений із монолітного полікарбонату, розсіювач – матовий полікарбонат. Зовнішній вигляд світильника наведено на рис. 2.11.



Рисунок 2.11 – Зовнішній вигляд світильника ДПП07В-20-323 УХЛ4 та ДПП07В-40-323 УХЛ4

Для освітлення середніх по висоті приміщень було вибрано світильники типу ДСП46У-40-153 УЗ потужністю 40Вт світловим потоком 4970лм. Ступінь пиловологозахисту даного світильника IP65. Область застосування: для освітлення виробничих приміщень. Корпус світильника виготовлений із алюмінієвого сплаву, розсіювач – матовий полікарбонат. Зовнішній вигляд світильника наведено на рис. 2.12.



Рисунок 2.12 – Зовнішній вигляд світильника ДСП46У-40-153 УЗ

Для освітлення адміністративних приміщень було вибрано світильники типу ДПО25У-50-002 Юпітер-LED потужністю 50Вт світловим потоком 6000лм. Ступінь пиловологозахисту даного світильника IP20, який є достатнім для освітлення адміністративних приміщень. Корпус світильника виготовлений листової сталі, відбивач – дзеркальний алюміній. Зовнішній вигляд світильника наведено на рис. 2.13.



Рисунок 2.13 – Зовнішній вигляд світильника ДПО25У-50-002 Юпітер-LED

Для освітлення санвузлів та інших типових приміщень було вибрано світильники типу ДББ27У-12-014 УЗ Селена-LED-1 потужністю 12Вт світловим потоком 1440лм. Ступінь пиловологозахисту даного світильника IP65. Корпус світильника виготовлений із алюмінієвого сплаву, розсіювач – світло стабілізований полікарбоната. Зовнішній вигляд світильника наведено на рис. 2.14.



Рисунок 2.14 – Зовнішній вигляд світильника ДББ27У-12-014 УЗ Селена-

LED-1

Для аварійного освітлення приміщень було вибрано світильники типу ДПП06У-8-211 УЗ.1 потужністю 8Вт світловим потоком 9600лм із блоком аварійного живлення та акумуляторною батареєю, яка забезпечує час роботи в аварійному режимі не менше 3 годин. Ступінь пиловологозахисту даного світильника IP65. Корпус світильника виготовлений із негорючого полікарбонату, розсіювач – світло стабілізований полікарбоната. Зовнішній вигляд світильника наведено на рис. 2.15.



Рисунок 2.15 – Зовнішній вигляд світильника ДПП06У-8-211 УЗ.1

Для евакуаційного освітлення приміщень було вибрано світильники типу ДБО01ВСП-6-а-104 потужністю 6Вт світловим потоком 720лм із блоком аварійного живлення та акумуляторною батареєю, яка забезпечує час роботи в аварійному режимі не менше 10 годин. Ступінь пиловологозахисту даного світильника IP65. Це світлосигнальний світильник, який має вказівні знаки, що допомагають персоналу оперативно покинути приміщення при виникненні аварійних ситуацій. Корпус світильника виготовлений із негорючого полікарбонату, розсіювач – світло стабілізований полікарбоната. Зовнішній

вигляд світильника наведено на рис. 2.16.



Рисунок 2.15 – Зовнішній вигляд світильника ДБО01ВСП-6-а-104

Загальна специфікація на світильники наведено в табл. 2.6

Таблиця 2.6 – Специфікація світлових приладів

Найменування і технічна характеристика	Тип, марка	Кількість, шт
Світильник зі світлодіодним джерелом світла, потужністю 12Вт, напруга 220АС, ступінь захисту IP54	ДББ64В-12-093 УХЛ4 Селена-35-СД-12	6
Світильник зі світлодіодним джерелом світла, потужністю 80Вт, напруга 220АС, ступінь захисту IP65	ДСП17В-80-611	47
Світильник зі світлодіодним джерелом світла, потужністю 20Вт, напруга 220АС, ступінь захисту IP65	ДПП07В-20-323	3
Світильник зі світлодіодним джерелом світла, потужністю 40Вт, напруга 220АС, ступінь захисту IP65	ДПП07В-40-323	18
Світильник зі світлодіодним джерелом світла, потужністю 40Вт, напруга 220АС, ступінь захисту IP65	ДСП 46У-40-153	8

Продовження таблиці 2.6

Світильник зі світлодіодним джерелом світла, потужністю 50Вт, напруга 220АС, ступінь захисту IP65	ДПО 25У-50-002	2
Світильник зі світлодіодним джерелом світла, потужністю 25Вт, напруга 220АС, ступінь захисту IP20	ДПО 26В-25-002	12
Світильник зі світлодіодним джерелом світла, потужністю 12Вт, напруга 220АС, ступінь захисту IP65	ДББ 27У-12-014	12
Світильник зі світлодіодним джерелом світла, потужністю 8Вт, напруга 220АС, вбудована акумуляторна батарея та електронне джерело живлення (аварійний режим 3год), ступінь захисту IP65	ДПП06У-8-211	10
Світильник зі світлодіодним джерелом світла, потужністю 6Вт, напруга 220АС, вбудована акумуляторна батарея та електронне джерело живлення (аварійний режим 10год), ступінь захисту IP65	ДБО 02ВСП-6-а-104	5
Підвісний світильник, LED, 60Вт, 120 град., 4000К, IP65	ДСП17В-60-611-У1	192
Підвісний світильник, LED, 60Вт, 90 град., 4000К, IP65	ДСП17В-60-621-У1	75

2.5 Перевірка результатів світлотехнічного розрахунку в середовищі програми Dialux

Для перевірки правильності світлотехнічного розрахунку був використано

програмне забезпечення DiaLux для кожного приміщення. При цьому кількість, тип та схему розташування світильників вибиралося згідно методики, яка наведена в п 2.2.

Найбільш детально було розглянуто розподіл освітленості в корівнику, оскільки там необхідно було забезпечити зональність розподілу освітленості на поверхні.

Розташування світильників вибиралося згідно схеми на рис. 2.8. При в першому наближенні було вибрано однотипні світильники із однаковим світлорозподілом. При цьому отримана картина освітленості показано на рис. 2.16.

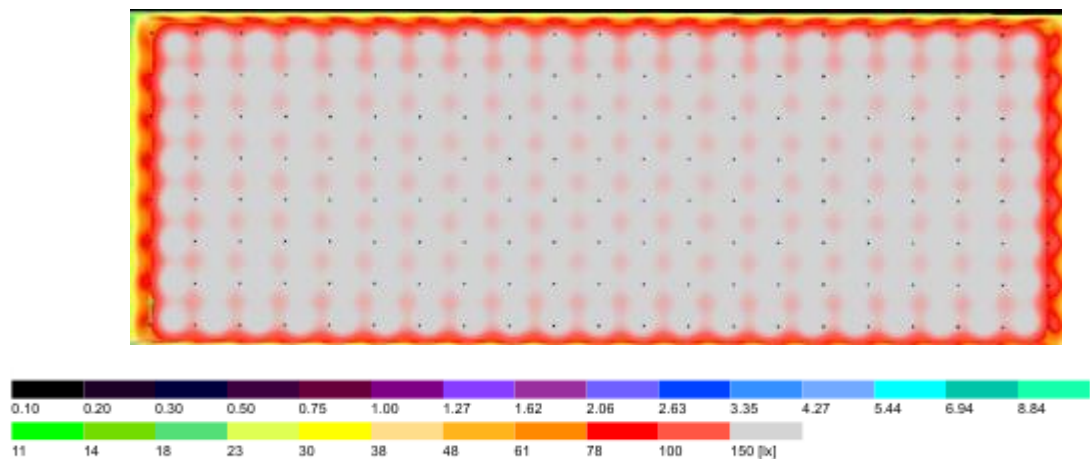


Рисунок 2.16 – Розподіл освітленості при першому наближенні

Як ми бачимо картина освітленості не задовольняє зональність згідно рис. 2.8. Тому було прийнято рішення вибрати світильники із різнотипними кривими сили світла, а саме із кутом розсіювання світлового потоку 90° та 120° .

При цьому отримано наступний розподіл освітленості (рис. 2.17). Результат розрахунку повністю задовольняє вимога зональності освітленості. Середня горизонтальна освітленість дорівнює 151лк. Рівномірність розподілу освітленості складає 51%. Максимальні зони освітленості складають 200лк, що є комфортним для великої рогатої худоби в зоні годівлі.

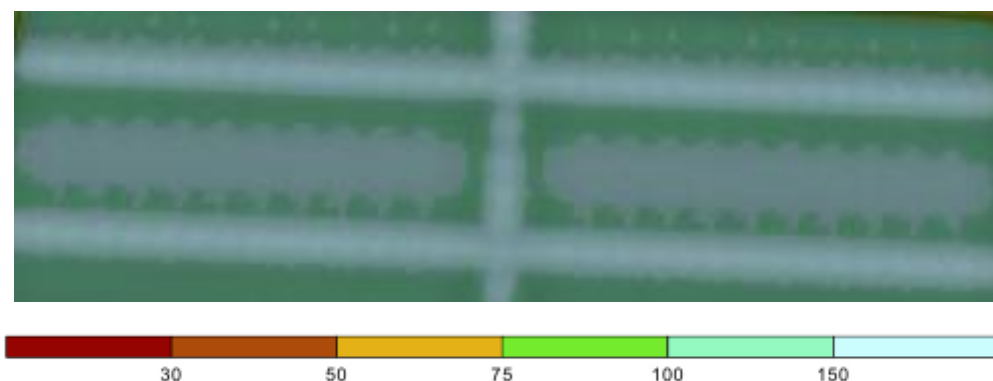


Рисунок 2.17 – Зональний розподіл освітленості в корівнику

Такий асиметричний світлорозподіл створює оптимальний світловий мікроклімат для корів та збільшує надої на 20-30%.

В табл. 2.7 проведено порівняльні дані нормованої освітленості із отриманими результатами світлотехнічного розрахунку.

