

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:
**РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОРТИВНО-
ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ**

Виконав:

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

_____ **Ярослав ЛЕВШУН**

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**

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Вимоги нормативних документів до систем електропостачання спортивних споруд	9
1.2 Методи розрахунку навантажень житлових та громадських будівель	11
1.3 Особливості розрахунку електричних мереж житлових та громадських будівель	14
1.4 Системи автоматизації житлових та громадських будівель	16
1.5 Контроль якості повітря у будівлі.	17
1.6 Висновки до розділу 1	20
2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	21
2.1 Вибір схеми електропостачання спортивно-дозвільного центру	21
2.2 Розрахунок електричних навантажень	21
2.3 Забезпечення електроприймачів електричною енергією у відповідності до вимог надійності електропостачання та якості електроенергії	26
2.4 Висновки до розділу 2	33
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	35
3.1 Вибір системи обліку та контролю в системі електропостачання спортивно-оздоровчого комплексу	35
3.2 Вибір параметрів системи заземлення (занулення) та блискавкозахисту	38
3.3 Вибір типу, класу провідників та освітлювальної арматури	45
3.4 Розрахунок кількості світильників у системах робочого та аварійного освітлення	48
3.5 Висновки до розділу 3	51
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	52
4.1 Основні причини ураження людини електричним струмом	52
4.2 Захисне заземлення та занулення	53

4.3 Класифікація НС в Україні та порядок реагування і ліквідації їх наслідків	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	62

ВСТУП

Актуальність проблеми. Сучасні спортивні комплекси мають великий потенціал для розвитку і становлять важливі об'єкти спортивної культури в суспільстві. Значення сучасних спортивних комплексів полягає в реалізації комплексних заходів по корекції фігури та процедур для занять спортом і змагань, а також інших аналогічних заходів. Перспективи розвитку сучасних спортивних комплексів полягають в наступних аспектах:

- інноваційні технології. Сучасні спортивні комплекси використовують новіші технології, такі як віртуальна реальність, штучний інтелект для розвитку занять спортом і тренуваннями. Розвиток нових технологій та їх інтеграція в спортивні комплекси представляють собою забезпечення високої якості зайнятості спортом і підвищення рівня інтересу до спорту;

- збільшення розмірів і функціональності. Сучасні спортивні комплекси часто зустрічаються в більш великих і відвідуваних місцях, які дозволяють проводити спортивні види спорту. Такі комплекси включають у себе велику кількість відвідувачів з різними рівнями підготовки та віком;

- екологічні технології. У зв'язку з наявністю великої кількості різноманітних аспектів громадянського спілкування, збільшується їх вплив на навколишнє середовище. Тому сучасні спортивні комплекси повинні бути екологічно стійкими і, за можливості, використовувати екологічно чисті джерела енергії, а також матеріали;

- розвиток соціального функціоналу. Сучасні спортивні комплекси можуть стати місцем для спілкування та соціалізації, де люди можуть зустрічатися, займатися спортом і проводити час у приємній атмосфері. Для цього необхідно розвивати соціальні функції, такий як кафе, ресторани, зони відпочинку та інші послуги;

- збільшення доступності. Сучасні спортивні комплекси повинні бути призначені для всього населення, включаючи людей з обмеженими можливостями, а також дітей. Це може бути досягнуто шляхом створення

спеціально обладнаних об'єктів, а також соціальних програм та послуг для цих груп.

Залежно від індивідуальних особливостей, спортивні комплекси включають:

- басейни для плавання та інших водних видів спорту;
- корти для тенісу, бадмінтону, сквошу;
- майданчики для баскетболу, волейболу, гандболу, футболу, регбі, хокею та інших командних видів спорту;
- зали для занять фітнесом, аеробікою, йогою, пілатесом та іншими видами спорту;
- тренажерні зали та спортивні майданчики для занять на силових тренажерах та іншими аналогічними силовими вправами;
- майданчики для легкої атлетики, скейтбордингу, роликового спорту та екстремальних видів спорту.

Спортивні комплекси включають різні громадські та соціальні об'єкти, такі як кафе, ресторани, магазини, зони відпочинку та інші аналогічні об'єкти, щоб створити комфортне і зручне середовище для занять спортом. Один із таких спортивних комплексів, який планується ввести в експлуатацію, розглянуто у роботі детально.

Мета і завдання дослідження.

Метою роботи є розробка та реалізація проекту системи електропостачання нового спортивного комплексу, що має відповідати сучасним критеріям надійності, електробезпеки, економічності, екологічності, швидкодії, селективності, а також іншим аналогічним критеріям.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- навести вихідну характеристику обладнання та мереж спортивного комплексу;
- здійснити безпосереднє проектування системи електропостачання спортивного комплексу з детальним обґрунтуванням прийнятих рішень;
- вибрати систему обліку та контролю електроенергії в електричній

мережі спортивного комплексу.

