

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехніки, електромеханіки і електротехнологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:
**РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ
ОСВІТЛЕННЯ СКЛАДСЬКОЇ БУДІВЛІ
ХМЕЛЬНИЦЬКОГО РАЙОНУ**

Виконав:

здобувач вищої освіти денної форми
навчання освітнього ступеня «Магістр»,
освітньо-професійної програми
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка» спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

_____ **Сергій ЗАЗУЛЯК**

Керівник: канд. техн. наук, доцент

_____ **Павло ПОТАПСЬКИЙ**

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

«_____» _____ 2024 р.

Гарант освітньої програми

«Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка»

спеціальності 141 «Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка»

кандидат технічних наук, доцент _____ **Павло ПОТАПСЬКИЙ**

м. Кам'янець-Подільський, 2024р.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Класифікація складських будівель	8
1.2 Особливості проектування систем освітлення складських будівель	11
1.3 Аналіз характеристик приміщень об'єкта проектування	14
1.4 Висновки до розділу	16
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	17
2.1 Вибір нормованих параметрів систем освітлення приміщень складської будівлі	17
2.2 Вибір світлових приладів	20
2.3 Електрична освітлювальна мережа складської будівлі	24
2.4 Розрахунок електричної освітлювальної мережі на мінімум провідникового матеріалу	26
2.5 Розрахунок електричної освітлювальної мережі по струму навантаження та вибір апаратів захисту	33
2.6 Висновки до розділу	39
3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	40
3.1 Розрахунок коефіцієнта запасу	40
3.2 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення приміщень складської будівлі за допомогою методу коефіцієнта використання	42
3.3 Моделювання та світлотехнічний розрахунок системи освітлення за допомогою пакету DIALux	47
3.4 Апроксимація залежності коефіцієнта нерозчеплення автоматичного вимикача	53
3.5 Висновки до розділу	56
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ	58

СИТУАЦІЯХ

4.1 Шляхи запобігання пожеж в складських приміщеннях	58
4.2 Класифікація надзвичайних ситуацій природного походження	59
4.3 Аналіз заходів щодо попередження надзвичайних ситуацій	61

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	64
--------------------------	-----------

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	66
-------------------------	-----------

Додаток 1	69
------------------	-----------

ВСТУП

Актуальність теми. Одним із найважливіших та найнеобхідніших елементів виробництва та реалізації виготовленої продукції є складське господарство, до основних завдань об'єктів якого відносяться забезпечення збереження необхідних кількісних та якісних характеристик продукції та раціональне виконання операцій щодо вантажопереробки продукції на усіх стадіях її просування на ринку. Якість роботи складського господарства має значний вплив на виконання плану виробництва, перевезення продукції, а отже на ефективність реалізації та її обсяг.

Однією із основних вимог до інженерних систем будівель та споруд складського призначення є забезпечення необхідних можливостей безпечного виконання роботи працюючих із високим рівнем продуктивності роботи, яка виконується. Такі умови можуть забезпечуватись при необхідних кількісних та якісних показниках систем освітлення, котрі є одними із найбільш важливих інженерних систем будівель такого типу. Використання вдало спроектованих систем освітлення здатне забезпечити високу ефективність роботи працюючих, та мінімізувати ймовірність виникнення нещасних випадків та травм персоналу. Крім того, застосування енергоефективних технологій в системах освітлення здатне суттєво знизити витрати на їх експлуатацію.

Тому **актуальною** є проблема, пов'язана із проектуванням енергоефективних систем освітлення складських будівель із забезпеченням створення необхідних нормованих світлотехнічних характеристик.

Мета роботи: розробити для складської із сумарною площею освітлюваних приміщень 2384 м² проект систем енергоефективного робочого й аварійного освітлення.

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

- світлотехнічний розрахунок та моделювання систем робочого та аварійного освітлення приміщень складської будівлі;

- розробка та проектування електричної мережі систем робочого та аварійного освітлення приміщень складської будівлі;

- вибір на основі результатів електротехнічного розрахунку електричної освітлювальної мережі необхідних площі поперечного перерізу жил кабелів та апаратів захисту.

Об'єкт дослідження: процеси забезпечення необхідних якісних та кількісних світлотехнічних характеристик у приміщеннях складської будівлі.

Предмет дослідження: світлові прилади та системи освітлення на основі напівпровідникових світлових приладів.

Наукова новизна: набула подальшого розвитку модель для визначення кількості напівпровідникових світлових приладів, а також їх світлового потоку в залежності від кривої сили світла для забезпечення необхідного рівня освітленості та оптимальної рівномірності її розподілу на прикладі складського приміщення прямокутної форми розмірами $46,5 \times 30$ м² та висотою влаштування світлових приладів 6,80 м.

