

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АРХІТЕКТУРИ ТА БУДІВНИЦТВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання курсового проєкту
з дисципліни "Проектування енергетичних об'єктів"**

для студентів другого (магістерського) рівня освіти
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
факультету архітектури та будівництва

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ до виконання курсового проєкту з дисципліни "Проектування енергетичних об'єктів" для студентів другого (магістерського) рівня освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», факультету архітектури та будівництва / Зубенко В.О., Литвиненко В.М. – Кропивницький: ХДАЕУ, 2024. - 27с.

Методичні рекомендації підготували: / Зубенко В.О., Литвиненко В.М.

Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту затверджені на засіданні кафедри гідротехнічного будівництва, водної та електричної інженерії

Протокол № 1 від “30” серпня 2024 року

Схвалено методичною комісією факультету архітектури та будівництва

Протокол від “30” серпня 2024 року № 1

Схвалено на Вченій раді факультету архітектури та будівництва

Протокол від “30” серпня 2024 року № 1

Завідувача кафедри _____ (Микола ВОЛОШИН)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

“30” серпня 2024 року

©ХДАЕУ, 2024 р.

© Валентина ЗУБЕНКО, 2024 р.

© Віктор ЛИТВИНЕНКО, 2024 р.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Мета і завдання курсового проєкту	6
2 Склад, обсяг і структура курсового проєкту	7
3 Тематика курсового проєкту	13
4 Рекомендації до виконання курсового проєкту	15
4 Порядок захисту курсового проєкту	19
Перелік рекомендованої літератури	20
 ДОДАТКИ	 22
Додаток 1 Зразок титульного аркушу пояснювальної записки	22
Додаток 2 Зразок завдання до курсового проєкту	23
Додаток 3 Приклад оформлення змісту пояснювальної записки	25
Додаток 4 Фрагмент пояснювальної записки до курсового проєкту	26

ВСТУП

Курсовий проєкт з дисципліни *«Проектування енергетичних об'єктів»* є важливим етапом фахової підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня *«Магістр»* спеціальності **141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**. Його виконання сприяє формуванню у майбутніх інженерів-проектувальників професійних компетентностей у сфері аналізу, техніко-економічного обґрунтування, моделювання та розробки проєктних рішень для сучасних енергетичних систем і установок.

Проектування енергетичних об'єктів потребує системного підходу до розв'язання складних інженерних завдань, які включають визначення електричних навантажень, вибір оптимальних схем електропостачання, підбір обладнання, розрахунок режимів роботи мереж, забезпечення резервування, енергоефективності та відповідності нормативним вимогам. Курсовий проєкт забезпечує інтеграцію теоретичних знань із практичними навичками, набутими в межах освітньої програми, й закладає основу для самостійного вирішення фахових завдань у майбутній професійній діяльності.

В умовах зростаючої потреби в надійних, ефективних та екологічно безпечних енергетичних системах, проектування об'єктів електроенергетики відіграє ключову роль у забезпеченні енергетичної безпеки держави, сталого розвитку регіонів та підвищення конкурентоспроможності промислових і аграрних підприємств. Сучасні енергетичні об'єкти мають відповідати вимогам технічних регламентів, енергоефективності, надійності, автоматизації та цифровізації. Тому майбутній фахівець повинен володіти знаннями щодо нормативної бази проектування, методів вибору та розрахунку енергетичного обладнання, формування схем електропостачання та техніко-економічного обґрунтування рішень.

Курсовий проєкт забезпечує інтеграцію теоретичних знань, здобутих під час лекційного курсу, з практичними вміннями, що розвиваються у процесі самостійної та проєктної діяльності. Вона стимулює аналітичне та інженерне мислення, розвиває здатність працювати з технічною документацією, обґрунтовувати вибір обладнання

та технологій, враховуючи сучасні підходи до енергоефективності, резервування, автоматизованого управління та цифрового моделювання.

Виконання курсового проєкту також готує здобувача до подальшої професійної діяльності, магістерської атестації та участі в інженерних і науково-дослідних проєктах. Проєкт формує вміння самостійно приймати інженерні рішення та нести за них відповідальність, що є необхідною складовою компетентності інженера XXI століття.

Методичні вказівки містять структуровані рекомендації щодо вибору теми, змісту та оформлення пояснювальної записки, виконання розрахунків і графічної частини, а також критерії оцінювання результатів проєктної роботи. Виконання курсового проєкту спрямоване на розвиток інженерного мислення, аналітичних здібностей, самостійності та здатності до обґрунтованого прийняття технічних рішень.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Метою курсового проєкту є формування у здобувачів вищої освіти практичних навичок та професійних компетентностей, необхідних для розробки технічно обґрунтованих, енергоефективних і надійних проєктів енергетичних об'єктів з урахуванням сучасних вимог нормативної документації, стандартів та тенденцій розвитку електроенергетичної галузі.