Таблиця 2.7 – Порівняння нормованих показників освітленості із розрахунковими

Умовне позначення приміщення №	Найменування	Нормована середня горизонталь освітленість згідно ДБН В.2.5-28:2018, лк	Розрахункові значення освітленості, лк
001	Навіс	50	60
002	Технічне приміщення	500	576
101	Тамбур	150	165
102	Коридор	150	165
103	Жіноча роздягальня	150	182
104	Жіноча душова	100	128
105	Жіночий санвузол	75	86
106	Чоловічий санвузол	100	122

Продовження таблиці 2.7

107	Чоловіча душова	100	116
108	Чоловіча роздягальня	150	182
109	Санвузол	150	179
110	Санвузол	75	80
111	Підсобне приміщення	50	63
112	Молочний блок	200	211
113	Електрощитова	100	139
114	Компресорна	100	143
115	Тепловий пункт	150	152
116	Склад запчастин	120	149
117	Лабораторія зі складом ветпрепаратів	350	388
118	Операторська	350	369
119	Доїльна зала	250	257
120	Склад миючих засобів	150	192
121	Зона обробки тварин	150	168
122	Накопичувач	150	168
201	Корівник	150/200 (зональне освітлення)	151/210 Зональність освітленості дотримано

Як ми бачимо усі показники освітленості перевищують на 10-15% нормовані показники. Результати світлотехнічного розрахунку більш детально представлено в додатку 1. Отриманий результат повністю задовольняє вимоги нормативних документів.

2.6 Висновки до розділу

Проведено світлотехнічний розрахунок системи освітлення племзаводу. Підбрано світильники із світлодіодними джерелами світла, які забезпечують високу енергетичну ефективність освітлювальної устав ноки в цілому.

Запропоновано методику розрахунку рівномірного освітлення промислових та виробничих приміщень.

Розроблена система освітлення для корівника забезпечує зональність розподілу освітленості, що дозволяє створити оптимальний світловий мікроклімат для корів та збільшити надої на 20-30%.

Усі показники освітленості перевищують на 10-15% нормовані показники.

3 РОЗРАХУНКОВО–ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Автоматизація розрахунку електричної освітлювальної мережі для підвищення ефективності проектування освітлювальних установок

Освітлювальні установки є одними з найбільш поширених технічних пристроїв, які присутні практично у всіх сферах життєдіяльності людини. Освітлювальна установка являє собою сукупність світлотехнічних і електротехнічних пристроїв: освітлювальних приладів, настановних апаратів і освітлювальної мережі. Правильний підбір всіх складових дозволяє не тільки створити необхідну освітленість робочих місць, а й забезпечити безпеку роботи і життя людей в умовах виробничої діяльності. Дана особливість зумовлює високі вимоги до проектів електричного освітлення.

Якісно розроблений проект електричного освітлення повинен забезпечувати нормовані освітлювальні умови (освітленість, якість освітлення) в приміщеннях і в місцях виконання робіт поза будівлями при одночасному дотриманні мінімуму витрат на його виконання. Рішення поставленого завдання бачиться можливим лише при неухильному дотриманні правил проектування.

Проектування освітлювальних установок супроводжується, як правило, трудоемними обчисленнями і перебором варіантів з метою знаходження оптимального. В умовах паралельного проектування, коли розробка проекту здійснюється в стислі терміни, автоматизація розрахунку електричної освітлювальної мережі є дієвим способом підвищення ефективності проектування освітлювальних установок.

Дана робота присвячена розробці основних принципів функціонування та обґрунтуванню актуальності комп'ютерної програми для розрахунку електричної освітлювальної мережі.

Проекти електричного освітлення промислових підприємств, громадських і житлових будівель повинні розроблятися з урахуванням діючих

технічних нормативних правових актів. В Україні до таких нормативних документів відносяться: державні будівельні норми, технічні регламенти, стандарти (державні, міжнародні, міждержавні, стандарти організацій), технічні умови. Деякі міждержавні будівельні норми і правила (СНиП), діючі глави правил улаштування електроустановок і т.д. Так-же носять статус офіційних документів на період їх заміни відповідними нормативними документами.

Особливості проектування освітлювальних установок в Україні пов'язані, перш за все, саме з вимогами, технічними умовами, нормами і т.п., що висуваються відповідними нормативними документами. Якщо розглядати відмінні риси нормативних документів щодо світлотехнічних показників, то в західноєвропейських нормах, як правило, вимоги до освітлення трохи вище. Наприклад, якщо розглядати нормовану освітленість робочих поверхонь, то вона в середньому на одну або на дві сходинки вище по відношенню до ДБР, що діють на території України. Також в європейських нормах EN 12464-1 нормується не коефіцієнт запасу, а «експлуатаційний коефіцієнт» - величина, зворотна коефіцієнту запасу.

Проектування розділу «Електричне освітлення» будівельного проекту, як правило, виконується в кілька етапів.

На першому етапі виконується збір вихідних даних про об'єкт проектування. Вихідними даними для розробки проекту є завдання на проектування і технічні умови. Визначаються основні конструктивні рішення освітлювальних установок, при необхідності виконується узгодження з замовником проекту. Дається техніко-економічна оцінка варіантів електропостачання.

Другий етап проектування передбачає світлотехнічний розрахунок освітлювальних установок, який був проведений в розділі 2. Даний етап включає в себе вибір системи освітлення, нормованої освітленості робочих поверхонь, типу джерел світла у відповідності з умовами навколишнього середовища і характеристикою зорової роботи. Кінцевим результатом цього етапу є остаточна розстановка світильників в приміщенні.

На третьому етапі проектування розглядаються такі питання, як вибір схеми живлення електроосвітлювального обладнання та захисту мереж освітлення. За результатами розрахункової частини проводиться вибір типу апаратів захисту і уставок їх спрацьовування, перетину проводів і кабелів живлення, розподільних і групових ліній освітлювальної мережі. Третій етап передбачає трудомісткі розрахунки і пошук оптимальних варіантів реалізації освітлювальної мережі [3].

Четвертий етап проектування передбачає складання комплекту креслень і оформлення пояснювальної записки. На даному етапі випускається повний обсяг проектно-кошторисної документації. До складу основного комплекту робочих креслень електричного освітлення, зокрема, включають принципові схеми живильної і розподільної мережі, магістральних і групових щитків освітлення [4].

Розроблена за результатами проектування специфікація обладнання, виробів і матеріалів підлягає розгляду з метою визначення сумарних витрат на реалізацію проекту електричного освітлення.

Етапи проектування тісно взаємопов'язані між собою. Перехід до наступного етапу проектування можливий тільки після виконання попереднього. Розробка проекту освітлювальних установок часто виконується одночасно з проектуванням інших розділів об'єкта, тобто здійснюється так зване паралельне проектування. За даних обставин проектування освітлення доводиться починати не з остаточним, а за проміжними вихідними даними з наступним уточненням і коректуванням проектних матеріалів в процесі їх розробки, а іноді і після закінчення проектів шляхом випуску креслень або розробки нових.

На заключному етапі комплект креслень електричного освітлення в складі проектно-кошторисної документації на об'єкт відправляється в експертизу, метою якої є контроль на відповідність вимогам діючої технічної нормативної документації.

Велика розмаїтість вимог нормативних документів, а також

трудомісткість розрахунків освітлювальної мережі створюють певні труднощі для інженера-проектувальника. В умовах паралельного проектування часто доводиться виконувати перерахунок освітлювальної мережі. Використання ручних розрахунків призводить до значного збільшення терміну проектування і подорожчання об'єкту проектування. Застосування інформаційних технологій дозволяє мінімізувати дані недоліки.

Було проведено вивчення та критичний аналіз існуючого програмного забезпечення для виконання розрахунків електричної освітлювальної мережі [5]. Кожна з вивчених програм має ряд недоліків, пов'язаних як з обмеженими функціональними можливостями, так і з невідповідністю результатів розрахунку вказаним вище нормативно-технічних документів.

Існують також системи автоматизації проектування освітлювальних установок (Project StudioCS Електрика, прикладна бібліотека проектування систем електроосвітлення КОМПАС та ін.), Що дозволяють виконати світлотехнічний і електричний розрахунок одночасно, а також автоматично підготувати проектну документацію. Істотним недоліком даних систем є умовно безкоштовний (з пробним ознайомчим періодом) або платний характер роботи, що створює труднощі в їх доступності для використання в умовах професійного проектування. Використання недоцільно і в випадках, коли необхідно виконати тільки розрахунок освітлювальної мережі.

Слід також зазначити, що зазначені вище програми є закордонними розробками і з урахуванням особливостей проектування, про які говорилося раніше, не можуть бути використані на території України.

З урахуванням виявлених недоліків в автоматизації проектування освітлювальних установок в даний час виникає необхідність в розробці програмного продукту вузької спеціалізації - для розрахунку електричної освітлювальної мережі відповідно до вимог ДБН України.

Програма для розрахунку електричної освітлювальної мережі дозволить в значній мірі автоматизувати діяльність проектувальника на третьому етапі розробки проекту освітлювальних установок. З урахуванням специфіки і

раніше виявлених недоліків існуючих програмних продуктів вона повинна відповідати наступним основним вимогам:

1. Побудова складної конфігурації освітлювальної мережі. Слід передбачити можливість завдання розгалуженої мережі з присутністю всіх основних її ланок (рис. 3.1).

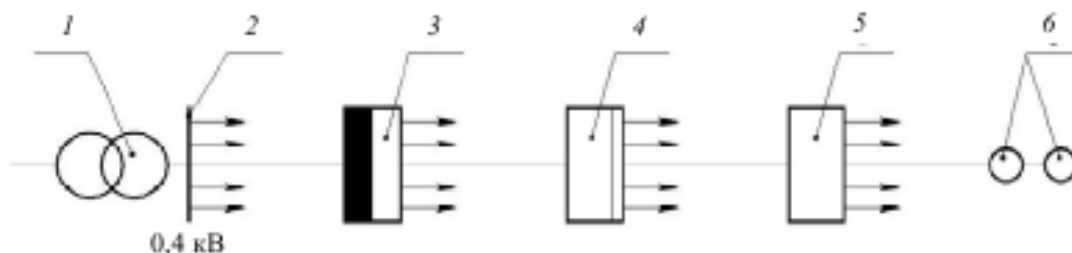


Рисунок 3.1 – Основні ланки електричної освітлювальної мережі: 1 - трансформатор; 2 - розподільний пристрій низької напруги; 3 - ввідно-розподільчий пристрій; 4 - розподільний щиток; 5 - груповий щиток освітлення (робочий або аварійний); 6 - джерела світла

2. Відповідність вимогам ДБН - основна вимога, яких дозволить використовувати дану програму в умовах професійного проектування на території України.

3. Достовірність та точність отриманих результатів. Дана вимога реалізується на підставі послідовно вибудованої методики розрахунку освітлювальної мережі.

