

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра галузеве машинобудування

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання курсового проєкту
із дисципліни:

«Електричні станції і підстанції»

Освітньо-професійна програма
Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

для здобувачів вищої освіти
галузь знань 14 Електрична інженерія
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
освітнього ступеня бакалавр

Полтава
2021

Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту із дисципліни «Електричні станції і підстанції» для здобувачів вищої освіти спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, ступеня вищої освіти бакалавр. Мороз О. Полтава: ПДАУ, 2021. 22 с.

Автор:

Мороз Олександр, професор кафедри галузеве машинобудування, доктор технічних наук, професор

Рецензент:

Олег Іванов, доцент кафедри технологій та обладнання переробних і харчових виробництв, кандидат технічних наук, доцент.

Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту із дисципліни «Електричні станції і підстанції» Освітньо-професійна програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка для здобувачів вищої освіти галузі знань 14 Електрична інженерія спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітнього ступеня бакалавр обговорені і схвалені на засіданні кафедри галузеве машинобудування 30 серпня 2021 р, протокол № 1.

Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту із дисципліни «Електричні станції і підстанції» Освітньо-професійна програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка для здобувачів вищої освіти галузі знань 14 Електрична інженерія спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітнього ступеня бакалавр рекомендовано до друку Науково-методичною радою спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» 30 серпня 2021 р, протокол №1.

1. Загальні положення

Курсове проектування з дисципліни «Електричні станції і підстанції» є самостійною інженерною роботою здобувачів вищої освіти (з.в.о.) та займає особливе місце в системі підготовки здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Виконання проєкту закріплює та узагальнює знання, які з.в.о. отримали під час аудиторних занять. У процесі курсового проектування з.в.о. виконує комплексну задачу з дисципліни «Електричні станції і підстанції», готуючись до виконання складнішого завдання – дипломного проектування. Під час виконання цього курсового проєкту з.в.о. повинен опиратися на знання та навички, отримані під час вивчення таких курсів: Вища математика, Комп'ютерні технології та програмування, інженерна та комп'ютерна графіка, Технічна механіка, Електротехнічні матеріали, Безпека життєдіяльності, Електроніка та мікроконтролерна техніка, Теоретичні основи електротехніки, Електричні машини та апарати, Електричні станції та підстанції, Основи електропостачання. Поряд з цим курсове проектування повинно навчити з.в.о. роботі з довідковою літературою, державними та міжнародними стандартами, нормами, вміло поєднуючи їх з теоретичними знаннями, отриманими в процесі вивчення теоретичних положень відповідної дисципліни.

Мета курсового проектування «Електричні станції і підстанції» – зміцнення, поглиблення та узагальнення знань, отриманих при вивченні дисципліни «Електричні станції і підстанції» та набуття практичних навичок розрахунку та проектування електричних станцій і підстанцій.

Компетентності та програмні результати навчання для з.в.о. наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Компетентності та програмні результати навчання для з.в.о.

<i>Загальні компетентності</i>
Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу
Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми
<i>Фахові компетентності</i>
Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).
Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.
Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.
Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та

автоматизованого електроприводу.
Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.
Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.
<i>Програмні результати навчання:</i>
Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах
Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.
Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.
Знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень.
Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.
Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

У процесі виконання курсового проєкту з.в.о. розвиває здібності до конструювання електричних станцій і підстанцій, інженерної творчості, раціоналізації та винахідництва отримує навички роботи з довідковою літературою, вміння користуватись таблицями і графіками та розробляти технічну документацію.

На курсове проєктування «Електричні станції і підстанції» відводиться 90 годин навчального навантаження, що відповідає 3 кредитам ЄКТС.

2. Тематика курсових проєктів

Враховуючи те, що дисципліна «Електричні станції і підстанції» вивчає електричні станції і підстанції, у технічному завданні на курсовий проєкт передбачається проєктування електроустановки, де до розробки головної схеми складається структурна схема видачі електроенергії (потужності), на якій наводяться основні функціональні частини електричної установки (розподільні пристрої, трансформатори, генератори) і зв'язки між ними. Структурна електрична схема залежить від складу встаткування (числа генераторів,

трансформаторів), розподілу генераторів і навантаження між розподільними пристроями (РП) різної напруги й зв'язку між цими РП.