Курсовий проєкт дозволяє здобувачу закріпити знання, отримані в процесі вивчення дисципліни, і набути досвіду самостійного вирішення задач, пов'язаних із проєктуванням, розрахунками, вибором обладнання та техніко-економічним обґрунтуванням функціонування систем електропостачання.

Основними завданнями курсового проєкту є:

- аналіз функціонального призначення об'єкта проєктування та його енергетичних потреб;
- визначення електричних навантажень та побудова графіків споживання;
- вибір і обґрунтування схеми електропостачання, що відповідає умовам експлуатації;
- розрахунок параметрів електричної мережі (струми КЗ, перерізи кабелів, втрати енергії);
- підбір основного енергетичного обладнання: трансформаторів, кабельних ліній, апаратури захисту та керування;
- розробка заходів з підвищення енергоефективності та забезпечення резервування живлення;
- техніко-економічне обґрунтування прийнятих проєктних рішень;
- оформлення пояснювальної записки та графічної частини відповідно до чинних вимог.

2 СКЛАД, ОБСЯГ І СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Курсовий проєкт з дисципліни «*Проектування енергетичних об'єктів*» є самостійною роботою здобувача вищої освіти, яка передбачає технічне, розрахункове та графічне обґрунтування запропонованого енергетичного рішення. Проєкт включає пояснювальну записку і графічну частину, оформлені відповідно до вимог чинних стандартів та методичних рекомендацій кафедри.

Склад курсового проєкту:

- пояснювальна записка;
- графічна частина (схеми, креслення, діаграми тощо);
- додатки (розрахункові таблиці, допоміжні матеріали, витяги з ПЗ або програмних моделей, за потреби).

Під час виконання курсового проєкту необхідно дотримуватися таких рекомендацій:

- чітко формулювати вихідні дані та назви розділів, підрозділів курсового проєкту;
- формули супроводжувати необхідними поясненнями;
- довідкові матеріали і коефіцієнти, використані в розрахунках, повинні мати посилання на джерело інформації з відповідною йому нумерацією у списку літератури;
- розрахунки виконувати в одиницях міжнародної системи СІ;
- курсовий проєкт повинен бути оформлений згідно з ДСТУ 3008-95 —Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» на аркушах паперу формату А4(210x297 мм) з рамками.

Основні написи розміщують у правому нижньому кутку, а на аркушах формату А4 - тільки вздовж короткої сторони.

Схеми, рисунки та підписи до них, у разі необхідності, дозволяється виконувати креслярським шрифтом тушшю, чорною пастою або олівцем.

Під час складання текстового документу відстань від рамки форми до тексту на початку та в кінці рядків - не менше 3мм, а відстань від верхнього або нижнього рядка тексту до верхньої або нижньої рамки повинна бути не менше 10 мм.

Абзаци в тексті починають відступом 15 мм.

Помилки, описки та графічні неточності, які знайдені в процесі виконання документу, допускається виправляти підчисткою або зафарбовувати білою фарбою і нанесенням на тому ж місці виправленого тексту (графіку) машинописним способом або іншими прийнятими способами під час оформлення текстового документу. Як правило, загальний обсяг записки (включаючи рисунки, таблиці і список літератури) складає – 40÷50 сторінок.

Нумерація сторінок – суцільна і допускається вручну (в рамках).

Під час написання пояснювальної записки (ПЗ) мають застосовуватися науково-технічні терміни, позначення і визначення, які установлені відповідними стандартами, а за умови їх відсутності – загальноприйняті в науково-технічній та навчальній літературі. При використанні специфічної термінології має бути наведений перелік прийнятих термінів з відповідними поясненнями.

Текст ПЗ поділяють на розділи, підрозділи, пункти і підпункти. Текст кожного розділу починають з нової сторінки.

Викладення матеріалу в ПЗ має супроводжуватися графіками, ескізами, рисунками, схемами або фотографіями. На ці матеріали мають бути посилання у тексті. Посилання на креслення і схеми графічної частини проекту в ПЗ не допускаються. Основні розрахунки мають бути наведені повністю, результати однорідних (варіантних) розрахунків можна подати зведеною таблицею. Рівень деталізації розробки окремих розділів погоджується з керівником КП.

Таблиці, текст, рисунки допоміжного характеру допускається подавати у вигляді додатків. Додатки мають мати назву і нумеруються, якщо в ПЗ більше одного додатку. В основному тексті ПЗ на додатки мають бути надані посилання, а у змісті ПЗ додатки мають бути перелічені. Розміщують додатки в порядку посилань на них в тексті ПЗ.