Практична цінність: для складського приміщення прямокутної форми розмірами $46,5 \times 30$ м² та висотою влаштування світильників 6,80 м, встановлено, що для забезпечення середньої освітленості 75 лк на рівні підлоги з коефіцієнтом рівномірності розподілу освітленості 0,5 найменш енергозатратною буде система освітлення із 20 світильників із кривою сили світла типу Л, світловий потік котрих становить із світловим потоком 7000 лм кожен.

Апробація результатів роботи. Результати, отримані під час написання роботи, представлено на IV Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Ефективне використання енергії: стан і перспективи» 09 листопада 2024 року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Проаналізовано класифікацію складських будівель. Визначено особливості проектування систем освітлення складських будівель.

2. Проведено аналіз будівельних характеристик об'єкта проектування. Встановлено, що сумарна площа приміщень складської будівлі становить 2384,36 м², з яких 75 % займають складські приміщення.

3. Здійснено вибір системи освітлення. Для усіх приміщень складської будівлі запропоновано використати систему загального рівномірного робочого освітлення. Для окремих приміщень вибрано систему аварійного освітлення. Визначено значення нормованої освітленості для системи робочого освітлення приміщень складської будівлі. Виконано вибір напівпровідникових світлових приладів для систем робочого та аварійного освітлення складської будівлі.

4. За допомогою методу коефіцієнта використання та пакету DIALux виконано моделювання та світлотехнічний розрахунок систем робочого та аварійного освітлення приміщень складської будівлі. На підставі результатів розрахунку встановлено, що сумарна потужність світильників системи робочого загального освітлення приміщень будівлі становить 8,69 кВт, а системи аварійного освітлення – 0,81 кВт.

5. Розраховано значення сумарного світлового потоку світлових приладів з кривими сили світла К, Г та Л необхідного для забезпечення освітленості 75 лк на рівні підлоги складського приміщення прямокутної форма з довжиною та шириною відповідно 46,5 та 30 м та висотою встановлення світлових приладів 6,80 м.

6. Розраховано кількість світлових приладів типу ДСП77В різної потужності, необхідної для забезпечення в даному приміщенні освітленості 75 лк. Встановлено, що найбільш енергоощадними будуть системи робочого освітлення потужністю 1 кВт, в яких використовуються світлові прилади ДСП77В з кривою сили світла типу К потужностями 40 та 50 Вт. Для подальшого моделювання вибрано світлові прилади потужністю 50 Вт.

7. На основі результатів, отриманих в пакеті DIALux встановлено, що для забезпечення коефіцієнта рівномірності освітленості на рівні 0,5 та освітленості 75 лк необхідно для основного складу використати 20 напівпровідникових світлових приладів з кривою сили світла типу Л та світловим потоком 7000 лм.

8. Проведено розрахунок електричної освітлювальної мережі робочого та аварійного освітлення на мінімум провідникового матеріалу. В результаті чого встановлено перерізи жил кабелів ділянок мережі, котрі живлять щити освітлення та світлові прилади. Встановлено, що для електричної мережі системи освітлення складської доцільно використати кабель типу ВВГнг із площею поперечного перерізу 1,5 мм² для групових ліній та 2,5 мм² для ділянок, котрі живлять щити освітлення. В результаті розрахунку встановлено, що максимальна втрата напруги в такій освітлювальній мережі становить 1,08 %.

9. Апроксимовано функцію залежності коефіцієнта нерозчеплення апарату захисту від часу імпульсу за допомогою експоненціальної, логарифмічної, степеневої, лінійної та функцій поліномів другої – четвертої степені. Встановлено, що максимально наближеною до заданої залежності є функція полінома четвертої степені, а відносна максимальна похибка становить 0,53 %. На основі результатів розрахунку по струму навантаження, вибрано апарати захисту. Виходячи також з умови уникнення їх хибного спрацювання, запропоновано використати автоматичні вимикачі із кривою спрацювання типу D.

Засвідчую, що у цій кваліфікаційній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач вищої освіти _____ Сергій ЗАЗУЛЯК