Орієнтовна тематика проектів:

1. Аналіз та дизайн підстанцій для відновлювальних джерел енергії.
2. Оптимізація мережі електропередачі з використанням сучасних технологій.
3. Вплив технологічних змін на дизайн і функціонування електричних станцій.
4. Розробка системи моніторингу та діагностики обладнання на підстанціях.
5. Використання сонячних панелей для живлення електричних підстанцій.
6. Дослідження впливу вітряних електростанцій на мережу електропередачі.
7. Аналіз проблем і можливих рішень для зберігання електроенергії на підстанціях.
8. Використання штучного інтелекту для оптимізації роботи електричних станцій.
9. Розробка ефективної системи автоматизації для керування підстанціями.
10. Енергоефективність і екологічні аспекти електричних станцій.
11. Дослідження використання гідроенергетики для живлення підстанцій.
12. Розвиток "розумних" мереж електропередачі з використанням IoT.
13. Аналіз впливу електромобілів на потужність підстанцій та їх зарядну інфраструктуру.
14. Оцінка та управління ризиками на електричних станціях і підстанціях.
15. Використання батарей зі сховищем енергії для стабільності мережі.
16. Дослідження впливу електромагнітної сумісності на роботу підстанцій.
17. Розробка системи забезпечення надійності електричних станцій.
18. Використання географічно розподілених енергетичних резервуарів.
19. Аналіз і вдосконалення системи безпеки на підстанціях.
20. Розробка програмного забезпечення для моніторингу та керування електричними станціями.
21. Дослідження впливу кібератак на електричні станції і підстанції.
22. Використання сховища енергії в мережах електропередачі з великими втратами.
23. Оцінка впливу змін клімату на роботу електричних станцій.
24. Розвиток інфраструктури для зарядки електромобілів на підстанціях.
25. Аналіз і впровадження нових технологій у сфері енергозбереження на підстанціях.
26. Використання відновлюваних джерел енергії на електричних станціях.
27. Дослідження можливостей використання газу як альтернативного джерела енергії.
28. Оптимізація дизайну і роботи підземних електричних станцій.
29. Аналіз впливу електричних станцій на здоров'я та довкілля.
30. Вивчення проблеми ефективного використання ресурсів на підстанціях та шляхи її вирішення.

3. Принцип обрання теми курсового проєкту

Тему здобувачі вищої освіти обирають самостійно за погодженням із призначеним керівником проєкту, спираючись на рекомендовану тематику. Здобувач вищої освіти може подавати власні пропозиції щодо тематики та особливостей компонування передач у завданні до курсового проєкту на розгляд кафедри.

За обраною темою курсового проєкту складається відповідне технічне завдання за підписом з.в.о. та керівника, тематика якого затверджується протоколом засідання кафедри. Після затвердження теми курсового проєкту з.в.о. повинен розпочати її виконання.

Загалом виконаний курсовий проєкт має складатися з двох частин: розрахунково-пояснювальної записки та комплекту графічної документації.

Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити всі необхідні проєктні та перевірочні розрахунки, які мають бути розроблені та супроводжені розрахунковими схемами й необхідними ілюстраціями (за потреби), а також обґрунтування та пояснення щодо прийнятих конструктивних рішень щодо використаних стандартних виробів.

Графічна документація у проєкті має складатися із складального кресленника (або кресленника виду загального) електричних станцій і підстанцій, а також робочих креслеників електроустановок, що входять до її складу.

4. Стадії розробки проєкту

Під час виконання курсового проєкту на підставі технічного завдання, що видається з.в.о. викладачем, встановлюються такі стадії розробки конструкторської документації:

- технічна пропозиція;
- ескізний проєкт;
- технічний проєкт;
- робоча (конструкторська) документація.

Стадії розробки курсового проєкту реалізуються послідовно в порядку, наведеному вище. Вихідні дані для виконання кожної наступної стадії розробки випливають з результатів попередньої.

4.1. Технічне завдання

До технічного завдання на курсовий проєкт входять початкові дані для розрахунку, які залежать від конкретного виду електричної станції і підстанції. Наприклад:

1. Тип станції (генераційна, розподільча, трансформаторна тощо).
2. Потужність станції (у ватах або мегаватах).
3. Напруга на станції (у вольтах).
4. Топологія електромережі (однофазна, трифазна тощо).

5. Поточні та напругові рівні (наприклад, струм короткого замикання, рівень напруги в мережі).
6. Використовувані матеріали та трансформатори (марка, характеристики).
7. Величина навантаження та його характеристики (рівень споживання електроенергії).
8. Кліматичні умови роботи станції (температурний діапазон, вологість).
9. Вимоги до надійності та резервування.
10. Використання відновлювальних джерел енергії (якщо є).
11. Вимоги до енергоефективності та екологічні обмеження.

Ці параметри можуть відрізнятися для різних видів станцій (наприклад, газові теплові електростанції, вітрові ферми, гідроелектростанції, сонячні електростанції, підстанції розподільчих мереж і т. д.), тому вам потрібно заздалегідь визначити, який конкретний тип станції або підстанції ви будете досліджувати і які саме параметри і дані вас цікавлять для вашого курсового проекту.