Структура курсового проекту має включати наступні частини:

а) загальну частину

- титульну сторінку (додаток 1);
- завдання (додаток 2);
- зміст (додаток 3);
- перелік умовних позначень, символів, скорочень та термінів;

б) основну частину

- вступ;
- загальний опис об'єкта дослідження;
 - вихідні дані для проектування;
 - розрахунок навантажень;
 - вибір схеми електропостачання;
 - вибір обладнання;
 - врахунок струмів КЗ;
 - енергоефективність і надійність;
 - техніко-економічне обґрунтування;
 - результати та висновки;
 - перелік використаних джерел;

в) додатки (графічна частина, схеми, креслення).

Вимоги до оформлення

- Текст пояснювальної записки має бути набраний у текстовому редакторі Word;
 - Шрифт Times New Roman, кегль 14, міжрядковий інтервал — 1,5;
 - Поля: ліве — 30 мм, праве — 10 мм, верхнє і нижнє — по 20 мм;
- Обсяг: 30–40 сторінок без урахування додатків;

Ілюстрації при необхідності, можуть мати найменування і пояснювальні дані (підрисуночний текст). Слово «Рисунок» і найменування розміщують після пояснювальних даних (рисунок 1.1).

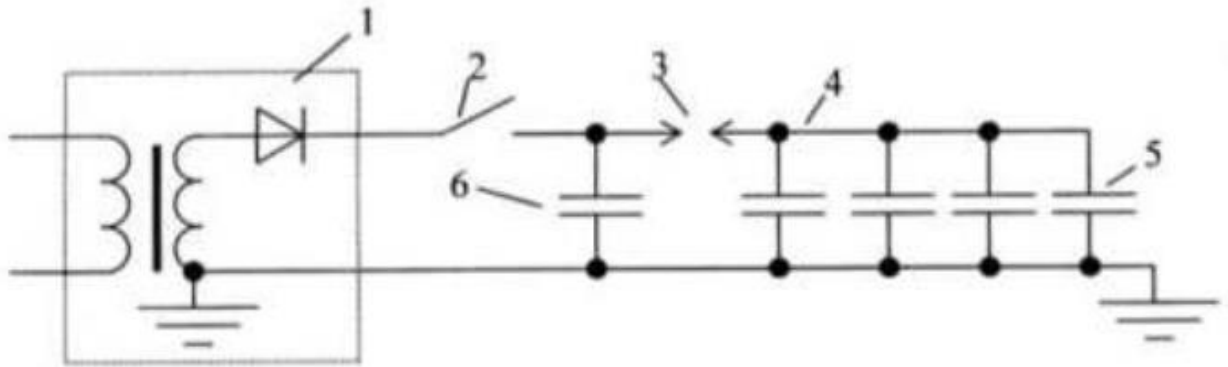


Рисунок 1.1 – Схема виявлення дефектних ізоляторів струмопроводу:

1 – випрямлюючий пристрій високої напруги; 2 – перемикач; 3 – іскровий проміжок; 4 – струмопровід; 5 – ізолятор; 6 – зарядний конденсатор.

На електричних схемах, що приводяться у документі, вказують для кожного елемента його позиційне позначення, встановлене відповідним стандартом, і при необхідності номінальне значення величини.

Найбільш часто при проектуванні і експлуатації СЕП застосовують схеми: електричні принципові, з'єднань, підключень, розташування. Класифікація схем наведена на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Класифікація схем за видами і типами

Структурна схема визначає основні функціональні частини виробу, їх призначення і взаємозв'язки. Функціональні частини на схемі зображують у вигляді

прямокутників або умовних графічних позначень. На лініях зв'язку рекомендується стрілками вказувати напрям ходу процесів, які виникають у виробі або установці. Кожна функціональна частина на схемі повинна мати найменування, якщо для її позначення застосований прямокутник. Приклад виконання структурної схеми формування кола живлення вакуумного вимикача на випрямленому оперативному струмі наведений на рисунку 1.1.

На **функціональній схемі** зображують частини виробу або пристрою, що приймають участь у процесі, ілюстрованому схемою, і зв'язки між частинами. Функціональні частини і зв'язки між ними зображують у вигляді умовних графічних позначень, встановлених в стандартах ГОСТ 2.702-75 „ЕСКД. Правила выполнения электрических схем” та ГОСТ 21 404-85.

На **принциповій схемі** зображують усі електричні елементи або пристрої, необхідні для здійснення і контролю у виробі заданих електричних процесів, усі електричні зв'язки між ними, а також елементи (рознімання, затискачі і т.п.), якими закінчуються вхідні і вихідні кола.

На схемі допускається зображати з'єднувальні і монтажні елементи установлювані у виробі із конструктивних міркувань. На схемах показують елементи, розміщені у вимкненому стані. Допускається деякі елементи зображати у вибраному робочому положенні із зазначенням на полі схеми режиму, для якого ці елементи показані.

Принципова схема дистанційного керування високовольтним вимикачем Q (показані тільки його допоміжні контакти Q:1 – Q:5) з нанесеними позиційними позначеннями усіх елементів і позначеннями кіл наведена на рисунку 1.3.