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.2.2-43:2021. Будівлі та споруди. Складські будівлі. Загальні положення
2. ВИДИ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА ЇХ ВІДМІННІСТЬ.
URL:<https://ukrsklad.com.ua/stati/vidi-skladskix-prim%D1%96shhen/>(дата звернення: 05.12.2022)
3. Костик Л.М. Курс лекцій з дисципліни «Проектування промислового освітлення» для студентів спеціальності 8.05070105 «Світлотехніка і джерела світла». Тернопіль: ТНТУ, 2015. 144 с.
4. Осадца Я.М. Курс лекцій з дисципліни “Світлотехнічні установки та системи” для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопіль: ТНТУ, 2020. 144 с.
5. The IESNA LIGHTING HANDBOOK, Ninth Edition. Copyright © 2000 by the Illuminating Engineering Society of North America.
6. 3 СПОСОБИ ОСВІТЛЕННЯ ЦЕХУ/СКЛАДУ/ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ.
URL:<https://www.light-group.com.ua/about/novyny/3-sposoby-osvitlennia-tsekhuskkladu/> (дата звернення: 05.12.2022)
7. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне світлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.
8. ДСП77В. URL:https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DSP77V.pdf(дата звернення: 09.12.2022)
9. ДСП46У.URL:https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DSP46U.pdf(дата звернення: 09.12.2022)
10. ДСП11В (МОДЕЛЬ В).
URL:[http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DSP11_\(B\).pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DSP11_(B).pdf)(дата звернення: 09.12.2022)
11. ДСП07У. URL: http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DSP07U.pdf(дата звернення: 09.12.2022)

12. ДСП65В. URL: <http://vatra.ua/ukr/industrial-lighting/dsp65v-VATRA/>(дата звернення: 09.12.2022)
13. ДПО26В. URL:<http://vatra.ua/ukr/office-lighting/dpo26v-VATRA/>(дата звернення: 09.12.2022)
14. ДББ26В Селена-LED. URL:<http://vatra.ua/ukr/office-lighting/dbb26u-selena-led,lbb26u-selena-kl-VATRA/>(дата звернення: 09.12.2022)
15. ДББ64В Селена. URL: http://vatra.ua/ukr/office-lighting/%D0%BF%D0%BE%D1%88%D1%83%D0%BA?keyword=%D0%B4%D0%B1%D0%B164&limitstart=0&option=com_virtuemart&view=category&virtuemart_category_id=0/(дата звернення: 09.12.2022)
16. ДПП06У (аварійний). URL:<http://vatra.ua/ukr/office-lighting/dpp06u-emergency-VATRA/>(дата звернення: 09.12.2022)
17. ДБО02ВСП (АВАРІЙНИЙ). URL:<http://vatra.ua/ukr/office-lighting/dbo02vsp-emergency-VATRA/>(дата звернення: 09.12.2022)
18. Київський кабельний завод «ЄВРОПАН». Каталог кабельної продукції. URL:https://europan.ua/wp-content/uploads/2022/02/katalog_2022.pdf/(дата звернення: 12.12.2022)
19. Електричне освітлення та опромінення. Методичні вказівки до практичної роботи «Розрахунок перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / / Р.В.Кушлик, Р.Р.Кушлик. – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – 14 с.
20. ГІД 34.20.178:2005 Проектування електричних мереж напругою 0,4-110 кВ. Рекомендації.
21. Правила улаштування електроустановок. – К.: Мінрегіонвугілля України, 2017. – 617 с.
22. Автоматичні вимикачі серії УКРЕМ ВА-2017 URL: https://www.leoni-ukraine.com/uk/misceznakhodzhennja/leoni-vaering-sistems-ua_gmbkh-strii/ (дата звернення: 22.12.2022)

23. Mean Well 50W Constant Power Mode LED Driver XLG-50 series URL: https://storage.sea.com.ua/tech_info//meanwell/XLG-50-spec.pdf /(датазвернення: 14.12.2022)

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

25. Козар Р.О. Апроксимація залежностей коефіцієнта використання світлового потоку // Р.О. Козар; І.О. Присяжнюк; О.М. Рудницька; Т.М. Козак; Я.М. Осадца – Актуальні задачі сучасних технологій: :зб. тез доповідей ХІ міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 7-8 грудня 2022) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – С. 96.

26. Методичні рекомендації щодо виконання та оформлення кваліфікаційної роботи магістра / Т.Д.Гуцол, Л.М.Михайлова, І.Д.Гарасимчук, В.М.Дубік, О.В.Ткач, П.В.Потапський. (За загальною редакцією Михайлової Л. М.) – ПДАТУ, 2019. – 30 с.

27. ДБН В.1.1.7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги – К.: Мінрегіон України, 2017.– 47 с.

28. Система дистанційного навчання Moodle 2.7. – «ЗВО «ПДУ»». Режим доступу: <http://pdatu.net.ua/>.– Назва з екрана.

29. Безпека в надзвичайних ситуаціях : навч. посібник для студентів ЗВО України : у 2 ч. Ч. 1: Надзвичайні ситуації / М. Л. Лисиченко, В. В. Вамболь, С. О. Вамболь, М. М. Кірієнко, І. А. Черепньов, В. М. Власовець ; за ред. М. Л. Лисиченка ; ХНТУСГ. – Харків : ТОВ “ПромАрт”, 2021. – 202 с.

30. ДБН В.2.5.56-2014. Системи протипожежного захисту К.: Мінрегіон України, 2015.– 132 с.