При розробці програми підвищену увагу слід приділити саме розрахунку освітлювальної мережі по допустимій втраті напруги, мета якого зводиться до визначення площі поперечного перерізу і матеріалу жил проводів і кабелів. При цьому обов'язковим є дотримання нормативних вимог, згідно з якими зниження напруги у найбільш віддалених ламп внутрішнього робочого освітлення має становити не більше 2,5% номінальної напруги ламп для об'єктів промислових підприємств [6] і не більше 5% для громадських і житлових будівель [7], а для аварійного освітлення - не більше 5%.

Неврахування реактивного опору проводів та кабелів можуть привести до заниженню розрахункових значень втрати напруги i , як наслідок, неприпустимого зниження напруги у ламп. Відомо, що похибки у визначенні втрат напруги для групових ліній перерізом не вище 6 мм^2 і коефіцієнтом потужності навантаження $0,95$ складуть не більше 2% , а для відкрито прокладених ліній живлення перерізом не вище 50 мм^2 і коефіцієнтом потужності навантаження $0,95$ - не більше 10% . Однак виконання відкрито прокладається мережі живлення, по якій проводиться спільне живлення силових і освітлювальних навантажень (ділянка мережі до ввідно-розподільного пристрою), або використання потужних газорозрядних ламп без індивідуальної компенсації реактивної потужності істотно підвищує дану похибка [8].

Одночасно з цим при проектуванні слід керуватися технічним кодексом [6], який встановлює суворі кордону, в межах яких допускається нехтувати реактивним опором ліній. Зокрема, для газорозрядних джерел світла без компенсації реактивної потужності допускається не враховувати реактивний опір лінії при проводці кабелями, проводами в трубах або багатожильними проводами до перетину 16 і 25 мм^2 , а при проводці на ізолюючих опорах - до перетину 6 і 10 мм^2 для мідних і алюмінієвих жил, відповідно. В інших випадках реактивний опір ліній необхідно враховувати.

Отже, в алгоритм комп'ютерної програми слід закласти методику розрахунку освітлювальної мережі по допустимій втраті напруги з урахуванням індуктивного опору провідників. Даний підхід дозволить розрахувати будь-яку мережу з мінімальною похибкою без урахування обмеження за типами джерел світла й способам прокладки живлять їх провідників.

Методика розрахунку адаптована для можливості реалізації її в комп'ютерній програмі і складена на основі багаторічного досвіду проектування освітлювальних установок, наявного у автора, а також формул, викладених в [8]. Послідовність розрахунків для лінії з однаковими перетинами ділянок і нерівномірно розподіленим навантаженням по її довжині (рис. 3.2)

представлена нижче.

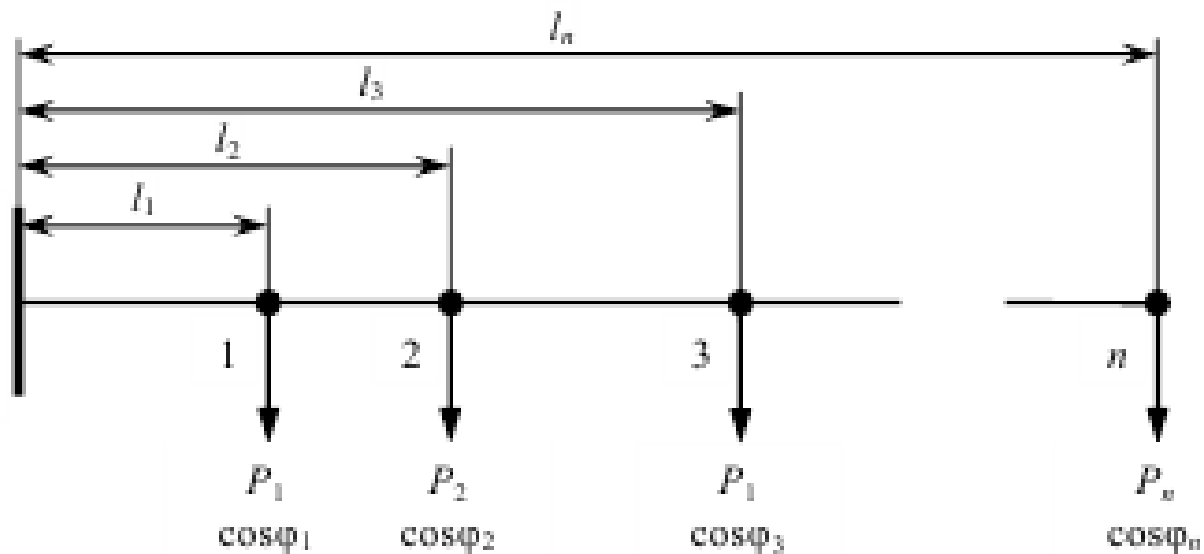


Рисунок 3.2 - Схема лінії з нерівномірно розподіленим навантаженням

1. Розраховується попереднє перетин провідника за умовою допустимої втрати напруги $\Delta U_{\text{дон}}$ в лінії по формулі:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot l_i}{c \Delta U_{\text{дон}}}, \quad (3.1)$$

де P_i - активна потужність i -го вузла навантаження, кВт;

l_i - відстань від джерела живлення до i -го вузла навантаження, м;

c - коефіцієнт, що враховує провідність матеріалу жил провідників і номінальну напругу мережі [8].

2. Для найближчого більшого обраного стандартного перетину визначається допустима втрата напруги, обумовлена реактивними навантаженнями і опором мережі:

$$\Delta U_{\text{дон.п}} = \frac{10^5 \sum_{i=1}^n P_i \cdot l_i \cdot \text{tg}(\varphi_i)}{U_n^2} x_0, \quad (3.2)$$

де $\text{tg}(\varphi_i)$ - коефіцієнт реактивної потужності i -го вузла навантаження;

x_0 – погонний реактивний опір проводу або жили кабелю;

U_n - номінальна лінійна напруга мережі.

3. Із урахуванням реактивної складової за формулою (3.2) уточнюється перетин провідників:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot l_i}{c(\Delta U_{\text{дон}} - \Delta U_{\text{дон.п}})}. \quad (3.3)$$

4. Для остаточно вибраного перерізу розраховується фактична втрата напруги в лінії за формулами:

- для трифазної мережі змінного струму:

$$\Delta U_{\text{дон.п}} = \frac{10^5 \sum_{i=1}^n P_i \cdot l_i \cdot (r_0 + x_0 \text{tg}(\varphi_i))}{U_n^2}, \quad (3.4)$$

де r_0 - погонний активний опір проводу або жили кабелю;

- для двохфазної мережі змінного струму:

$$\Delta U = \frac{2,25 \cdot 10^5 \sum_{i=1}^n P_i \cdot l_i \cdot (r_0 + x_0 \text{tg}(\varphi_i))}{U_n^2}; \quad (3.5)$$

- для однофазної мережі змінного струму:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 10^5 \sum_{i=1}^n P_i \cdot l_i \cdot (r_0 + x_0 \operatorname{tg}(\varphi_i))}{U_\phi^2}; \quad (3.6)$$

де U_ϕ - номінальна фазна напруга мережі.

5. Для прийнятого перерізу повинна дотримуватися умова $\Delta U_{\text{дон}} \geq \Delta U$. У разі якщо перевірка не проходить, приймається перетин на щабель вище і за формулами (3.4), (3.5) або (3.6) проводиться перерахунок фактичної втрати напруги до виконання умови.

Аналіз існуючих програмних комплексів для автоматизації розрахунку електричної освітлювальної мережі показав, що вони не задовольняють повною мірою вимогам нормативно-технічних документів.

З метою вирішення даної проблеми запропоновано розробити комп'ютерну програму для розрахунку електричної освітлювальної мережі. Виходячи з особливостей проектування освітлювальних установок вироблені основні вимоги до програмних продукту. В алгоритмі комп'ютерної програми пропонується реалізувати методику розрахунку освітлювальної мережі по допустимій втраті напруги з врахуванням індуктивного опору провідників, що в кінцевому рахунку дозволить виконати розрахунок освітлювальної мережі з найвищою точністю при одночасному дотриманні вимог.

3.2 Розробка схеми групової мережі живлення електричним освітленням

Розробка схеми живлення електричного освітлення розроблена на підставі архітектурно-будівельних креслень та технологічних рішень і передбачає робоче та аварійне електроосвітлення доільної зали "Карусель " на 50 місць з АПК .

Електроосвітлення доільної зали передбачено від групових щитів робочого та аварійного освітлення ЩО та ЩАО при напрузі $\sim 380/220\text{В}$ з

системою заземлення TN-C-S (рис. 3.3).

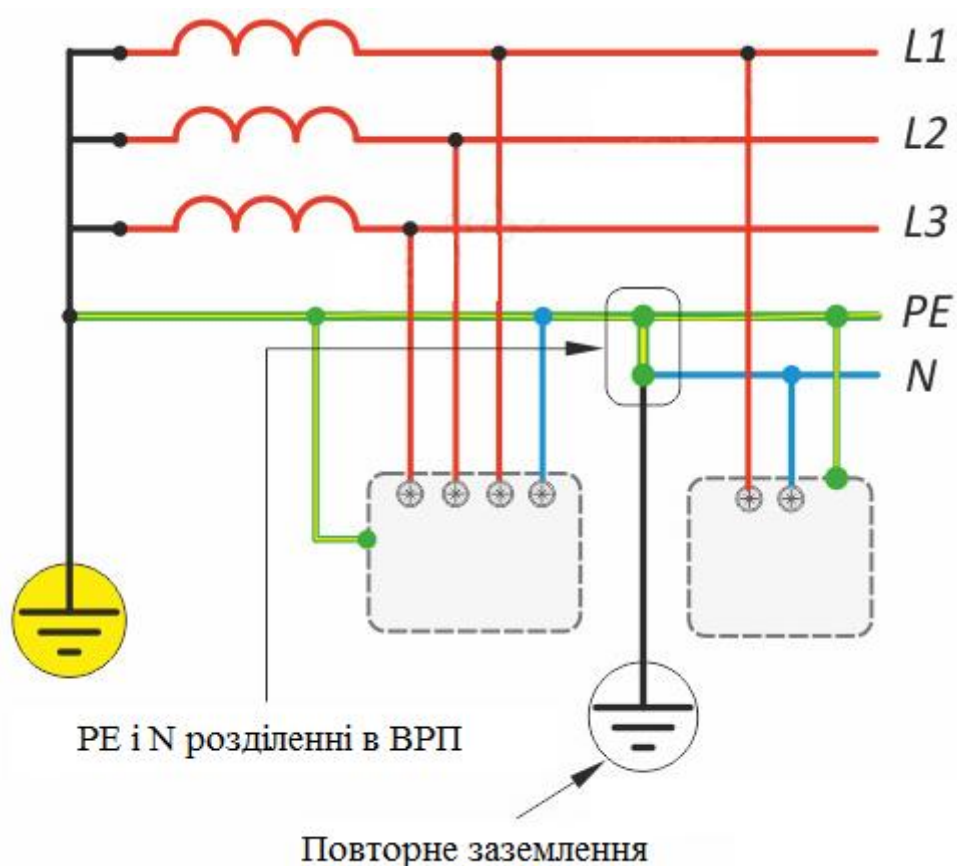


Рисунок 3.3 - Схеми електропостачання TN-C-S

Суть даного способу підключення полягає в тому, що з підстанції здійснюється подача електрики з використанням комбінованого нуля «PEN», підключеного до глухозаземленої нейтралі. Яка при вході в будівлю розгалужується на «PE» - нуль захисний, і ще один провідник, виконуючий на стороні споживача функцію робочого нуля "N".

