



ЛІТЕРАТУРА

**НАВЧАЛЬНО-
МЕТОДИЧНА**

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

**Факультет прикладних інформаційних
технологій та електроінженерії**

Кафедра електричної інженерії

**Методичні вказівки
до виконання самостійної роботи
з дисципліни
“Електропостачання промислових та
муниципальних об’єктів”**

Для студентів 5-го курсу денної
та заочної форм навчання
за спеціальністю

141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Тернопіль
2023

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

**Факультет прикладних інформаційних
технологій та електроінженерії**

Кафедра електричної інженерії

**Методичні вказівки
до виконання самостійної роботи**

з дисципліни

“Електропостачання промислових та муніципальних об’єктів”

Для студентів 5-го курсу денної
та заочної форм навчання
за спеціальністю

141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Тернопіль
2023

Методичні вказівки для виконання самостійної роботи розроблено у відповідності з навчальною програмою дисципліни “Електропостачання промислових та муніципальних об’єктів”

Укладачі: к.т.н., доцент Сисак І.М.;

Рецензент: к.т.н., доцент. Буняк О.А.

Методичні вказівки для виконання самостійної роботи розглянуто і затверджено на засіданні кафедри електричної інженерії

Протокол № “10” від “25” травня 2023 р.

Методичні вказівки для виконання самостійної роботи схвалено та рекомендовано до друку Методичною радою факультету прикладних інформаційних технологій та електроінженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

Протокол № “11” від “07” червня 2023 р.

Методичні вказівки для виконання самостійної роботи складено з врахуванням матеріалів рекомендованої літератури приведеної в переліку.

ВСТУП

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни «Електропостачання промислових та муніципальних об'єктів» розроблені відповідно до навчального плану та робочої програми дисципліни і призначені для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітнього ступеня «магістр».

Мета вивчення: полягає в формуванні знань в області оптимальної побудови, функціонування і розвитку систем електропостачання в цілому та спеціальних електричних установок промислового та комунально-побутового призначення.

Основне завдання курсу: електропостачання промислових підприємств та об'єктів муніципального господарства виникло одночасно з широким впровадженням електроприводу в якості рушійної сили різних машин і механізмів, використання електроенергії для освітлення приміщень і територій та для опалення виробничих і комунально-побутових приміщень і будівництвом електричних станцій.

За результатами вивчення дисципліни студент повинен продемонструвати такі результати навчання:

- бути здатним проводити аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні промислових та муніципальних об'єктів.

- бути здатним пропонувати варіанти підвищення енергоефективності електротехнічного та електромеханічного обладнання промислових та муніципальних об'єктів.

- вміти проводити реконструкцію існуючих електричних мереж, станцій та підстанцій, електромеханічних та електротехнічних комплексів й систем для підвищення ефективності експлуатації та продовження ресурсу.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей:

- вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- здатність застосовувати знання на практиці.
- здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

- здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів.

Вивчення дисципліни «Електропостачання промислових та муніципальних об'єктів» передбачає засвоєння навчального матеріалу у вільний від аудиторних занять час у формі самостійної та індивідуальної навчально-дослідної роботи, призначеної формувати практичні навички роботи

студентів із спеціальною літературою, орієнтувати їх на інтенсивну роботу, критичне осмислення здобутих знань і глибоке вивчення теоретичних і практичних проблем для підвищення якості професійної підготовки.

Самостійна робота над засвоєнням навчального матеріалу з дисципліни може виконуватися в бібліотеці, навчальних кабінетах та лабораторіях, в домашніх умовах. Згідно з навчальним планом дисципліни «Електропостачання промислових та муніципальних об'єктів» на самостійну роботу студентів відведено 78 години для денної форми та 104 години для заочної форми навчання.

Раціональна організація самостійної роботи вимагає від студента вмілого розподілу свого часу між аудиторною і організаційною роботою. Виконання завдань із самостійної та індивідуальної роботи є обов'язковим для кожного студента.

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів включають: план навчальної дисципліни; загальні рекомендації до організації самостійної роботи з дисципліни, в тому числі до організації індивідуального наукового-дослідного завдання; систему поточного й підсумкового контролю знань студентів; список рекомендованої літератури.

1 ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

При вивченні дисципліни «Електропостачання промислових та муніципальних об'єктів» студент повинен ознайомитися з програмою навчальної дисципліни, її структурою, формами й методами навчання, видами й методами контролю знань.

Тематичний план дисципліни складається з двох модулів, які, в свою чергу, складаються із змістових модулів, кожен з яких об'єднує в собі відносно окремий самостійний блок дисципліни, що логічно пов'язує кілька укрупнених навчальних елементів дисципліни.

Навчальний процес здійснюється в таких формах: лекційні, лабораторні заняття, курсовий проект і самостійна робота студента. План дисципліни наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – План дисципліни

№	Найменування робіт	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1.	Опрацювання теоретичного матеріалу теми №1-10	30	56
2.	Підготовка до лабораторної роботи №1-5 і оформлення звітів	8	8
3.	Підготовка до модульного контролю №1-2, екзамену	14	14
4.	Виконання курсового проекту	26	26
Усього годин		78	104

2. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ

Обов'язковим елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни «Електропостачання промислових та муніципальних об'єктів» є самостійна робота студентів з вітчизняною і зарубіжною літературою за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Самостійна робота є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від нормованих навчальних занять, тобто лекційних, і практичних занять (аудиторної роботи).

Основні види самостійної роботи, на які повинні звертати увагу студенти:

- вивчення лекційного матеріалу;
- робота з опрацювання та вивчення рекомендованої літератури;
- підготовка до лабораторних занять;
- підготовка до дискусій та інших пропонованих викладачем завдань;
- робота над індивідуальним завданням;
- самоперевірка студентом власних знань за запитаннями для самодіагностики;
- підготуватися до дискусії в аудиторії щодо розуміння вивченого матеріалу;
- підготовка до поточного та підсумкового контролю.