Технічна пропозиція

Призначення технічної пропозиції – провести аналіз роботи електричних станцій і підстанцій різних типів і може виглядати наступним чином:

- аналіз ефективності сучасних електричних станцій. Опис завдання: Студентам пропонується провести аналіз ефективності роботи електричних станцій різних типів, враховуючи їхню потужність, використання відновлювальних джерел енергії та екологічні показники. Визначити підходи до покращення ефективності станцій;

- розробка проекту нової гідроелектростанції. Опис завдання: Студентам доручається розробити проект гідроелектростанції, включаючи розрахунки її потужності, вибір місця для будівництва, технічні специфікації та екологічні аспекти. Врахувати можливості використання накопичувачів енергії;

- оптимізація мережі електропередачі з використанням сховища енергії. Опис завдання: Студентам потрібно розробити модель оптимізації мережі електропередачі з урахуванням сховища енергії (батареї, акумуляторів тощо). Дослідити вплив такої системи на надійність та стабільність мережі;

- вплив розвитку електромобільності на інфраструктуру підстанцій. Опис завдання: Студенти мають проаналізувати зростаючий попит на зарядні станції для електромобілів та визначити вимоги до інфраструктури підстанцій, щоб задовольнити потреби користувачів електромобілів;

- вплив кіберзагроз на безпеку електричних станцій і підстанцій. Опис завдання: Студентам доручається дослідити потенційні кіберзагрози для електричних станцій і підстанцій і розробити стратегії захисту від кібератак;

- розробка системи моніторингу та діагностики обладнання на підстанціях. Опис завдання: Студенти повинні створити систему моніторингу та діагностики для підстанцій, що дозволить вчасно виявляти несправності та планувати регулярне обслуговування;

- використання сонячних панелей для живлення підстанцій. Опис завдання: Студенти мають розробити проект використання сонячних панелей

для живлення електричних підстанцій та проаналізувати економічну вигідність такого рішення;

- дослідження впливу електричних станцій на навколишнє середовище.

Опис завдання: Студенти мають провести дослідження впливу електричних станцій на повітря, воду та ґрунт, а також розробити методи зменшення негативного впливу;

- розробка системи автоматизації для керування підстанціями. Опис завдання: Студентам потрібно розробити систему автоматизації для керування електричними підстанціями, зокрема систему віддаленого керування та моніторингу.

4.2. Ескізний проєкт

Розробляється на базі технічної пропозиції. Призначення ескізного проєкту – принципове розроблення електроустановки в загальних рисах конструкції, визначення основних параметрів.

Структура ескізного проєкту:

- 1) загальні види складальних одиниць, де показані принципові конструктивні рішення, будова та принцип роботи електроустановки та ін.;
- 2) розрахунки електроустановок, їх потужності та за іншими критеріям працездатності.

Ескізний проєкт після погодження з викладачем є базою для розроблення технічного проєкту.

4.3. Технічний проєкт

Розробляється на базі ескізного проєкту. Призначення технічного проєкту – визначення технічних параметрів та розробка конструкції електричної станції і підстанції, прийняття рішень щодо відносного розташування і взаємодії всіх ланок електроустановки.

4.4. Робоча (конструкторська) документація

Розробляється на базі технічного проєкту.

Структура робочої документації:

- пояснювальна записка з розрахунками;
- складальна одиниця (вид загальний) (додаток Д);
- специфікація складальної одиниці (додаток Е);
- робочі кресленики деталей (додаток Є).

4.5. Позначення конструкторських документів

У навчальному курсовому проєкті позначення конструкторських документів (з урахуванням ДСТУ 3321:2003) складаються з таких частин:

- позначення пояснювальної записки:

КП.ЕСП.141ЕЕбд_31.02.00.000 ПЗ, де «КП» – курсовий проєкт, «ЕСП» – назва дисципліни, «141ЕЕбд_31» – шифр групи, «02» – номер з.в.о. за списком групи, «00» та «000» – переписати без змін, «ПЗ» – пояснювальна записка);

5. Рекомендації щодо виконання окремих етапів

При проектуванні електроустановки до розробки головної схеми складається структурна схема видачі електроенергії (потужності), на якій наводяться основні функціональні частини електричної установки (розподільні пристрої, трансформатори, генератори) і зв'язки між ними. Структурна електрична схема залежить від складу встаткування (числа генераторів, трансформаторів), розподілу генераторів і навантаження між розподільними пристроями (РП) різної напруги й зв'язку між цими РП.

Для вибору електричної схеми розподільного пристрою необхідно знати кількість приєднань (ліній, трансформаторів, генераторів) до РП кожного класу напруги.

6. Вимоги щодо оформлення пояснювальної записки

Оформлення текстових документів технічного проєкту має відповідати вимогам ДСТУ 3008:2015 «Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення» з урахуванням можливих відхилень від них, пов'язаних зі специфікою проектування в умовах навчального процесу.