Графічна частина курсового проєкту складається з одного-двох аркушів формату А3 (297×420 мм), де може бути наведено:

- схема тепло- або електропостачання об'єкта;
- графіки, діаграми, гістограми і таблиці споживання енергоресурсів;

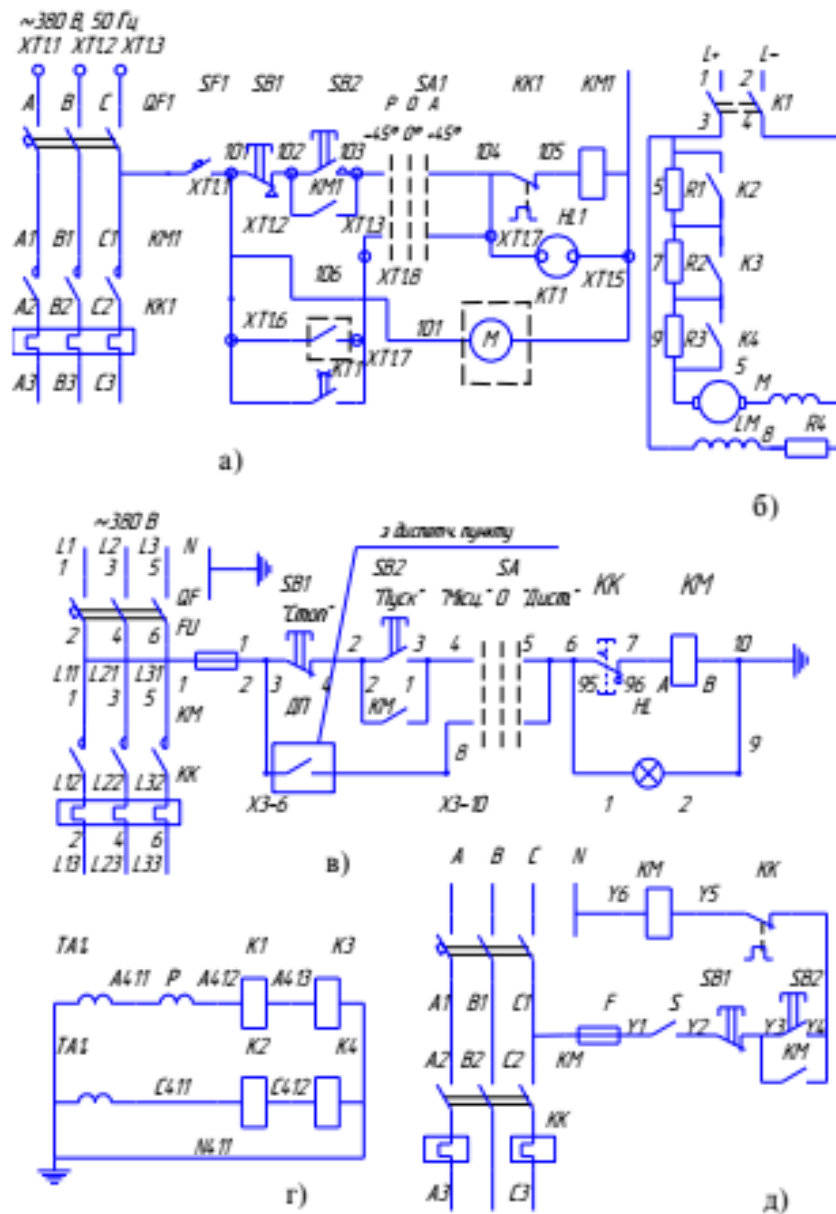


Рисунок 1.3 – Приклади виконання та маркування принципів електричних схем: а – схеми керування освітленням; б – схема силового кола електродвигуна постійного струму; в – маркування силового кола та кола керування освітленням; г – маркування вторинних кіл з використанням адрес приєднань; д – позначення кіл з указанням їхнього функціонального призначення

Креслення виконуються у системі ЄСКД або СПДБ згідно з діючими у відповідній галузі стандартами.

Вимоги до оформлення графічної частини проектів наведено в методичних вказівках.

Розділи ПЗ та матеріали графічної частини узгоджуються з керівником курсового проекту.

3 ТЕМАТИКА КУРСОВИХ ПРОЄКТІВ

Тематика курсових проєктів орієнтована на опрацювання актуальних завдань у галузі електропостачання та енергозабезпечення об'єктів різного призначення — аграрних, промислових, інфраструктурних. Здобувачі повинні обрати тему з урахуванням специфіки майбутньої професійної діяльності, особливостей об'єкта, рекомендацій наукового керівника або реального запиту від бази практики.

Кожна тема передбачає розробку повного інженерного рішення — від визначення навантаження до техніко-економічного обґрунтування проєкту. Можливе використання реальних або умовних вихідних даних, а також моделювання у спеціалізованому програмному забезпеченні.