Дана система має істотний недолік - в разі пошкодження або обгорання дроти PEN на ділянці підстанція - будівля, на провіднику PE, а, отже, і всіх пов'язаних з ним корпусних деталях електроприладів, з'явиться небезпечна напруга. Тому при використанні системи TN-C-S, яка досить поширена, нормативні документи вимагають забезпечення спеціальних заходів захисту провідника PEN від пошкодження.

Схема електропостачання спроектована виходячи з вимог, висунутих до електробезпеки та надійності електроспоживачів споруди. Встановлена і

розрахункова потужності становлять:

- по груповому щиту робочого освітлення ЩО $P_{вст.}=5,246кВт$;
 $P_{розрах.}=4,23кВт$;

- по груповому щиту аварійного освітлення ЩАО
 $P_{вст.}=P_{розрах.}=0,76кВт$

Споживачами електроенергії є світильники робочого та аварійного освітлення. Вибір світильників проведений відповідно до характеристики і призначення приміщень. Робоче та аварійне освітлення передбачено світильниками зі світлодіодним джерелом світла. Керування світильниками передбачено: одноклавішними вимикачами прохідного типу та двоклавішними вимикачами; кнопковими постами "Пуск.Стоп",.

Розподіл навантажень між фазами мереж є рівномірним; різниця в струмах найбільш і найменш завантажених фаз не перевищує 30% .

Вибір перетину кабелів виконано по струмовим навантаженням з урахуванням допустимої втрати напруги. Як захисний засіб від ураження електричним струмом передбачені захисне заземлення.

Схема живлення освітлювальної установки наведено на рис. 3.4-3.5.

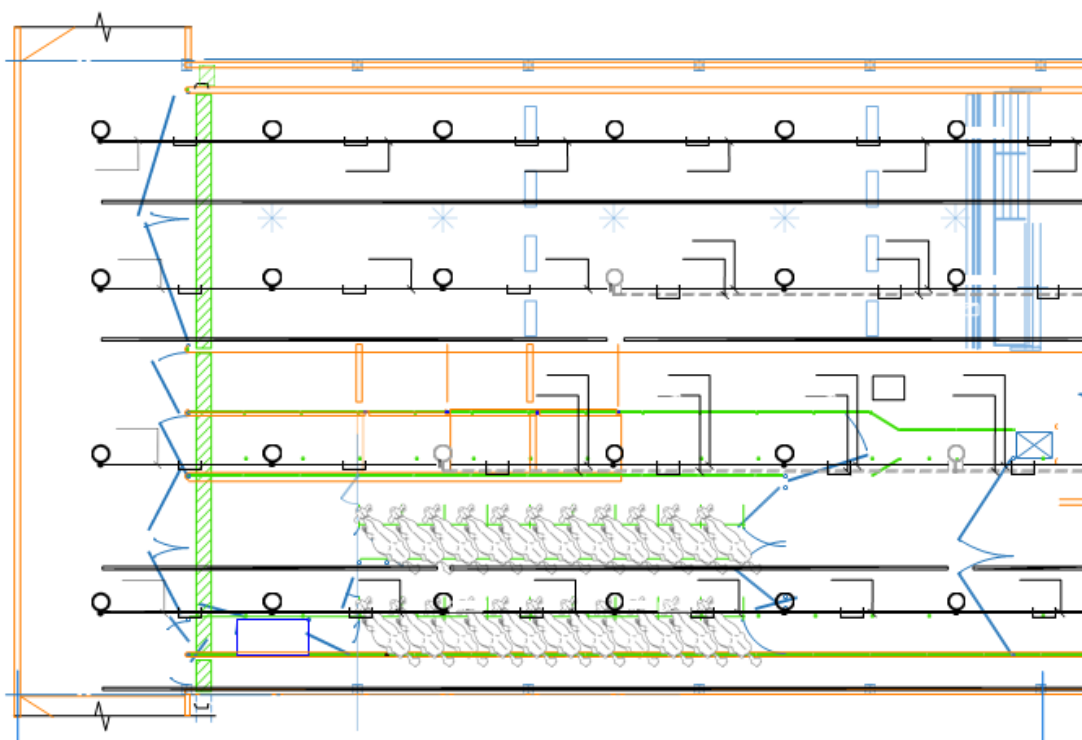


Рисунок 3.4 - Схема живлення мережі освітлення

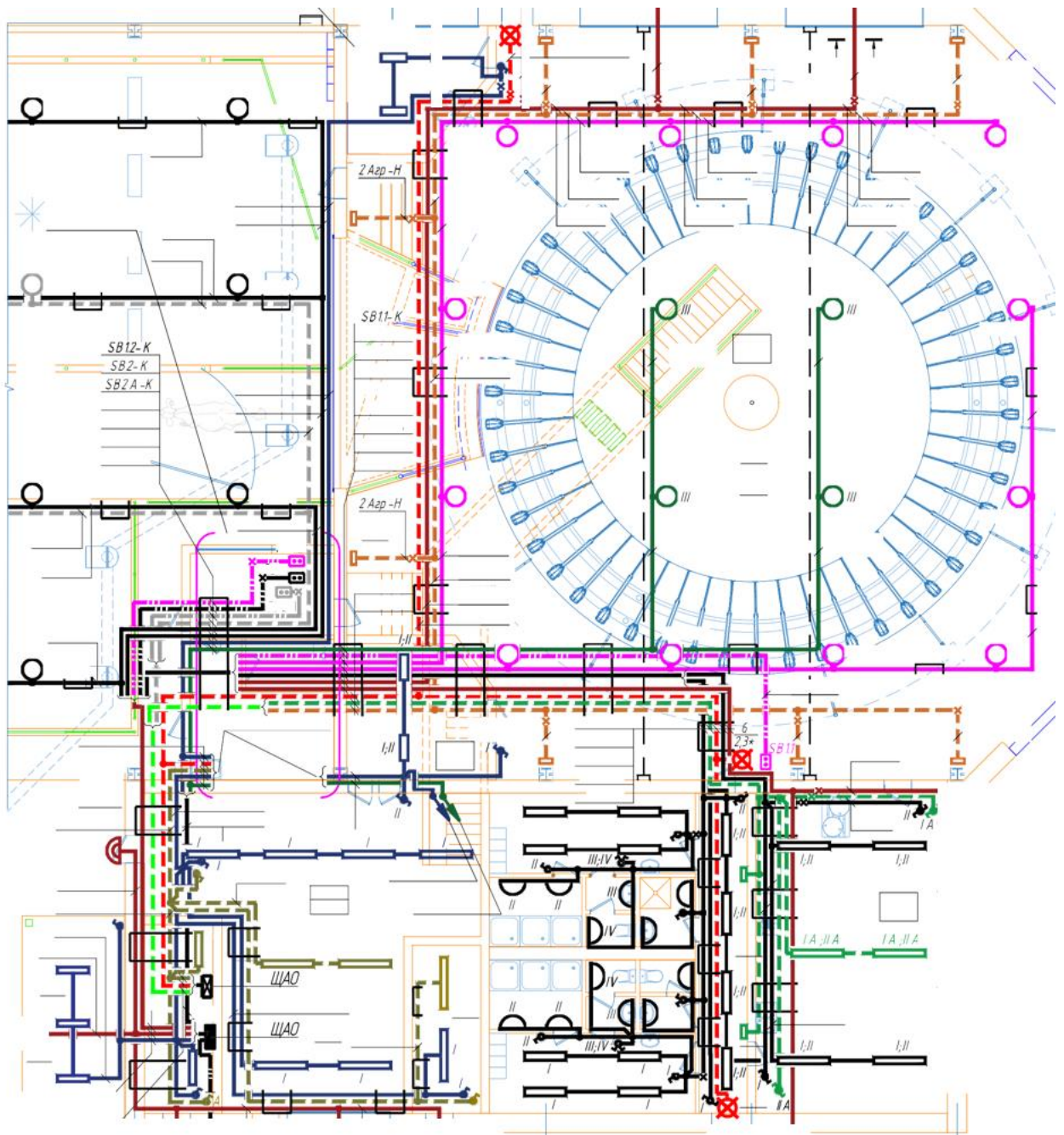


Рисунок 3.5 – Схема живлення мережі освітлення

Однолінійна електрична схема робочого та аварійного освітлення із марками проводів та розрахунковими значеннями ΔU наведено на рис. 3.6-3.7 відповідно.

Розрахунок проводився за допомогою алгоритму наведеного в п 3.1. Марки проводів вибиралася із відкритих джерел в інтернеті виходячи із значення ΔU та умови $\Delta U_{don} \geq \Delta U$.