Виконання пояснювальної записки – важливий етап оформлення конструкторської документації, у процесі якого здобувачі вищої освіти набувають навичок чіткого, лаконічного та аргументованого викладання в належній послідовності розрахунків електричних станцій і підстанцій, окремих електроустановок тощо.

Пояснювальна записка повинна містити титульну сторінку, зміст із зазначенням розташування розділів в тексті, технічне завдання на проектування, вступ, основний текст і список використаної літератури.

Титульна сторінка виконується стандартним шрифтом за зразком, наведеним (додаток Б). Вона є першою сторінкою пояснювальної записки.

У змісті подають назви всіх розділів, підрозділів та пунктів пояснювальної записки, вказуючи номери сторінок (сторінка 1 – титульна сторінка, не проставляється), на яких вони розміщені.

Технічне завдання на проектування вміщує вихідні дані, завдання та обсяг виконуваної роботи. Його розташовують після змісту.

Вступ містить відомості про призначення та можливу галузь застосування електроустановки, її конструктивні особливості, мету та завдання проектування.

Основний текст пояснювальної записки має розкривати конкретний зміст роботи та відображати одержані результати.

Наближений перелік питань, які слід розкривати в пояснювальній записці курсового проєкту та рекомендована послідовність їх викладення наведені в додатку В).

Висновки мають складатися з оцінки результатів курсового проєктування з погляду їх відповідності вимогам технічного завдання на проєктування. Вони не повинні носити конотаційний характер («розраховано», «вибрано» і т.п.) інформація кожного пункту висновків повинна бути аналітично-оціночною.

Список використаної літератури має містити всі використані джерела. Всі дані, прийняті з підручників, навчальних посібників, довідників тощо повинні бути підтвердженими посиланнями на відповідне джерело.

6.1. Титульна сторінка пояснювальної записки

Структура-титульної сторінки:

- повна назва міністерства;
- повна назва вищого навчального закладу;
- назва факультету;
- назва кафедри, де виконується проєкт;
- назва документа;
- тема проєкту (відповідно до технічного завдання);
- курс, група, прізвище та ім'я з.в.о.;
- прізвище та ім'я керівника проєкту;
- дата підписання документа;
- місто та рік виконання проєкту.

Приклад оформлення титульної сторінки пояснювальної записки подано в додатку Б.

6.2. Оформлення пояснювальної записки

Пояснювальну записку оформляють відповідно до вимог державних стандартів (ЄСКД) до текстових документів з одної сторони стандартного аркуша паперу формату А4 (210×297) у відповідності із вимогами ДСТУ 3008:2015. У відповідних графах форми основних написів (рисунки 2, 3) послідовно вказують:

- (1) - назву виробу;
- (2) - позначення документа;
- (3) - позначення матеріалу деталі (графу заповнюють тільки на креслениках деталей);
- (4) - літеру, присвоєну документу (в навчальних проєктах літера «Н»);
- (7) - порядковий номер аркуша;
- (8) - загальне число аркушів (вказується на першому аркуші);
- (9) - коротка назва організації, яка випустила документ (аббревіатура ПДАУ), індекс академічної групи.