Теми охоплюють широкий спектр напрямів — від електропостачання сільськогосподарських підприємств до автоматизації систем управління гідропорудами, використання відновлюваних джерел енергії, енергоефективності та цифрового моделювання. Вибір теми здійснюється з урахуванням інтересів здобувача, специфіки регіону, наявної матеріальної бази або запитів від підприємств-партнерів. Курсовий проєкт повинен відображати сучасний рівень технічних рішень та бути спрямованим на вирішення реальних прикладних завдань.

1. Проєктування системи електропостачання насосної станції зрошувальної системи. Мета — розрахунок навантажень, вибір обладнання, обґрунтування схеми живлення насосних агрегатів.

2. Електропостачання гідротехнічної споруди (греблі, шлюзу) з урахуванням аварійного резервування. Мета — розробка енергонезалежної схеми з використанням автономних або резервних джерел живлення.

3. Проєктування освітлення та електроживлення водоочисної станції. Передбачає розрахунок споживаної потужності, вибір схем електропостачання та енергоефективного освітлення.

4. Електротехнічне забезпечення системи автоматичного управління рівнем води в гідроспорудах. Завдання – розробка функціональної схеми управління з підбором відповідних сенсорів, виконавчих пристроїв і контролерів.

5. Інтеграція відновлюваних джерел енергії (СЕС, ВЕС) у систему електропостачання гідротехнічного об'єкта. Оцінка доцільності застосування гібридної системи, розрахунок економічної ефективності.

6. Розробка проєкту енергозабезпечення очисних споруд з урахуванням режиму роботи обладнання. Включає побудову графіка навантажень, вибір схеми живлення, резервування критичних елементів.

7. Модернізація системи електропостачання меліоративного комплексу з урахуванням сучасних вимог енергоефективності.

8. Електротехнічна частина проєкту реконструкції шлюзового вузла з урахуванням автоматизації управління.

9. Проєктування системи електропостачання овочесховища з автоматичним контролем мікроклімату. Завдання: забезпечення надійного електроживлення холодильного обладнання, систем вентиляції та освітлення.

10. Енергозабезпечення молочнотоварної ферми з урахуванням сезонного навантаження. Передбачає побудову електробалансу, вибір джерела живлення, резервування.

11. Проєкт автоматизованої системи керування вентиляцією та освітленням пташника. Застосування датчиків, ПЛК-контролера та аналіз енергоефективності.

12. Розрахунок і проєктування електропостачання тепличного господарства з використанням альтернативної енергії. Включає гібридну схему з фотоелектричними панелями та мережею.

13. Проєкт електропостачання зерносушильного комплексу з електронагрівом. Розрахунок потужності, вибір обладнання, техніко-економічне обґрунтування.

14. Система енергозабезпечення складу для зберігання агрохімікатів із протиаварійним захистом.

15. Проєкт електрифікації машинно-тракторного парку сільськогосподарського підприємства. З урахуванням зарядки електромобілів/електротехніки та зовнішнього освітлення.

16. Модернізація системи електропостачання фермерського господарства з впровадженням енергоощадних технологій.

17. Розробка схеми внутрішньогосподарського електропостачання в умовах розосередженого аграрного виробництва.

18. Електропостачання комплексу первинної переробки продукції рослинництва (зерно, овочі).

3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Виконання курсового проєкту передбачає поетапну роботу, що охоплює аналіз вихідних даних, розрахунків навантажень, вибір схеми електропостачання, підбір обладнання, обґрунтування технічних рішень, розробку заходів з енергоефективності та резервування, техніко-економічний аналіз і оформлення результатів у вигляді пояснювальної записки та графічної частини.

На початковому етапі здобувач повинен уважно опрацювати завдання, ознайомитися з технічними характеристиками об'єкта проєктування, визначити основні групи споживачів електроенергії, режими їх роботи та рівень електричного навантаження. У розділі з вихідними даними доцільно вказати джерело живлення, схему підключення до електромережі, умови навколишнього середовища, графік роботи об'єкта та інші параметри, що впливають на проєктні рішення.

Далі слід перейти до розрахунку активного, реактивного та повного навантаження, побудови графіків навантаження (у разі змінного споживання), визначення коефіцієнтів попиту, потужності та одночасності. На основі аналізу результатів обирається принципова схема електропостачання (радіальна, магістральна, комбінована тощо) та її технічне обґрунтування.

Особливу увагу необхідно приділити вибору та розрахунку обладнання: трансформаторів, розподільчих пристроїв, кабелів, автоматичних вимикачів, захисних реле, систем обліку. Розраховуються струми короткого замикання для

найбільш навантажених точок мережі, перевіряються допустимі струми кабелів та інші параметри на відповідність стандартам.

У випадку використання гібридних систем енергопостачання з ВДЕ проводиться аналіз енергетичного балансу, моделюється інтеграція джерел (сонячна, вітрова, акумуляторна енергія) до загальної схеми, оцінюється вплив на якість енергії, надійність і автономність системи.