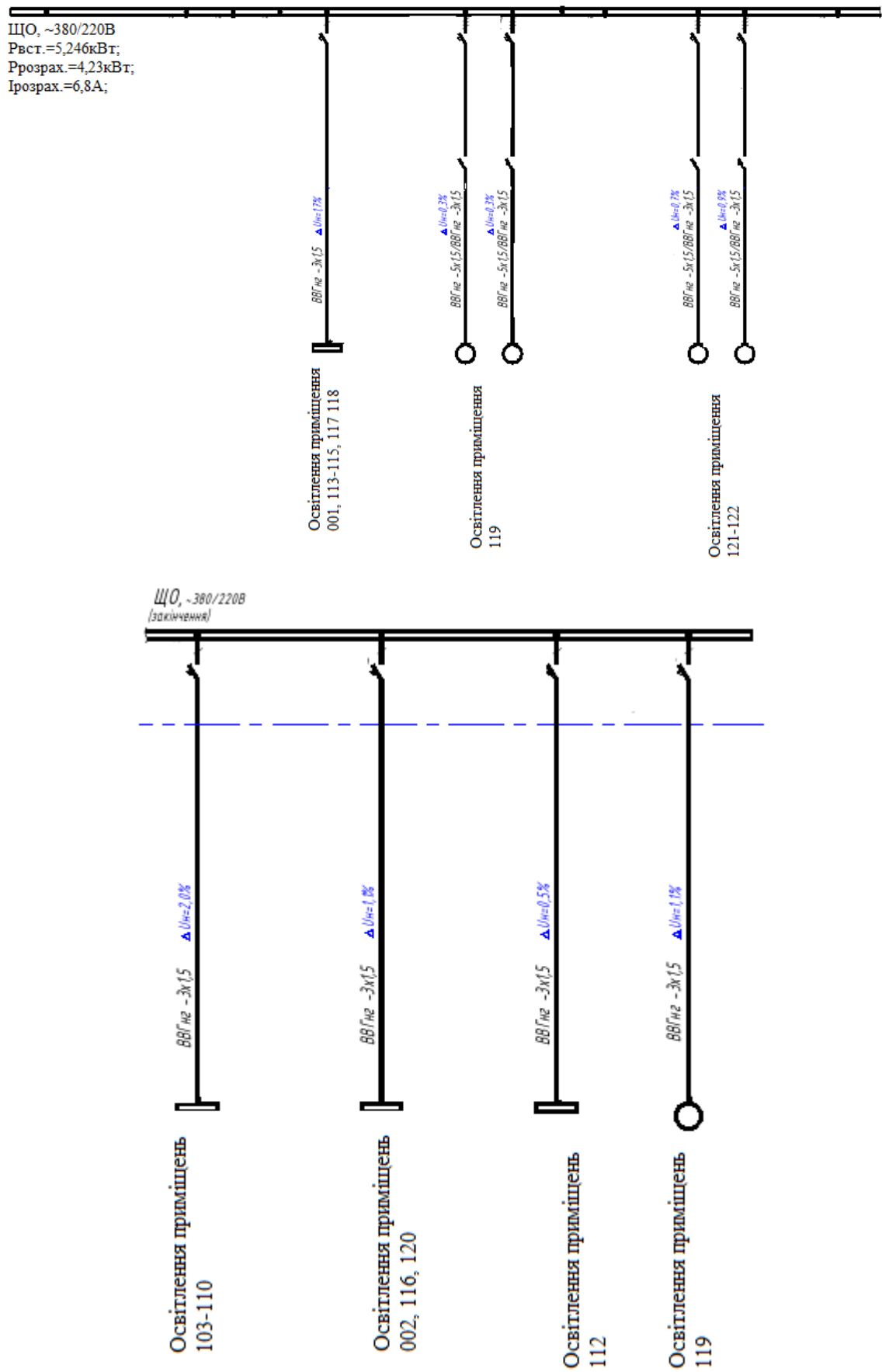


Рисунок 3.6 - Однолінійна електрична схема робочого освітлення

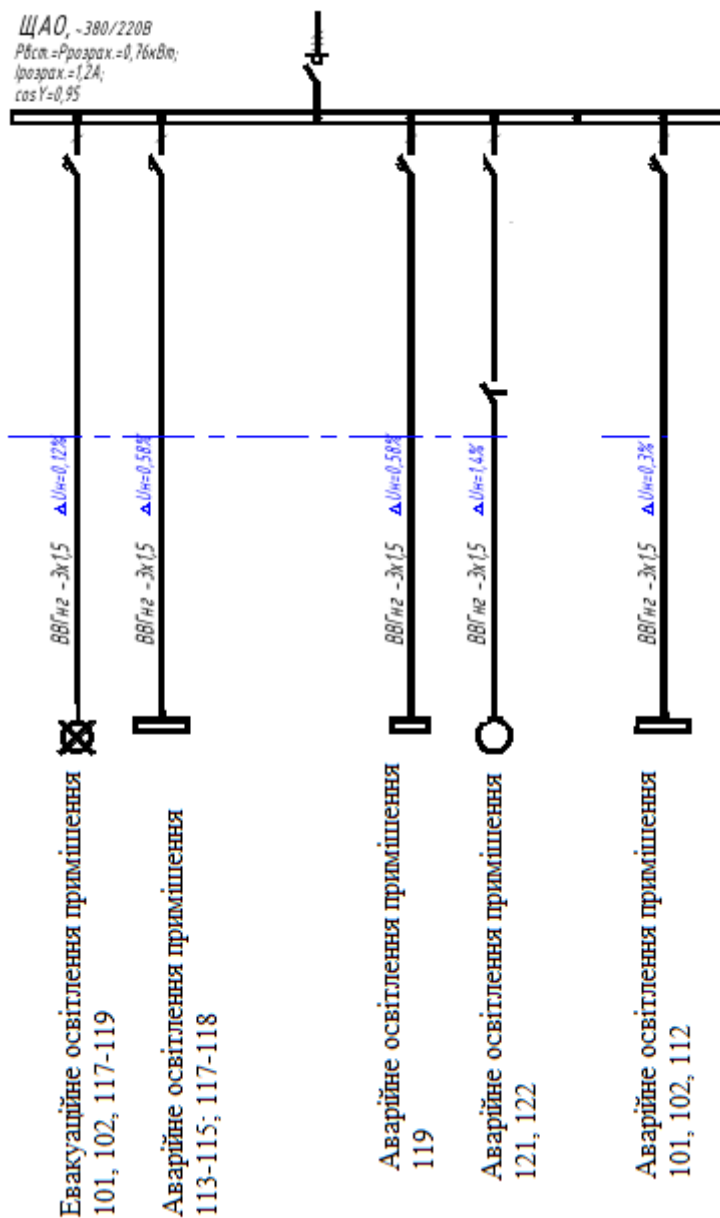


Рисунок 3.6 - Однолінійна електрична схеми аварійного освітлення

3.3 Висновки до розділу

Реалізована методика розрахунку освітлювальної мережі по допустимій втраті напруги з врахуванням індуктивного опору провідників, що в кінцевому рахунку дозволить виконати розрахунок освітлювальної мережі з найвищою точністю при одночасному дотриманні вимог.

Розроблено схему електропостачання системи освітлення молочно товарної ферми, проведено вибір марки та перерізу проводів.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Планування робіт по охороні праці

Планування робіт по охороні праці проводиться на основі аналізу стану і прогнозування змін травматизму, захворюваності, умов праці і пов'язаних з ними необхідних профілактичних міроприємств, а також на основі постановки цілей і задач в роботі по охороні праці з врахуванням розвитку виробництва.

Планування робіт по охороні праці повинно включати визначення будівель підрозділом і службам підприємства, які беруть участь в розв'язуванні задач управління.

Планування робіт по охороні праці повинно здійснюватись на основі розробки: перспективних комплексних планів покращення умов, охорони праці і санітарно-оздоровчих міроприємств, які є складовою частиною планів економічного і соціального розвитку підприємства; текучих планів виконання міроприємств по охороні праці, які включаються в розділ “Покращення стану умов і охорони праці” колективних договорів або в угоду по охороні праці між профспілковою організацією і адміністрацією, пов'язаних техпромфінпланами підприємства; оперативних (квартальних, місячних) планів по цехам і ділянкам.

Текуче планування може бути річним, кварталним і місячним. На кожному підприємстві повинні бути розроблені плани-графіки виконання міроприємств у відповідності з угодою по охороні праці між профспілковою організацією і адміністрацією, яка поновлюється щорічно.

При складанні текучих планів в основному використовуються дані результатів паспортизації санітарно – технічного стану умов праці і атестації робочих місць. Почасти ці результати враховуються і при складанні перспективних планів (якщо відповідні міроприємства потребують великих підготовчих робіт).

Пропозиції для включення в щомісячні плани робіт по безпеці праці, вказаний вище розділ колективного договору або щорічна угода по охороні праці і комплексний план покращення умов, охорони праці і санітарно – оздоровчих міроприємств на п'ять років складається майстрами і бригадирами сумісно з громадськими інспекторами профгруп.

Оперативне планування пов'язане з виникненням різного роду аварій, неполадок і несправностей виробничого обладнання і колективних засобів захисту.

Служби охорони праці складають плани цільових і комплексних перевірок стану безпеки праці, а також квартальні і місячні плани контроль стану всіх підрозділах. Крім планових можуть мати місце і позапланові міроприємства по охороні праці.

Враховуючи багатоплановість робіт по охороні праці, залучення до них практично всіх служб головних спеціалістів підприємств, основною організацією формою робіт по охороні праці а теперішній час стало впровадження галузевих систем управління охорони праці (СУОТ).

Управління охорони праці повинно забезпечувати взаємодію всіх підрозділів і служб підприємства. Організація і координація робіт по охороні праці покладена на служби охорони праці. Крім того, ця служба у відповідності з Положенням про відділи охорони праці: проводить аналіз стелу і причин виробничого травматизму і професійних захворювань, розробляє сумісно з відповідними службами підприємства міроприємства по попередженню нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань, а також організовує їх впровадження; організовує роботу на підприємстві по проведенню паспортизації санітарно – технічного стану цехів і атестацію робочих місць в частині умов праці і техніки безпеки по забезпеченню здорових умов праці, проводить ввідний інструктаж і надає допомогу в організації навчання робітників по питанням охорони праці у відповідності з ГОСТ 120004-79 і діючими нормативними документами; бере участь в роботі атестаційної комісії і комісій по перевірці будівель інженерно-технічними

працівниками і службовцями правил і норм по охороні праці, інструкцій по техніці безпеки, а також виконує деякі інші функції.

4.2 Протипожежна стійкість об'єкту під час надзвичайних ситуацій техногенного

Захист населення, територій та об'єктів економіки під час надзвичайних ситуацій (НС) є найважливішою функцією держави в області її безпеки і нормальної життєдіяльності. Проблема забезпечення стійкості функціонування об'єктів економіки в НС - це одна з проблем національної безпеки країни. Вона визначає можливість забезпечення економічної, військової, соціальної та ін. видів безпеки країни.

В даний час найбільшу небезпеку становлять НС техногенного і природного характеру. Складність і масштабність проблеми забезпечення безпеки населення і навколишнього природного середовища в НС та необхідність її розв'язання органами державної влади та управління всіх рівнів обумовлюється тим, що в Україні налічується близько 45 000 потенційно небезпечних об'єктів різного типу і відомчої підпорядкованості. У зоні безпосередньої загрози життю і здоров'ю людей у разі виникнення НС проживає близько 30 млн. осіб, тобто більше 50 % населення країни.