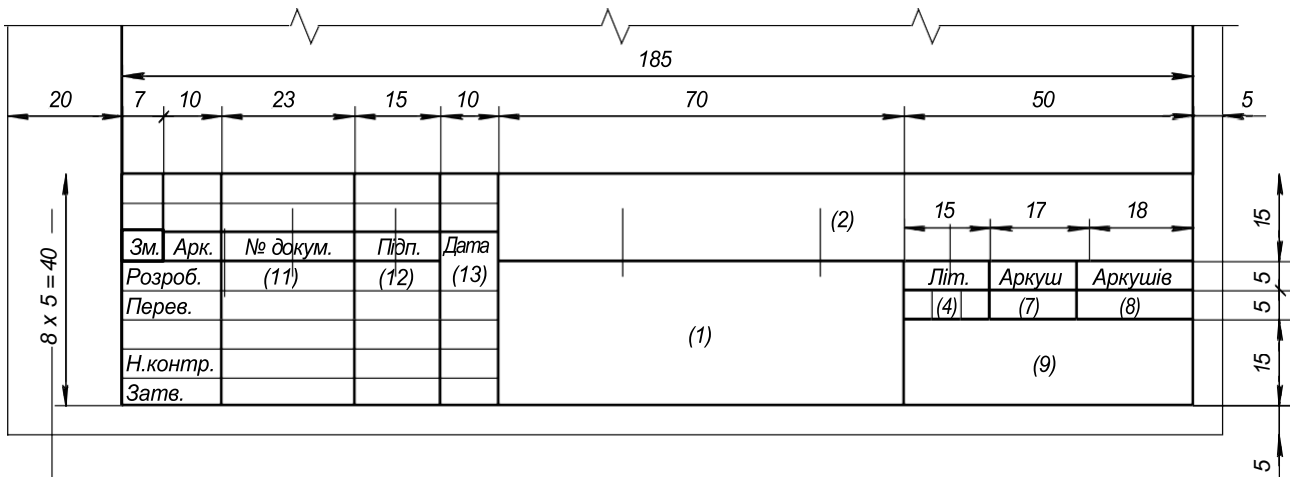


Рисунок 2 – Основний напис першого аркуша текстового документу

Текст записки може бути друкований або написаним від руки синім, фіолетовим чи чорним чорнилами. Закреслення чи виправлення не допускаються.

Відстань від рамки до тексту на початку рядка має бути не менше 5 мм, а у кінці – не менше 3мм. Відстань до рамки зверху та знизу має бути 10-15 мм.

Текст записки викладається від третьої особи множини або в безособовій формі. Термінологія та визначення, використані в записці, мають бути однозначними та відповідати встановленим стандартам, а за їх відсутності – загальноприйнятим для науково-технічної літератури.

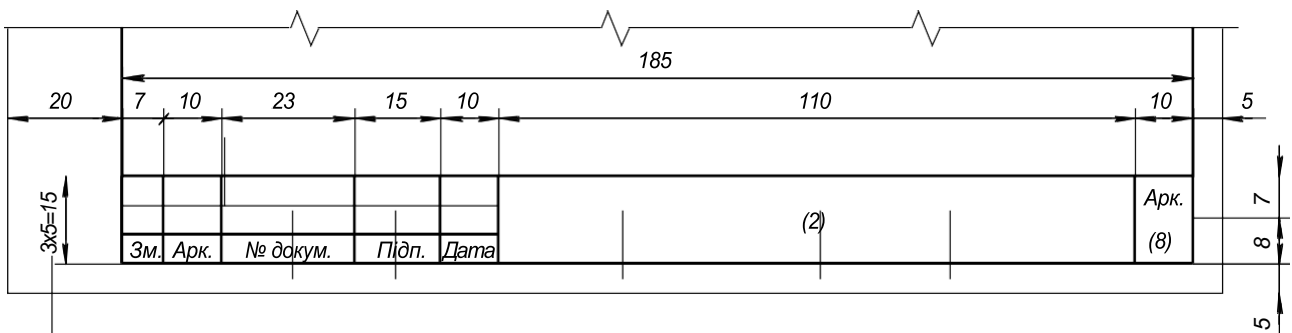


Рисунок 3 – Основний напис наступних аркушів текстового документу

Скорочення слів у тексті, на рисунках та в таблицях за винятком загальноприйнятих в науково-технічній літературі це допускається.

Нумерація таблиць та рисунків в записці має бути наскрізною, нумерація сторінок пояснюваної записки також наскрізна з урахуванням ілюстрацій і таблиць. На титульній сторінці номер не ставлять, але в загальну нумерацію він входить.

6.3. Оформлення розрахунків

Виконуючи розрахунки, слід пояснювати, на основі якого критерію працездатності прийнято рішення, вибрані відповідні величини. Пояснення до розрахунків мають бути лаконічними, але вичерпними.

Умовні літерні та графічні позначення всіх величин у виконанні відповідних розрахункових схем повинні відповідати встановленим стандартам, а у формулах – встановленим стандартом або рекомендаціям, що міститься у технічній літературі.

Всі розрахунки оформляються за визначеним планом. Заголовок відповідного розділу (підрозділу) повинен містити в собі коротку, але достатню інформацію про об'єкт і характер розрахунку.

Всі потрібні для розрахунків формули мають бути представлені спочатку в загальному вигляді в інтерпретації відповідного літературного джерела з прийнятими в останньому розмірностями величин (літерне позначення) з посиланням на джерело. У разі використання класичних, добре відомих формул посилання на джерело необов'язкове. Формули розміщують по середині рядка.

Розшифрування (експлікація) літерних позначень (символів), що входять до формули, має бути наведено безпосередньо після формули із зазначенням розмірностей величин. Значення кожного параметра дають з нового рядка у послідовності, наведеній у формулі. Перший рядок експлікації починається словом «де» без двокрапки після нього. В кожному рядку розшифрування розмірність вказується після коми, що йде за текстовим поясненням, а закінчується кожний рядок (окрім останнього) крапкою з комою. Символи, що повторно наводяться у формулах, не розшифровуються.

Формули нумерують послідовно арабськими цифрами, номер ставиться праворуч від формули на рівні її рядка в круглих дужках.