У завершальному розділі проєкту проводиться техніко-економічне обґрунтування рішень: розрахунок витрат на реалізацію проєкту, порівняння варіантів, оцінка ефективності та окупності. У висновках необхідно узагальнити отримані результати, оцінити практичну значущість і можливості впровадження проєкту.

Рекомендується дотримуватись чіткої структури та логіки викладення матеріалу, наводити необхідні схеми, таблиці, графіки, використовувати сучасні джерела інформації та відповідне програмне забезпечення (ETAP, AutoCAD, Excel, PVsyst, HOMER тощо).

Курсовий проєкт повинен бути оформлений охайно, відповідно до встановлених вимог до шрифтів, стилів, маркування рисунків і таблиць, посилань на джерела. У графічній частині мають бути представлені однолінійні схеми, розміщення обладнання, функціональні або структурні блок-схеми, діаграми та креслення, виконані у встановленому масштабі з урахуванням норм позначень.

Розглянемо структуру проєкту по розділам:

У розділі «Вступ» слід стисло та аргументовано розкрити актуальність обраної теми, визначити мету й основні завдання дослідження, окреслити об'єкт проєктування та передбачувані результати. Також необхідно зазначити основні принципи, які покладено в основу проєктного рішення — енергоефективність, надійність, екологічність та безпека. У вступі важливо продемонструвати розуміння практичної значущості обраної тематики та її відповідності сучасним викликам у галузі електроенергетики.

У розділі «Вихідні дані для проєктування» необхідно вказати основні технічні

характеристики об'єкта, описати його функціональні особливості, режим роботи, типові споживачі електроенергії, кліматичні умови, параметри джерела живлення та подати таблицю з навантаженнями й іншими розрахунковими величинами.

У розрахунковій частині проєкту виконується обґрунтований підбір схеми електропостачання, проводиться розрахунок загального електричного навантаження, вибираються трансформатори, кабелі та захисна апаратура, розраховуються струми короткого замикання, аналізуються втрати електроенергії та пропонуються шляхи їх зменшення.

При розробці проектної документації систем електропостачання необхідно зважити на наступні основні вимоги:

- дотримання стабільності проєктування;
- суворе дотримання вимог норм технологічного і будівельного проєктування і державних стандартів(ДСТУ);
- широке використання типових або повторно застосовуваних рішень;
- застосування найбільш сучасної організації і керування системою електропостачання; облік перспективи розвитку системи (7-10 років);
- застосування уніфікованого серійно вироблюваного обладнання;
- забезпечення економічності застосовуваних рішень;
- раціональне використання існуючих комунікацій;
- забезпечення економічності застосовуваних рішень і потужностей.

Особливе місце серед нормативних документів займає комплекс державних стандартів – „Единая система конструкторской документации” (ЕСКД) та ДСТУ (Державні стандарти України). Ця найважливіша система постійно діючих технічних і організаційних вимог, які забезпечують взаємообмін конструкторської документації без її переоформлення між галузями народного господарства і окремими підприємствами, дозволяє забезпечити розширення уніфікації під час конструкторської розробки об'єктів спрощення форм і скорочення номенклатури документів.

У розділі, присвяченому енергоефективності та резервуванню, варто

проаналізувати структуру споживання енергії на об'єкті, оцінити можливості впровадження сучасних технологій для її економії, а також передбачити використання резервних джерел живлення й автоматизованих систем перемикачів.

Техніко-економічне обґрунтування повинно включати оцінку вартості обладнання, монтажних робіт і експлуатаційних витрат, а також порівняння альтернативних рішень за ключовими економічними критеріями. Важливо визначити ефективність запропонованого варіанту проектного рішення, зокрема розрахувати термін його окупності.

У висновках необхідно підсумувати основні результати курсового проекту, оцінити рівень досягнення поставленої мети, практичну значущість виконаних технічних і економічних рішень та зробити узагальнення, що можуть бути використані у майбутній професійній діяльності здобувача.

Список використаної літератури повинен містити актуальні джерела інформації, зокрема навчальні посібники, підручники, нормативно-правові акти, стандарти, наукові статті та електронні ресурси, які були використані при виконанні проекту. Джерела наводяться згідно з вимогами бібліографічного опису.

У додатках доцільно розміщувати допоміжні матеріали, які перевантажували б основну частину пояснювальної записки: схеми електропостачання, креслення, таблиці розрахунків, графіки навантажень, фрагменти вихідних даних або програмного коду, а також інші документи, що підтверджують результати виконаної роботи.

До графічної частини проекту можуть входити (відповідно завданню): схеми розташування обладнання підстанції; розрізи розподільних пристроїв; однолінійні схеми первинної комутації підстанції із зазначенням основного обладнання і контрольно-вимірювальних приладів; принципові схеми вторинних кіл; схеми з'єднань і підключень силового обладнання; пристроїв релейного захисту і автоматики; схеми контурів заземлення; креслення загального виду електрообладнання підстанцій; поопорні схеми ліній електропередач та ін.