Екологічні, соціальні та політичні наслідки природних і техногенних джерел НС, як показує досвід, можуть бути дуже важкими, якщо МНС не здатні попереджати аварії, катастрофи та протистояти дії їх факторів, тобто не володіють стійкістю у НС.

У сучасних умовах проблема підвищення стійкості роботи об'єктів в НС набуває все більшого значення з наступних причин:

- ослаблення механізмів державного регулювання та безпеки у виробничій сфері, зниження трудової і технологічної дисципліни виробництва на всіх рівнях, а також зниження протиаварійної стійкості виробництва;

- високе прогресуюче зношення основних виробничих фондів, особливо на підприємствах хімічного комплексу, нафтогазової, металургійні, гірничодобувної промисловості та ядерної енергетики з одночасним зниженням темпів оновлення цих фондів;
- підвищення технологічної потужності виробництва, зростання обсягів транспортування, зберігання і використання небезпечних речовин, матеріалів і виробів, а також накопичення відходів виробництва, що представляють загрозу населенню та довкіллю;
- недостатність в Україні законодавчої та нормативно-правової бази, що забезпечує в нових економічних умовах стійке і безпечне функціонування промислово небезпечних виробництв, стимулюючої заходи щодо зниження ризику НС і пом'якшення їх наслідків, а також підвищення відповідальності власників потенційно небезпечних об'єктів;
- відставання вітчизняної практики від зарубіжної в галузі використання наукових основ аналізу прийнятного ризику в управлінні безпеки та попередження НС;
- зниження вимогливості й ефективності роботи органів державного нагляду та інспекцій;
- підвищення ймовірності виникнення терористичних актів та воєнних конфліктів.

Слід зазначити, що для забезпечення і підвищення стійкості об'єктів в умовах НС важливим є також і завчасне проведення комплексу ефективних інженерно-технічних заходів, спрямованих на максимальне зниження впливу вражаючих факторів НС мирного і воєнного часу, створення умов для швидкої ліквідації їх наслідків.

Для підвищення протипожежної стійкості об'єктів під час надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру розроблені

нормативні документи, які доповнюють вимоги, що застосовуються до різних галузей промисловості – «Протипожежні норми» СНиП 2.01.51-93.

Цими нормами передбачені основні заходи по підвищенню стійкості об'єктів:

- заглиблення всіх ліній водопроводу та розміщення пожежних гідрантів, вимикаючих пристроїв на території, яка не може бути завалена при руйнуванні будівлі. Передбачається зворотне використання води для технічних цілей, що зменшує витрату води і забруднення водою, а також будівництво на об'єктах глибинних свердловин. При проектуванні нових водопроводів старі необхідно зберігати як резервні.

- на багатьох промислових об'єктах газ використовується як паливо, а на деяких підприємствах (хімічних) - як вихідна сировина. При руйнуванні газових мереж газ може з'явитися причиною вибуху і пожежі. Для її надійності цих об'єктів:

- 1) газ повинен подаватися в міста і на підприємства по двох незалежних газопроводах через дві газорозподільні станції, що підвищує надійність постачання;

- 2) газорозподільні станції розміщуються за межами міста з різних сторін;

- 3) розміщення насосних і компресорних станцій магістральних газо- і нафто трубопроводів здійснюють за зонами можливих руйнувань;

- 4) газові мережі на об'єкті за кільцюють і прокладаються під землею. На них в певних місцях повинні бути встановлені пристрої, що відключають ці мережі;

- 5) на газопроводах повинна встановлюватися запірна арматура з дистанційним керуванням і крани, автоматично припиняють подачу газу при розриві труб, що дозволяє відключити газові мережі певних ділянок промислового об'єкта.

- циклічне проведення заходів по підвищенню стійкості роботи промислових об'єктів під час надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, які включають в себе:

- 1) устаткування додаткових протипожежних постів у сховищах палива та деревообробному цеху;
- 2) знесення і видалення з території заводу дерев'яних прибудов до складу тари та цеху;
- 3) нанесення вогнезахисної речовини на дерев'яні конструкції в цехах і складах.

Додатковим засобом безпеки, що дозволяє встановити критичні фактори порушення нормальної роботи об'єктів є оцінка стійкості, яка може здійснюватися двома способами - детермінована оцінка та імовірнісна оцінка

Сутність детермінованою оцінки полягає в наступному. При ідентифікації небезпек визначаються пріоритетні зовнішні та внутрішні джерела, фактори ризику, можливі НС, характер їх розвитку вражаючі фактори, аналізуються причини НС та їх можливі наслідки. На кількісному рівні проводиться оцінка ймовірності НС, параметрів вражаючих факторів і наслідки їх впливу на окремі елементи і в цілому на підприємство, визначаються критерії (межі) стійкості елементів і при впливі вражаючих факторів НС, оцінюється ймовірність збереження стійкості в конкретних умовах роботи об'єкта. При цьому оцінка стійкості виробляється послідовно до впливу кожного з можливих вражаючих факторів.

Імовірнісна оцінка стійкості об'єктів передбачає визначення ймовірності порушення стійкості (або її збереження) в умовах НС з використанням теорії ймовірності. Систематизація та аналіз різних сценаріїв поведінки в НС, а також більш загальна кількісна оцінка його стійкості реалізуються при імовірнісних підходах.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В результаті проведеної роботи було експериментально підтверджено, правомірність використання комп'ютерних світлотехнічних програм для розрахунку параметрів освітлювальних установок.

Сформульовано нові підходи і методи проектування ОУ на основі існуючого програмного забезпечення, що дозволяють якісно і в короткий термін проводити розрахунок і аналіз проекрованої ОУ.

На основі запропонованих методів оцінки якісних показників освітлення, можливо зменшити ймовірність допуску помилок всього комплексу світлового проектування на 18%, також дати наближену до реалії візуальну оцінку естетичної складової ОУ.

2. Проведено світлотехнічний розрахунок системи освітлення племзаводу. Підібрано світильники із світлодіодними джерелами світла, які забезпечують високу енергетичну ефективність (економія електричної енергії 30-50% в порівнянні із традиційними джерелами світла).

Розроблена система освітлення для корівника забезпечує зональність розподілу освітленості, що дозволяє створити оптимальний світловий мікроклімат для корів та збільшити надої на 20-30%. Усі показники освітленості перевищують на 10-15% нормовані показники.

3. Реалізована методика розрахунку освітлювальної мережі по допустимій втраті напруги з врахуванням індуктивного опору провідників, що в кінцевому рахунку дозволить виконати розрахунок освітлювальної мережі з найвищою точністю при одночасному дотриманні нормативних вимог.

Розроблено схему електропостачання системи освітлення молочно товарної ферми, проведено вибір марки та перерізу проводів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Мешков В.В., Епанешников М.М. Осветительные установки. М.: Энергия, 1972.
2. Ньюберг Н.Д. Теоретические основы цветной репродукции. М.: Советская наука, 1948.
3. Ferwerda J.A. Fundamentals of Spatial Vision // Program of Computer Graphics, Cornell University, 1996
4. Blakemore C, Campbell F.W. On the existence of neurones in the human visual system selectively sensitive to the orientation and size of retinal images. J. Physiol. 1969, 203, 237-260.
5. Hood D.C, Finkelstein M.A. Visual sensitivity. In K.Boff, L. Kaufman, J. Thomas (Eds.), Handbook of Perception and Human Performance (V. 1) 1986.
6. van Nes F., Bouman M.A. Spatial Modulation Transfer in the Human Eye // JOSA, 1967, V.57, p.401-406.
7. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики // М.: Мир, 1989.- 512С.
8. Поталіцин С.Ю. Оптимізація проектування систем освітлення промислових об'єктів / С. Ю. Поталіцин канд. техн. наук, Р.О. Драгун, Я. В. Синявський // Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 25-26 листопада 2020.: Зб. тез доп. Т. 2. – Тернопіль, 2020. – С. 127.
9. V.P. Budak, D.N. Makarov, P.A. Smirnov «Computer programmes for lighting design» / SVETLO, No. 1, pp. 51-54, 2006
10. Будак В.П. Визуализация распределения яркости в трехмерных сценах наблюдения. – М.: МЭИ, 2000. - 136С
11. Sillion F.X., Puech C. Radiosity and global illumination. - San Francisco: Morgan Kaufman Pub., 1994. – 252Р.

12. Ashdown I. Radiosity. A Programmer's perspective. - JOHN WILEY & SONS, 1994. –496P.
13. Kajiya J.T. The rendering equation // Computer Graphics (Proc. SIGGRAPH'86), 1986. V.20, N4. - P.143-150.
119
14. Поляк Г.Л. Лучистый теплообмен тел с произвольными индикатрисами отражения поверхностей/ в кн.: Конвективный и лучистый теплообмен. – М. АН, 1960. – С. 118-132.
15. Moon P. On Interreflections //JOSA. 1940 Vol. 30. N2. P. 195 –205.
16. Yamauti Z. The light flux distribution of a system of interreflecting surfaces //JOSA, 1926. V.13, N5. – P.561-571.
17. Heckbert P.S. Simulating Global Illumination Using Adaptive Meshing.Diss. PhD. University of California, 1991
18. Hoowell J.R., Monte Carlo solution of thermal transfer through radiant media between gray walls // J. Heat Transfer, 1964. V.C86. - P.116-122.
19. Cook R., Porter T., Carpenter L. Distributed ray tracing. Computer Graphics, 18(4), 1984. ACM Siggraph'84 Conference Proceedings.
20. Shirley P., Wang C. Distribution Ray Tracing: Theory and Practice. Indiana University.
21. www.dialux.de
22. www.relux.biz
23. www.oxytech.it
24. www.lightscape.com
25. www.usa.autodesk.com
26. www.svetosrv.ru
27. www.cad.ru
28. Будаков В.П., Макаров Д.Н. Возможности использования 3М моделирования для светотехнического проектирования / Светотехника. – 2005. - №6. - с. 36-39

29. Будак В.П., Макаров Д.Н., Смирнов П.А. Компьютерные программы для светотехнических расчетов осветительных установок / Светотехника. – 2004. - №6. – с. 75-79
30. В.П. Будак, Д.Н. Макаров « Программы расчета и визуализации осветительных установок» Новости светотехники. Выпуск 1 (41) // Под редакцией Ю.Б. Айзенберга / М.: Дом Света, 2004г., 56 стр. 120
31. МГСН 2.06 – 99 Естественное, искусственное и совмещенное освещение.
32. В. Ван Боммель. Зрительные, биологические и эмоциональные аспекты освещения. Результаты последних исследований и их назначение для светотехнической практики / Светотехника. – 2005. - №4. – с. 4-6
33. Соболева В.В. Точечный источник света между параллельными плоскостями"//ДАН, 1944. Т.42, №4. – С.176-177. 121
34. Пекарев Л.Д. Самоучитель 3D Studio Max 4.0. – Спб.: ВHV - Петербург, 2001. – 668.