Допускається нумерація формул в межах розділу із зазначенням номера розділу та через крапку номеру формули, наприклад, (1.2).

У формули підставляють числові значення параметрів у відповідних одиницях величин, але без їх зазначення, після чого – остаточний результат із зазначенням одиниці вимірювання отриманої величини. Проміжні обчислення, скорочення цифр тощо при цьому не допускаються. Кількість підставлених у формулу цифр має суворо відповідати кількості символів у формулі загального виду.

У разі виконання однотипних за методикою розрахунків у записці наводять розрахунок з формулами та докладними поясненнями тільки в першому випадку, для решти ідентичних розрахунків пояснення опускаються і додаються тільки вихідні дані, розрахункові схеми, вибір коефіцієнтів тощо. Якщо таких розрахунків кілька – остаточні розрахунки зводять до таблиці.

Висновки роблять за кожним розрахунком, в окремих випадках – загальний висновок (в разі наявності кількох однотипних розрахунків або розрахунків за кількома варіантами тощо).

6.4. Оформлення ілюстрацій та таблиць

Ілюстрації в записці (ескізи, схеми, графіки, епюри) можна виконувати як за допомогою ПК, так і від руки в довільному масштабі, забезпечуючи чітке уявлення про вузол (деталь) тощо. Всі розміщені в записці ілюстрації, якщо їх більше однієї, підлягають наскрізній нумерації, наприклад, «Рисунок 2 – Ескіз електроустановки». Допускається нумерація рисунків в межах розділу із зазначенням номера розділу та через крапку номера рисунка, наприклад, «Рисунок 1.2 – ...».

Всі ілюстрації в записці повинні мати під рисункові підписи а в разі потреби – розшифрування позицій, тощо. Ілюстрації слід розміщувати по можливості безпосередньо за текстом, із посиланням на них.

У вигляді таблиць, як правило, оформляють цифровий матеріал. Якщо таблиць в записці більше однієї, вони підлягають наскрізній нумерації. Над таблицею із абзацного відступу розміщують напис із заголовком таблиці, що пояснює її суть, наприклад, «Таблиця 1 – Результати розрахунку». Допускається нумерація таблиць в межах розділу із зазначенням номера розділу та через крапку номера таблиці, наприклад, «Таблиця 1.1 ...».

Розміщують таблиці безпосередньо за текстом з посиланням на них. Посилання подають повністю, наприклад: «у таблиці 3» або у разі повторного нагадування «див. таблицю 3».

6.5. Оформлення списку використаних джерел

Джерела літератури у подаються у **списку використаних джерел** згідно з ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання» або ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Бібліографічний запис, бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання».

7. Загальні вимоги щодо оформлення курсового проєкту

Зброшуровану розрахунково-пояснювальну записку із додатками (специфікаціями) та аркуші креслеників складають для зберігання у папці що повинна мати титульну сторінку курсового проєкту.

Титульну сторінку папки курсового проєкту виконують відповідно Додатку А. Дана форма призначена для оформлення курсового проєкту і фіксування результатів його захисту.

Аркуші креслеників всіх форматів слід складати гармонікою. Аркуші креслеників після складання повинні мати основний напис на лицьовій стороні складеного аркуша.

8. Захист та оцінювання курсового проєкту

Виконаний і зареєстрований на кафедрі курсовий проєкт (відповідно до розкладу захисту) подається комісії, що призначається кафедрою і складається з

викладачів кафедри, в тому числі й керівника проєкту. Підставою до захисту курсового проєкту є розроблені кресленики та оформлена розрахунково-пояснювальна записка, а також заповнений керівником лист оцінювання (додаток).

Процедура захисту складається з доповіді автора проєкту (до десяти хвилин), запитань з боку комісії по суті роботи і відповідей з.в.о. на них.

У доповіді потрібно викласти:

- загальну характеристику електроустановки ;
- відомості про основні розрахунки;
- дані про принципові конструктивні рішення.

Оцінювання виконання курсового проєкту здійснюється за 100-бальною системою із подальшим переведенням до національної системи оцінок та шкали ECTS. Загальна кількість умовних балів складається із суми балів, відповідно до листа оцінювання, та балів, що нараховуються комісією при захисті проєкту (таблиця 1).