Уся пояснювальна записка повинна бути структурованою, логічною та

оформленою згідно з чинними стандартами та методичними вимогами кафедри.

4 ПОРЯДОК ЗАХИСТУ ПРОЄКТУ

Захист курсового проєкту є завершальним етапом навчальної роботи, який дозволяє оцінити рівень засвоєння матеріалу, здатність здобувача аналізувати технічні рішення, обґрунтовувати вибір обладнання, схем і технологій, а також презентувати результати інженерної діяльності перед комісією.

Захист курсового проєкту відбувається в присутності комісії з викладачів кафедри у відповідності до рейтингової системи оцінювання знань студентів з курсового проєкту у строки встановлені комісією.

Попередньо здійснюється: виправлення помилок курсового проєкту, що стосуються оформлення і його відповідності нормативно-технічним документам та перевірка розрахункової частини курсового проєкту. Будь-яке переписування матеріалів літературних джерел або електронних документів (електронних книг, INTERNET-сайтів) неприпустиме.

Критерії оцінювання

- повнота та правильність виконання розрахунків — до 30 балів;
- обґрунтованість технічних рішень — до 20 балів;
- якість оформлення документації — до 10 балів;
- інноваційність або ефективність запропонованих рішень — до 10 балів;
- захист курсового проєкту (усна доповідь + відповіді на запитання) — до 30 балів.

Захист проводиться у визначену викладачем дату в присутності керівника проєкту та, за потреби, інших членів кафедри. До захисту допускаються здобувачі, які своєчасно подали пояснювальну записку та графічну частину, оформлені згідно з вимогами, а також отримали позитивну попередню оцінку від керівника.

Здобувач готує коротку усну доповідь (до 10 хвилин), у якій розкриває:

- обґрунтування вибору теми та актуальність проєкту;
- коротку характеристику об'єкта проєктування;
- принципову схему електропостачання та основні параметри;

- підбір обладнання, систем резервування, автоматизації та обліку;
- результати техніко-економічного обґрунтування;
- енергетичну ефективність запропонованого рішення;
- висновки щодо практичного застосування проєкту.

Після доповіді здобувач відповідає на запитання викладача(-ів) щодо методики розрахунків, прийнятих технічних рішень, альтернативних варіантів, нормативної бази, програмного забезпечення, тощо.

Рівень підготовки, логічність викладення матеріалу, вміння орієнтуватися в технічних аспектах, якість графічної частини та пояснювальної записки враховуються під час виставлення оцінки за курсовий проєкт.

У разі незахисту або негативної оцінки проєкту здобувач має право на одне повторне подання з урахуванням зауважень, у встановлений строк.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015. (2015). *Настанова з проєктування систем електропостачання промислових підприємств*. Київ: Мінрегіон України.
2. Никифорова, Л. Є., Гайдукевич, С. В., & Семенова, Н. П. (2020). *Основи проєктування енергетичних об'єктів АПК: навчальний посібник для самостійної та практичної роботи* (515 с.). Київ: Ямчинський О. В.
3. Єрмолаєв, С. О., Яковлев, В. Ф., Мунтян, В. О., [та ін.]. (2009). *Проектирование систем электропостачання в АПК: навчальний посібник* (568 с.). Мелітополь: Люкс.
4. Мартиненко, І. І., Лисенко, В. П., Тищенко, Л. П., Болбот, І. М., & Олійник, П. В. (2008). *Проектирование систем електрифікації та автоматизації АПК: підручник* (330 с.). Київ: НМЦ Міністерства аграрної політики України.
5. Попов, В. А., Ткаченко, В. В., & Ярмолюк, О. С. (2021). *Проектирование систем забезпечення споживачів електричною енергією: навчальний посібник* (222 с.). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41123>
6. Мартиненко, І. І., Лисенко, В. П., Тищенко, Л. П., Болбот, І. М., & Олійник, П. В. (2008). *Проектирование систем електрифікації та автоматизації АПК: підручник* (330 с.). Київ: НМЦ Міністерства аграрної політики України. (Повтор джерела №4 — рекомендується прибрати одне з посилань)
7. Яковлев, В. Ф., Кушлик, Р. В., Квітка, С. О., & Куценко, Ю. М. (2010). *Проектирование систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення: навчальний посібник* (106 с.). Мелітополь: [видавництво не вказано].