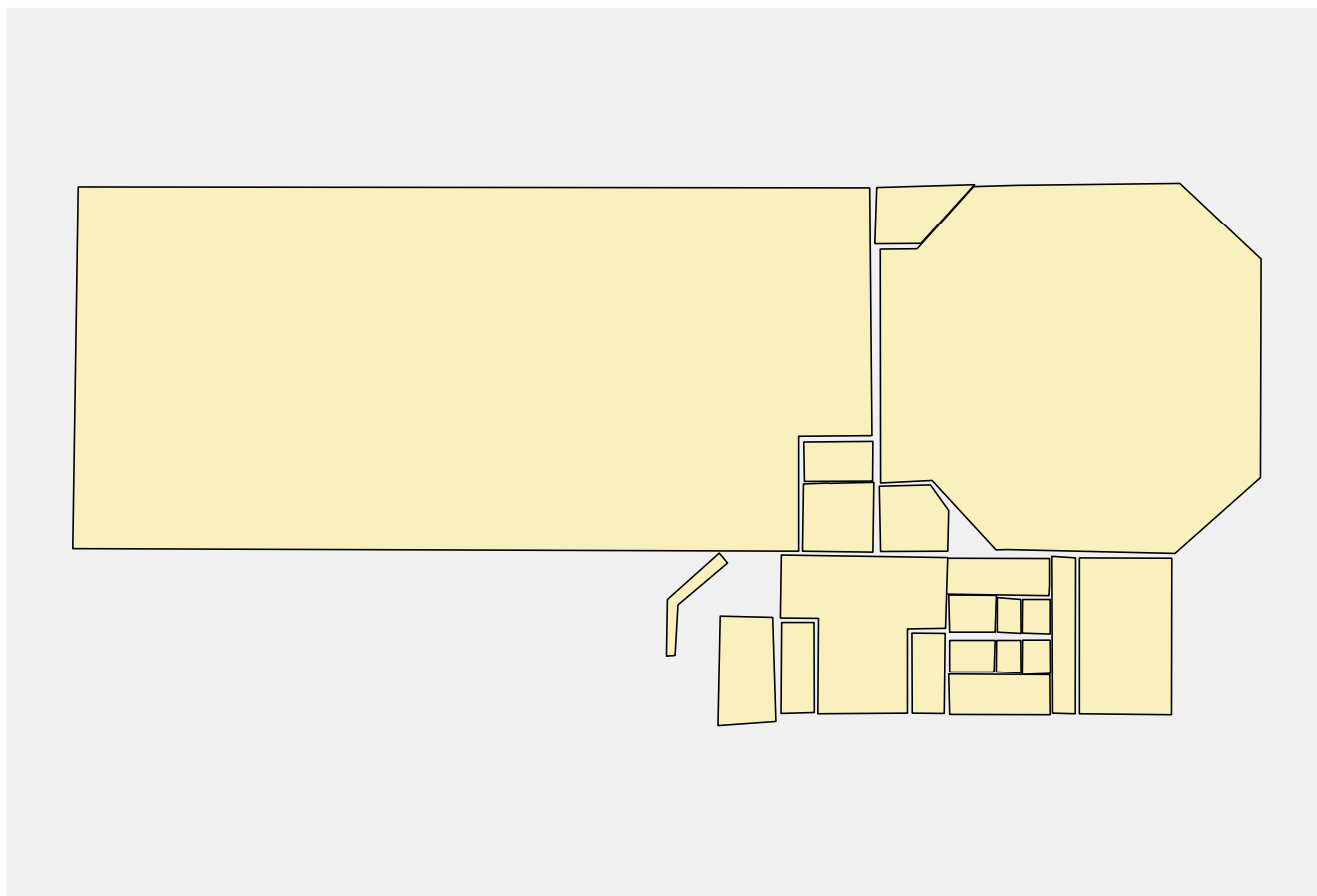
ДОДАТКИ

Объект : МОЛОЧНО ТОВАРНА ФЕРМА
 Установка :
 Номер проекта : 215-20
 Дата : 20.08.2020



Суммирование, Этаж 1

.1 Этаж обзор



Количество комнат 21
 Общая поверхность 1737 м²
 Количество светильников 112
 Общий световой поток всех ламп 562030 lm
 Общая мощность 4426 W
 Удельная мощность на поверхности 2,55 W/м²

Рассчитано

Перечень элементов

Тип Кол. Производитель











Тип	Кол.	Производитель
ТОВ "ОСП Корпорація Ватра"		
2	9	Заказ № : ДПО26В-20-002.Idt
		Светильник : ДПО26В-20-002
		Тип ламп : 1 x 20/ LED 20 W / 2200 lm
3	10	Заказ № : ДПП06У-8-211 УХЛ3.1.Idt
		Светильник : ДПП06У-8-211 УХЛ 3.1
		Тип ламп : 1 x 8 / LED 8 W / 835 lm
4	3	Заказ № : ДБО02ВСП-6-а-104 УХЛ3.1.Idt
		Светильник : ДБО02ВСП-6-а-104 УХЛ3.1
		Тип ламп : 1 x 6 / LED 6 W / 720 lm

Объект : МОЛОЧНО ТОВАРНА ФЕРМА
Установка :
Номер проекта : 215-20
Дата : 20.08.2020



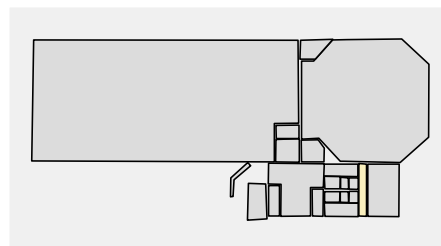
Суммирование, Этаж 1

.1 Этаж обзор

5	14	Заказ №	: ДББ26У-12-102 У1 Селена-LED.Idt
		Светильник	: ДББ26У-12-102 У1 Селена-LED
		Тип ламп	: 1 x 12 / LED 12 W / 1440 lm
7	10	Заказ №	: ДПП07В-20-323 УХЛ4.Idt
		Светильник	: ДПП07В-20-323 УХЛ4
		Тип ламп	: 1 x 20 / LED 20 W / 2450 lm
10	4	Заказ №	: ДПП07В-30-323 УХЛ4.Idt
		Светильник	: ДПП07В-30-323 УХЛ4
		Тип ламп	: 1 x 30 / LED 30 W / 3635 lm
11	2	Заказ №	: ДПП07В-30-323(БАЖ) УХЛ4.Idt
		Светильник	: ДПП07В-30-313(БАЖ) УХЛ4
		Тип ламп	: 1 x 30 / LED 30 W / 3635 lm
12	3	Заказ №	: ДПП07В-20-323(БАЖ) УХЛ4.Idt
		Светильник	: ДПП07В-20-323(БАЖ) УХЛ4
		Тип ламп	: 1 x 20 / LED 20 W / 2450 lm
13	8	Заказ №	: ДСП46У-40-153 У3.Idt
		Светильник	: ДСП46У-40-153 У3
		Тип ламп	: 1 x 40 / LED 40 W / 4970 lm
14	2	Заказ №	: ДСП46У-БАЖ-40-153 У3.Idt
		Светильник	: ДСП46У-БАЖ-40-153 У3
		Тип ламп	: 1 x 40 / LED 40 W / 4970 lm
15	16	Заказ №	: ДСП17В-80-611 У1.Idt
		Светильник	: ДСП17В-80-611 У1
		Тип ламп	: 1 x 80 / MJT 80 W / 10400 lm
17	27	Заказ №	: ДСП17В-60-611 У2.Idt
		Светильник	: ДСП17В-60-611 У2
		Тип ламп	: 1 x 60 / MJT 60 W / 7800 lm
18	4	Заказ №	: ДСП17В-60-611(БАЖ) У2.Idt
		Светильник	: ДСП17В-60-611(БАЖ) У2
		Тип ламп	: 1 x 60 / MJT 60 W / 7800 lm

Помещения

101 , 102 Тамбур коридор	6 x Светильники
Общий световой поток всех ламп	8990 lm
Общая мощность	82 W
Удельная мощность на поверхность	6.30 W/m ²
Em	165 lx
Emin	2 lx
Emin/Em (Uo)	0.01
UGR	---

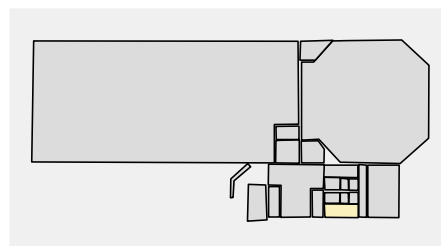




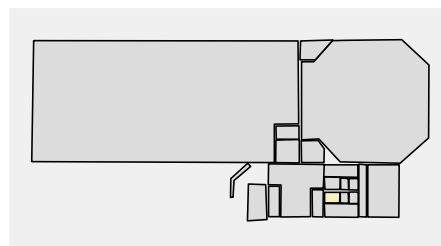
Суммирование, Этаж 1

.1 Этаж обзор

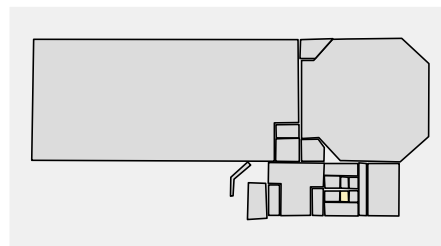
103 Жіноча роздягальня 3 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 6600 lm
Общая мощность 60 W
Удельная мощность на поверхность 4.13 W/m²
Em 182 lx
Emin 117 lx
Emin/Em (Uo) 0.64
UGR <=19.5



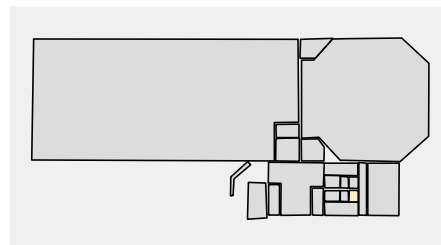
104 Жіноча душава 2 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 2880 lm
Общая мощность 24 W
Удельная мощность на поверхность 4.68 W/m²
Em 128 lx
Emin 74 lx
Emin/Em (Uo) 0.58
UGR <=18.0