Таблиця 1 – Розподіл балів за виконання курсового проєкту

Критерії оцінювання курсового проєкту	Кількість балів
Відповідність змісту курсового проєкту вимогам навчально-методичних рекомендацій щодо його виконання	5
Обґрунтування основних інженерних, технологічних рішень, відповідність прийнятих рішень виданому завданню на проєктування	10
Дотримання під час виконання розрахунків, проєктування та конструювання вимог державних норм;	10
Забезпечення ефективності та раціональності прийнятих рішень та відповідність отриманих результатів сучасній практиці	10
Використання сучасних комп'ютерних технологій	10
Уміння працювати з нормативними та довідковими документами, наявність посилань на використані джерела	5
Оформлення пояснювальної записки, графічних матеріалів згідно з вимогами конструкторської та технологічної документації, ДСТУ.	9
Разом за виконання	59
Захист проєкту:	
- доповідь з.в.о.	11
- відповідь на питання щодо загального вигляду машини	10
- відповідь на питання щодо деталей	10
- відповідь на питання щодо розрахунків	10
Загальна оцінка	100

У разі виникнення комісією рішення про незадовільну оцінку (59 і менше балів) повторний захист проєкту не допускається. У такому випадку з дозволу деканату з.в.о. отримує нове завдання на проєкт або додаткове завдання до нього, що встановлюється кафедрою.

9. Критерії оцінювання курсового проєкту

У оцінці виконання курсового проєкту враховується наступне:

- якість оформлення записки, виконання креслеників та їх відповідність до вимог ЄСКД;
- повнота обґрунтування прийнятих рішень;
- розуміння з.в.о. будови конструкції, окремих вузлів, їх призначення, принципу роботи;
- ерудиція з.в.о. стосовно опрацьованої з даної теми літератури, вміння оперативно користуватись довідковою літературою;
- вміння презентувати виконану роботу;
- точні та вичерпні відповіді з.в.о. під час захисту проєкту.

10. Орієнтовний перелік запитань для захисту курсового проєкту

Запитання під час захисту курсового проєкту можуть стосуватися як розрахунково-пояснювальної записки, так і графічної частини. Перелік запитань:

1. Які основні завдання і функції електричних станцій і підстанцій?
2. Які види електричних станцій і підстанцій ви досліджували в рамках свого проєкту?
3. Які вимоги до надійності і стабільності роботи електричних станцій?
4. Які технології використовуються для генерації електроенергії на електричних станціях?
5. Які методи використовуються для передачі електроенергії від станцій до споживачів?
6. Які вимоги до екологічності роботи електричних станцій і підстанцій?
7. Які технології використовуються для зменшення втрат енергії в мережах електропередачі?
8. Які ефективні методи використовуються для зберігання електроенергії на підстанціях?
9. Як відбувається керування і автоматизація роботи підстанцій?
10. Які технології використовуються для моніторингу та діагностики обладнання на підстанціях?
11. Як впливає розвиток електромобільності на інфраструктуру підстанцій?
12. Які переваги і недоліки використання відновлювальних джерел енергії на електричних станціях?
13. Як визначити потреби у резервній потужності для електричних станцій?
14. Якими методами можна забезпечити надійність електричних станцій у разі аварій?
15. Які аспекти безпеки слід враховувати під час будівництва і експлуатації підстанцій?
16. Як використовуються сучасні технології для оптимізації роботи електричних станцій?

17. Які існують методи зменшення впливу електричних станцій на здоров'я людей та довкілля?
18. Які питання виникають при плануванні і будівництві підземних електричних станцій?
19. Як відбувається вибір оптимального місця для будівництва гідроелектростанції?
20. Якими методами можна забезпечити енергозбереження на підстанціях?
21. Як впливає газова енергетика на структуру енергетичних систем?
22. Які вимоги до електромагнітної сумісності на підстанціях?
23. Які показники ефективності використання сонячних панелей на підстанціях?
24. Як впливають кліматичні зміни на роботу електричних станцій?
25. Як враховуються ризики при розробці і експлуатації електричних станцій?
26. Які можливості існують для використання географічно розподілених енергетичних резервуарів?
27. Які основні аспекти безпеки на підстанціях розподільчих мереж?
28. Якими методами можна забезпечити готовність підстанцій до надзвичайних ситуацій?
29. Як впливає ефективне використання ресурсів на підстанціях на їх роботу?
30. Які інноваційні рішення в області електричних станцій і підстанцій ви вивчали в рамках вашого проекту?
31. Які основні виклики стоять перед сучасними електричними станціями і підстанціями?
32. Які основні технологічні та інженерні виклики пов'язані з використанням відновлювальних джерел енергії на електричних станціях?
33. Які можливі наслідки зберігання великих обсягів енергії в акумуляторах на підстанціях?
34. Як здійснюється планування потужності і розвитку електричних станцій та підстанцій з урахуванням зростаючого споживання енергії?
35. Які методи використовуються для зниження впливу електричних станцій на природний ландшафт?
36. Як здійснюється вибір оптимальних матеріалів для будівництва та обладнання підстанцій?
37. Які інновації в сфері трансформаторів і перетворювачів використовуються на електричних станціях?
38. Якими методами забезпечується віддалене керування та моніторинг електричними станціями?
39. Як враховуються кліматичні умови при проектуванні електричних станцій та підстанцій?
40. Як забезпечується захист від природних катастроф (наприклад, повеней або землетрусів) на підстанціях?
41. Якими методами можна забезпечити ефективну експлуатацію сховища енергії на підстанціях?