- вирішення питань організації системи заземлення та блискавкозахисту.

Об'єктом дослідження є електрична мережа спортивного комплексу.

Предмет дослідження – розробка технічних рішень для забезпечення надійного електропостачання спортивного комплексу.

Наукова новизна отриманих результатів.

– Дістало подальший розвиток дослідження та розробка заходів для побудови нової системи електропостачання нового спортивного комплексу.

Практичне значення отриманих результатів. Результатом роботи є розробка, перевірка та реалізація технічних рішень, що дозволяють запровадити якісні заходи щодо проектування схеми електричних з'єднань, а також вибору мереж та електрообладнання у системі електропостачання нового спортивного комплексу.

Апробація.

Основні положення та результати досліджень доповідались та обговорювались на IV Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Ефективне використання енергії: стан і перспективи» 09 листопада 2024 року.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (25 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 64 сторінки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній роботі виконано розробку та реалізацію проекту системи електропостачання нового спортивно-оздоровчого комплексу, що відповідає сучасним критеріям надійності, електробезпеки, економічності, екологічності, швидкодії, селективності, а також іншим аналогічним критеріям.

Живлення спортивно-оздоровчого центру здійснюється від нової однотрансформаторної $TTP-10 / 0,4 \text{ кВ}$ за третьою категорією та надійністю електропостачання. Живлення споживачів першої категорії (сигналізація, аварійне висвітлення) здійснюється від акумуляторних джерел безперебійного живлення. Кабельний ввід виконаний кабелем АПвБбШп 4×25 . Прокладання розподільних мереж здійснюється в ПВХ трубах за підвісною стелею.

За методикою, викладеною в ДБН здійснено визначення розрахункових навантажень для спортивно-оздоровчого центру у літньому та зимовому режимах роботи. Величина розрахункового максимального навантаження склала $62,4 \text{ кВт}$, у тому числі для силового електрообладнання – $60,7 \text{ кВт}$, електроосвітлення – $1,84 \text{ кВт}$.

Захист від струмів короткого замикання та надструмів передбачається за допомогою автоматичних вимикачів з тепловими та електромагнітними розчіплювачами у розподільчих та групових мережах $0,4 \text{ кВ}$.

Вибір апаратів захисту здійснено виходячи із встановленої потужності, режимів роботи електроприймачів, також виконано перевірку на термічну стійкість провідника до впливу струмів КЗ (згідно ПУЕ) Апарати захисту обрані з дотриманням нормативного часу відключення.

Перерізи розподільчих та кабелів живлення, а також проводів обрані по номінальному струму навантаження, перевірені по втраті напруги та спрацьовування захисного апарату при однофазному короткому замиканні.

Для аварійного та евакуаційного освітлення приміщень застосовані світильники із вбудованими акумуляторними батареями, розрахованими на нормований час роботи, та включеними до мережі аварійного освітлення. Передбачено автоматичне вимкнення вентиляції у разі виявлення пожежі.

На основі проведення аналізу, обрана для застосування в системі електропостачання проектованого спортивного комплексу, АІВСКУЕ, розроблена на основі сучасного швидкодіючого та надійного лічильника NIK AP6T.1802.MC.11 2303 5(80)A 3Ф багатотарифний з реле та PLC.

Система заземлення на вводі у ввідний розподільний пристрій прийнята T-N-CS.

Для захисту людей від ураження електричним струмом у разі пошкодження ізоляції на об'єкті застосовані такі захисні заходи: заземлення; захисне заземлення; вирівнювання потенціалів.

Все обладнання, яке підключається через розетки, захищається диф. автоматами зі струмом витоку 30 мА.

Блискавкозахист будівлі здійснюється пристроєм блискавкоприймача зі сталевого оцинкованого дроту діаметром 8 мм, що розміщується по ковзану покрівлі і чотирма блискавковідводами по кутах будівлі, що приєднуються до контуру заземлення.

Виконано розрахунок опору штучного заземлювача, який показав, що значення опору контуру заземлення відповідає вимогам ПУЕ.

Електропроводки всередині об'єкта виконуються кабелем $BBГн2(A) - LS$ з мідними струмопровідними жилами. Підключення систем протипожежного захисту (СПЗ) виконується кабелем марки $BBГн2(A) - FRLS$ з підвищеною вогнестійкістю. Прокладання кабельних ліній систем протипожежного захисту (аварійного освітлення) виконується окремо від інших кабельних ліній.

Як світильники аварійного освітлення до установки прийняті світлодіодні ЛПП09У з блоком аварійного живлення.