ДОДАТКИ

Додаток 1

Зразок титульного аркушу пояснювальної записки

ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра гідротехнічного будівництва, водної та електричної інженерії

КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

з Проектування енергетичних об'єктів

(назва дисципліни)

на тему: _____

Студента (ки) _____ курсу _____ групи
напряму підготовки _____
спеціальності _____

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Члени комісії

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зразок завдання до курсового проєкту

_____ (повне найменування вищого навчального закладу)
 Інститут, факультет, відділення _____
 Кафедра, циклова комісія _____
 Освітньо-кваліфікаційний рівень _____
 Напрямок підготовки _____
 (шифр і назва)
 Спеціальність _____
 (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

“ ____ ” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я НА КУРСОВИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

- _____ (прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема проєкту _____

- керівник проєкту _____,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
 затверджені наказом вищого навчального закладу від “ ____ ” _____ 20__ року № ____
2. Строк подання студентом роботи _____
3. Вихідні дані до проєкту _____
-
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів курсового проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис) (прізвище та ініціали)

Приклад оформлення змісту пояснювальної записки

ВСТУП

1. Загальна характеристика об'єкта проєктування
 - 1.1. Призначення та особливості об'єкта
 - 1.2. Основні енергетичні характеристики
 - 1.3. Актуальність розробки та обґрунтування теми
2. Вихідні дані для проєктування системи електропостачання
 - 2.1. Технічна характеристика об'єкта
 - 2.2. Споживачі електроенергії та їх класифікація
 - 2.3. Графік навантаження та потужність системи
 - 2.4. Умови приєднання до зовнішніх електромереж
3. Вибір та обґрунтування схеми електропостачання
 - 3.1. Порівняння варіантів схем живлення
 - 3.2. Вибір оптимального варіанту
 - 3.3. Структурна і принципова схема
4. Вибір електрообладнання та апаратури
 - 4.1. Вибір трансформаторів
 - 4.2. Вибір кабельних ліній
 - 4.3. Вибір захисних і комутаційних пристроїв
 - 4.4. Розрахунок струмів короткого замикання
5. Енергоефективність та резервування системи
 - 5.1. Заходи з підвищення енергоефективності
 - 5.2. Резервні джерела живлення
 - 5.3. Використання автоматичних систем керування
6. Техніко-економічне обґрунтування проєкту
 - 6.1. Вартість обладнання та монтажних робіт
 - 6.2. Експлуатаційні витрати
 - 6.3. Порівняння варіантів, термін окупності
7. Висновки

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

- А. Схема електропостачання об'єкта
- Б. Таблиці навантажень і розрахунків
- В. Креслення та графічна частина

ФРАГМЕНТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ ДО КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

2.3 Система електропостачання об'єкта

Об'єктом дослідження є аграрне підприємство, яке включає тепличне господарство, овочесховище, тваринницьку ферму, насосну станцію для зрошення та складське приміщення. Для розрахунку навантаження враховано типові показники споживання енергії для кожного структурного елемента.

Таблиця 2.3.1 – Основні розрахункові навантаження споживачів

Споживач	Потужність, кВт	Коеф. попиту	Коеф. потужності	Активне навантаження, кВт	Повна потужність, кВА
Теплиця	120	0.85	0.95	102.00	107.37
Овочесховище	90	0.80	0.92	72.00	78.26
Ферма	150	0.90	0.90	135.00	150.00
Насосна станція	60	0.75	0.88	45.00	51.14
Склад	40	0.70	0.90	28.00	31.11

Загальне активне навантаження становить 382 кВт, повна потужність – приблизно 418 кВА. На основі добового профілю навантаження, побудованого за характером споживання теплиць та насосних станцій, було змодельовано навантаження об'єкта протягом доби.



Рисунок 2.3.1 – Графік добового навантаження об'єкта

Максимальне навантаження спостерігається в обідній період (з 11:00 до 14:00), коли працюють всі основні споживачі, включаючи систему зрошення та вентиляцію теплиць. Мінімальне – у нічний час. Такий характер навантаження свідчить про доцільність застосування систем компенсації пікових навантажень та, за потреби, впровадження резервного живлення або джерел з акумулюванням енергії.

2.3.6 Розрахунки електричних навантажень

У межах проєктування системи електропостачання виконано розрахунок сумарного навантаження споживачів. Розрахунок проводився на підставі паспортних даних обладнання, режимів його роботи та коефіцієнтів попиту й потужності. Сумарне активне навантаження для об'єкта становить 382.0 кВт, а повна потужність з урахуванням коефіцієнтів потужності – 417.9 кВА.

Для кожної групи споживачів (теплиця, овочесховище, ферма, насосна станція, склад) виконано індивідуальні розрахунки: визначено активне навантаження як добуток номінальної потужності та коефіцієнта попиту, а

також повну потужність — як відношення активного навантаження до коефіцієнта потужності. Отримані результати подані у таблиці 2.3.1.

Розрахункові навантаження використовуються для визначення типу та кількості обладнання (трансформаторів, кабельних ліній, ввідних автоматів), а також для оцінки необхідної потужності підключення до зовнішньої мережі та подальших розрахунків струмів короткого замикання.