42. Якими алгоритмами керування використовуються для забезпечення стабільності мережі електропередачі?
43. Які питання виникають при використанні газу як альтернативного джерела енергії на електричних станціях?
44. Які технології зменшення шуму і викидів використовуються на підстанціях в місцях з високою густині населення?
45. Як відбувається планування і розробка інфраструктури для зарядки електромобілів на підстанціях?
46. Які показники ефективності використання гідроенергетики на електричних станціях?
47. Як визначити оптимальний розмір батарей та системи сховища енергії на підстанціях?
48. Як використовуються сучасні методи аналізу даних та штучного інтелекту в енергетичних системах?
49. Як здійснюється моніторинг та управління електричними станціями в умовах великих відстаней та віддалених місць?
50. Які можливі напрямки подальшого розвитку електричних станцій і підстанцій ви вбачаєте на майбутнє?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Грищенко В. І., Довгалюк С. А., Загребельний В. О. "Електроенергетичні системи та мережі: навчальний посібник". Київ: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2019.
2. Гордов Ю. В., Демченко В. С., Гринь В. М. "Електроенергетичні станції: навчальний посібник". Київ: Техніка, 2018.
3. Марчук В. С., Савчук В. В., Горшков О. М. "Електричні станції: навчальний посібник". Київ: Київський університет, 2019.
4. Яковлєв В. О., Головнієв С. О., Сорока В. М. "Підстанції та електричні мережі: навчальний посібник". Київ: Техніка, 2019.
5. Козирський В.В., Волошин С.М. Основи електропостачання: підручник. К.: ЦК «Компринт», 2021. 497с.
6. Васи́лега П.О. Електропостачання: підручник. Суми: СумДУ, 2019. 521 с.
7. Омельчук А.О. Основи електропостачання: навчальний посібник. К.: ЦП «Компринт», 2019. 415 с.
8. Зайцев М.О., Кучанський В.О., Гунько І.О. Підвищення експлуатаційної надійності та ефективності роботи електричних мереж та електроустановка. Монографія. Друкарня ФОП Гуляєва В.М., 2021.
9. Квітка С.О. Силові електронні пристрої в системах керування: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021. 180 с.
10. Денисюк С.П., Радиш І.П., Кабацій В.М., Деревянко Д.Г. Основи електротехніки та електропостачання. Кондор, 2018, 216 с.
11. ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015. Настанова з проектування систем електропостачання промислових підприємств. Київ: Мінрегіон України, 2016. 148 с.
12. Хілов В.С. Теоретичні основи електротехніки: підручник. Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2021. 433 с.
13. Карпов Ю.О., Каців С.Ш., Кухарчук В.В. Теоретичні основи електротехніки. Комп'ютерні розрахунки та моделювання лінійних

електричних кіл: навчальний посібник (стереотипне видання). Херсон: Олді_Плюс, 2019. 210 с.

14. Електроніка та мікросхемотехніка: підручник. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 223 с.

Лист оцінювання
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет _____ Форма навчання _____
Спеціальність _____ Курс _____, група _____

ЛИСТ ОЦІНЮВАННЯ
курсowego проекту з дисципліни
Електричні станції і підстанції

здобувача вищої освіти _____
на тему _____

Обсяг курсowego проекту _____ Кількість використаних джерел _____

Результати оцінювання

№ п/п	Критерії оцінювання курсowego проекту	Максимальна кількість балів	Отримані бали
1	Відповідність змісту курсowego проекту вимогам навчально-методичних рекомендацій щодо його виконання;	5	
2	Обґрунтування основних інженерних, технологічних рішень, відповідність прийнятих рішень виданому завданню на проектування;	10	
3	Дотримання під час виконання розрахунків, проектування та конструювання вимог державних норм;	10	
4	Забезпечення ефективності та раціональності прийнятих рішень та відповідність отриманих результатів сучасній практиці;	10	
5	Використання сучасних комп'ютерних технологій;	10	
6	Уміння працювати з нормативними та довідковими документами, наявність посилань на використані джерела;	5	
7	Оформлення пояснювальної записки, графічних матеріалів згідно з вимогами конструкторської та технологічної документації, ДСТУ.	9	
Загальна кількість балів за виконання курсowego проекту (до захисту)		59	

Висновки (підкреслити):

- рекомендувати до захисту без доопрацювання;
- рекомендовано до захисту за умови доопрацювання: _____
- не рекомендовано до захисту, необхідно суттєво доопрацювати _____

Роботу перевірів: _____ (_____)

« _____ » _____ 20__ р.