Для освітлення холу, малого залу, кабінету та інших приміщень застосовані світлодіодні світильники ДСО20У Юпітер-LED-панель, що вбудовуються у стелю.

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

Здобувач вищої освіти _____ Ярослав ЛЕВШУН

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво "Форт", 2017. - 760 с.
2. ДСТУ EN 50160:2014 Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2010, IDT)
3. ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення : Державні будівельні норми і правила // ДП "Укрархбудінформ". Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 169 с.
4. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. . – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 54 с.
5. ДБН В.2.2-9-2009 Будинки і споруди. ГРОМАДСЬКІ БУДИНКИ ТА СПОРУДИ. Основні положення : Державні будівельні норми і правила // ДП "Укрархбудінформ". Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 69 с.
6. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [Текст] : [затв. ... Наказ М-ва палива та енергетики України 25.07.2006 № 258] / М-во палива та енергетики України. - Х. : Індустрія : Енергетичні рішення, 2012. - 318 с.
7. Лук'яненко Ю. В. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні : Навч. посіб. / Ю. В. Лук'яненко, Ж. І. Остапчук, В. В. Кулик; Вінниц. держ. техн. ун-т. - Вінниця, 2002. - 111 с. 77 23.
8. Шкрабець Ф. П. Електропостачання: навч. посіб. / Ф.П.Шкрабець; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2015. – 540 с.
9. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. / : Державні будівельні норми і правила // ДП "Укрархбудінформ". Київ: Мінрегіон України, 2018. 133 с.
10. ДБН В.2.5-23:2010 "Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення". Наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 15 лютого 2010 р. № 64.

11. Н.В. Букович, Г.М. Лисяк Розрахунок струмів коротких замикань: навчальний посібник – Львів: Ви-во Львівської політехніки, 2018. – 236 с.
12. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Наказ Міністерства палива та енергетики 25.07.2006 № 258. (у редакції наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості 13.02.2012 № 91). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06#n20>.
13. Шинкар, В. А. Автоматизований облік електроенергії в електричних мережах : магістерська дис. : 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітньо-професійна програма «Електричні системи і мережі» / Шинкар Владислав Андрійович. – Київ, 2022. – 66 с.
14. Бабюк С. М. Підвищення енергоефективності підприємств за рахунок контролю характеристик режимів електропостачання / С. М. Бабюк, М. Д. Приймак, Р. В. Паськів // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 16-17 листопада 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — Том 3. — С. 90–91. — (Електротехніка та енергозбереження).
15. Коцар О.В. Автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням [електронне видання]/ О.В.Коцар// Навч. посібн. –К.:КПІ ім. Ігоря Сікорського, —Дніпро: Середняк Т. К., 2017, —44 с.
16. Кодекс комерційного обліку електричної енергії. Постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 311. (у редакції постанови НКРЕКП від 20.03.2020 № 716). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0311874-18#Text>.
17. Войтюк, Ю. П. Монтаж пристроїв блискавкозахисту будівель та споруд : навчальний посібник / Ю. П. Войтюк, Д. Г. Писаренко. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 94 с.
18. Костик Л. М. Конспект лекцій з курсу «Проектування промислового освітлення» для студентів спеціальності 8.05070105 «Світлотехніка і джерела світла» / укл. : Л. М. Костик. - ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. - 132 с.
19. Бабюк, С. М., & В Пліс, Я. (2020). Шляхи підвищення енергоефективності систем електропостачання. Збірник тез доповідей IX

Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 2, 82-83.

20. Design of an intelligent system to control educational laboratory equipment based on a hybrid mini-power plant. Orobchuk, B., Buniak, O., Babiuk, S., Sysak, I. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2023, 2(9-122), pp. 59–72. ISSN 1729-3774

21. Orobchuk B., Sysak I., Babiuk S., Rajba T., Karpinski M., Klos-Witkowska A., Szkarczyk R., Gancarczy J. Development of simulator automated dispatch control system for implementation in learning process. 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS). IEEE, Buharest, vol. 1, September 2017, pp. 210–214.

22. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» / В.С. Стручок –Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.

23. 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.

24. Конспект лекцій з дисципліни “Основи електропостачання” (скорочений курс лекцій, частина 1) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освіти денної та заочної форми навчання спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Микола ВУСАТИЙ, Павло ПОТАПСЬКИЙ, Ігор ГАРАСИМЧУК (За загальною редакцією Павла ПОТАПСЬКОГО). – Кам'янець – Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. – 127с.

25.Методичні вказівки щодо виконання та оформлення курсових робіт з навчальної дисципліни «Основи електропостачання» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освіти / М.В. Вусатий, І.Д. Гарасимчук, П.В. Потапський. (За загальною редакцією М.В. Вусатого) – ПДАТУ, 2021.- 68с.