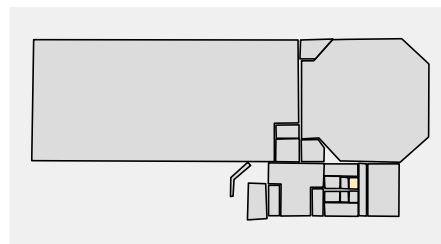
105 жіночий санвузол 2 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 2880 lm
Общая мощность 24 W
Удельная мощность на поверхность 8.42 W/m²
Em 86 lx
Emin 8 lx
Emin/Em (Uo) 0.09
UGR <=17.7



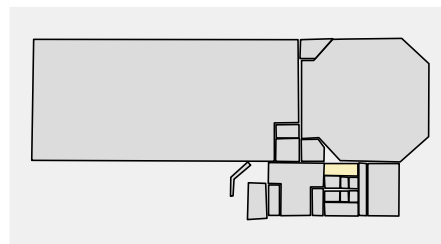
110 Санвузол 2 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 2880 lm
Общая мощность 24 W
Удельная мощность на поверхность 7.06 W/m²
Em 80 lx
Emin 41 lx
Emin/Em (Uo) 0.51
UGR <=17.7



109 Санвузол 2 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 2880 lm
Общая мощность 24 W
Удельная мощность на поверхность 7.08 W/m²
Em 179 lx
Emin 130 lx
Emin/Em (Uo) 0.72
UGR <=17.7



108 Чоловіча роздягальня 3 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 6600 lm
Общая мощность 60 W
Удельная мощность на поверхность 4.37 W/m²
Em 182 lx
Emin 111 lx
Emin/Em (Uo) 0.61
UGR <=19.4

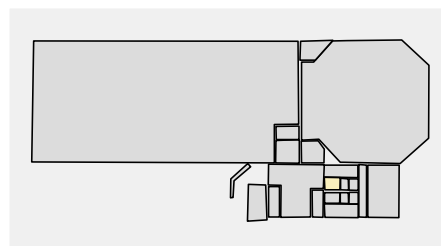




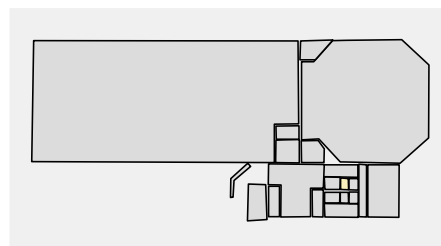
Суммирование, Этаж 1

.1 Этаж обзор

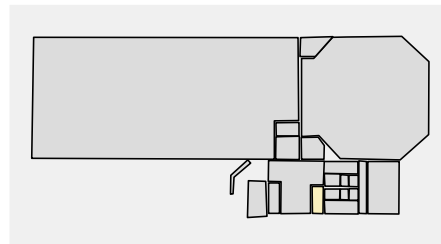
107 Чоловіча душова 2 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 2880 lm
Общая мощность 24 W
Удельная мощность на поверхность 3.92 W/m²
E_m 116 lx
E_{min} 75 lx
E_{min}/E_m (U_o) 0.65
UGR ≤17.7



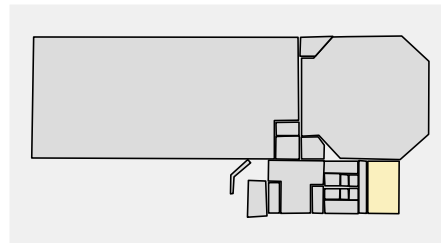
106 Чоловічий санвузол 2 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 2880 lm
Общая мощность 24 W
Удельная мощность на поверхность 8.31 W/m²
E_m 122 lx
E_{min} 69 lx
E_{min}/E_m (U_o) 0.57
UGR ≤17.7



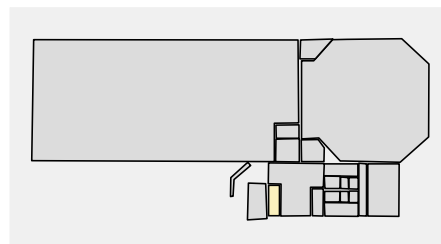
115 Тепловий пункт 2 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 4900 lm
Общая мощность 40 W
Удельная мощность на поверхность 4.23 W/m²
E_m 152 lx
E_{min} 93 lx
E_{min}/E_m (U_o) 0.61
UGR ≤22.7



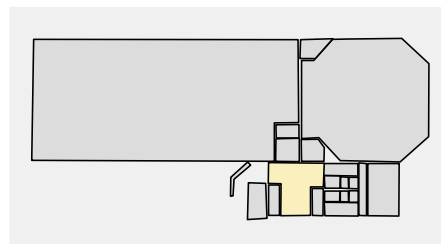
112 Молочний блок 6 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 21810 lm
Общая мощность 180 W
Удельная мощность на поверхность 3.44 W/m²
E_m 211 lx
E_{min} 136 lx
E_{min}/E_m (U_o) 0.64
UGR ---



113 Електрощитова 2 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 4900 lm
Общая мощность 40 W
Удельная мощность на поверхность 3.72 W/m²
E_m 139 lx
E_{min} 84 lx
E_{min}/E_m (U_o) 0.60
UGR ---



114 Компресорна 8 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 19600 lm
Общая мощность 160 W
Удельная мощность на поверхность 2.33 W/m²
E_m 143 lx
E_{min} 46 lx
E_{min}/E_m (U_o) 0.32
UGR ---

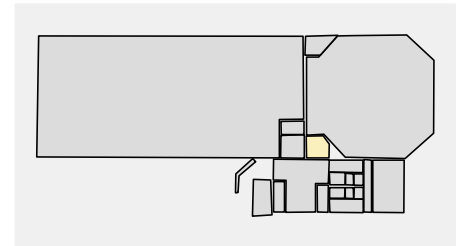




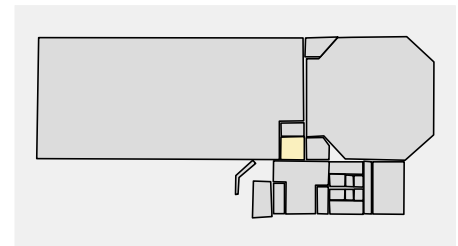
Суммирование, Этаж 1

.1 Этаж обзор

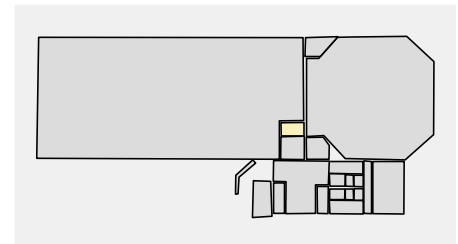
116 Склад запчастин 1 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 4970 lm
Общая мощность 40 W
Удельная мощность на поверхность 2.62 W/m²
E_m 149 lx
E_{min} 54 lx
E_{min}/E_m (U_o) 0.36
UGR ≤24.3



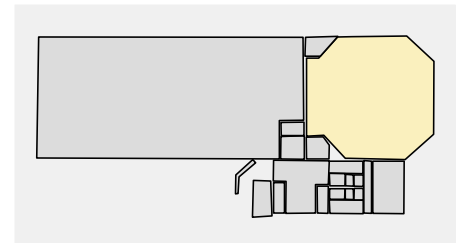
117 Лабораторія зі складом 5 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 20600 lm
Общая мощность 166 W
Удельная мощность на поверхность 9.63 W/m²
E_m 388 lx
E_{min} 193 lx
E_{min}/E_m (U_o) 0.50
UGR ---



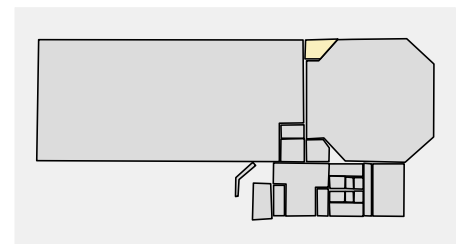
118 Операторська 3 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 10660 lm
Общая мощность 86 W
Удельная мощность на поверхность 8.90 W/m²
E_m 369 lx
E_{min} 260 lx
E_{min}/E_m (U_o) 0.70
UGR ---



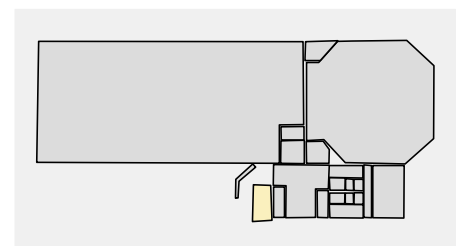
119 Доїльня зала 26 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 175960 lm
Общая мощность 1368 W
Удельная мощность на поверхность 3.09 W/m²
E_m 257 lx
E_{min} 117 lx
E_{min}/E_m (U_o) 0.46
UGR ---



120 Склад миючих засобів 1 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 4970 lm
Общая мощность 40 W
Удельная мощность на поверхность 2.71 W/m²
E_m 192 lx
E_{min} 19 lx
E_{min}/E_m (U_o) 0.10
UGR ---



001 Навіс 1 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 2450 lm
Общая мощность 20 W
Удельная мощность на поверхность 0.94 W/m²
E_m 60 lx
E_{min} 20 lx
E_{min}/E_m (U_o) 0.34
UGR ≤24.1



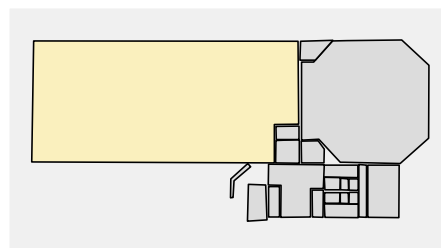
Объект : МОЛОЧНО ТОВАРНА ФЕРМА
Установка :
Номер проекта : 215-20
Дата : 20.08.2020



Суммирование, Этаж 1

.1 Этаж обзор

121,122 Накопичувач 31 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 241800 lm
Общая мощность 1860 W
Удельная мощность на поверхно 1.85 W/m²n²)
Em 168 lx
Emin 72 lx
Emin/Em (Uo) 0.43
UGR ---



002 Технічне приміщення 2 x Светильники
Общий световой поток всех ламп 9940 lm
Общая мощность 80 W
Удельная мощность на поверхно 16.96 W/m²
Em 576 lx
Emin 56 lx
Emin/Em (Uo) 0.10
UGR ---