Опрацювання лекційного матеріалу. У системі різних форм навчально-виховної роботи особливе місце належить лекції, де викладач надає студенту основну інформацію, навчає розмірковувати, аналізувати, допомагає опанувати ключові знання, а також спрямовує самостійну роботу студента.

Зв'язок лекції і самостійної роботи студента розглядається в таких напрямках:

- лекція як головна початкова ланка, що визначає зміст і обсяг самостійної роботи студента;
- методичні прийоми читання лекцій, що активізують самостійну роботу студентів;
- самостійна робота, яка сприяє поглибленому засвоєнню теми на базі прослуханої лекції.

Перший етап самостійної роботи починається з процесу слухання і записування лекції. Правильно складений конспект лекції – найефективніший засіб стимулювання подальшої самостійної роботи студентів. Студент повинен чітко усвідомити, що конспект – це короткий тезовий запис головних положень навчального матеріалу. Складання і вивчення конспекту – перший етап самостійної роботи студента над вивченням теми чи розділу. Конспект допомагає в раціональній підготовці до практичних занять, заліку, у визначенні напряму і обсягу подальшої роботи з літературними джерелами.

Під час підготовки до лекції студент повинен опрацювати матеріал попередньої лекції з використанням підручників та інших джерел літератури. На лекціях висвітлюють тільки основні

теоретичні положення та найбільш актуальні проблеми, тому більшість питань виносяться на самостійне опрацювання.

Підготовка до лабораторних занять. Підготовка до лабораторних занять розпочинається з опрацювання лекційного матеріалу та теоретичних відомостей методичних вказівок до заданої роботи. Студент повинен самостійно ознайомитися з теоретичними відомостями, послідовністю виконання роботи та підготувати відповіді на контрольні запитання у певній послідовності згідно з логікою засвоєння навчального матеріалу.

Виконання лабораторних робіт збагачують і закріплюють теоретичні знання студентів, розвиваючи їх творчу активність, допомагають у набутті практичних навичок роботи.

У процесі підготовки до лабораторних робіт самостійна робота студентів є обов'язковою частиною навчальної роботи, без якої успішне і якісне засвоєння навчального матеріалу неможливе.

Викладач у вступній лекції рекомендує студентам основну і додаткову літературу, а також методичні рекомендації до самостійної роботи та до організації лабораторних занять з дисципліни. У методичних вказівках з кожної теми наведено перелік питань для теоретичної підготовки до заняття.

У разі, коли студент не може самостійно розібратися в якомусь питанні, він може отримати консультацію у викладача (згідно з графіком проведення консультацій викладачами кафедри електричної інженерії). Добре організовані консультації дозволяють спрямувати самостійну роботу в потрібному напрямі, зробити раціональною і підвищити її ефективність.

В таблиці 2.1 представлено перелік тем лабораторних робіт.

Таблиця 2.1 – Перелік тем лабораторних робіт

№	Тема заняття	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
Змістовний модуль 1			
1.	Показники якості електричної енергії. Несинусоїдність напруги. Несиметрія напруги. Відхилення частоти.	2	2
2.	Щитки освітлення	1	1
Змістовний модуль 2			
5.	Графіки електричного навантаження	2	2
6.	Розподільчі щитки, автоматичні вимикачі і пристрої захисного відключення.	2	2
7.	Головний розподільчий щит	1	1
Усього годин		8	8

Курсовий проект передбачає розробку схеми електропостачання підприємства малої потужності. Виконується розрахунок електричних навантажень, проводиться вибір та розміщення підстанції і силових розподільчих пунктів, розробляється схема освітлення, розраховується заводська і цехова мережі та захисна апаратура і пристрої компенсації реактивної потужності.

Об'єм курсового проекту: пояснююча записка повинна бути написана на 40-50 листах формату А4 і мати такі структурні елементи: титульний лист, завдання до курсового проекту, визначення розрахункових навантажень заводу, вибір числа і потужності трансформаторів, розподільчих пунктів, розрахунок мережі і захисних засобів, техніко-економічні розрахунки по вибору джерела живлення підприємства.

Графічна частина повинна бути виконана на двох листах формату А1. На першому листі наноситься генеральний план підприємства, схема освітлення і електричних підключень, а на другому – однолінійна схема живлення споживачів. Розрахунки заводяться в таблиці і розміщуються в пояснювальній записці.

Курсовий проект виконується студентами денної та заочної форм навчання в 10 семестрі.

3 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

№	Тема заняття та короткий зміст	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1.	Тема 1. Система електропостачання. Типи систем електропостачання.	3	6
2.	Тема 2. Основні методи визначення розрахункового навантаження.	3	5
3.	Тема 3. Електричні мережі промислових підприємств.	3	6
4.	Тема 4. Підстанції промислових підприємств.	3	6
5.	Тема 5. Компенсація реактивної потужності.	3	5
6.	Тема 6. Облік електроенергії.	3	6
7.	Тема 7. Аналіз показників якості електроенергії.	3	5
8.	Тема 8. Регулювання напруги.	3	5
9.	Тема 9. Негативний вплив вищих гармонік на системи електропостачання.	3	6
10.	Тема 10. Освітлення виробничих приміщень	3	6
Усього годин		30	56

4 СИСТЕМА ПОТОЧНОГО Й ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Оцінювання знань, вмінь і навичок студентів включає ті види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни «Електропостачання промислових та муніципальних об'єктів» передбачають лекційні, лабораторні заняття, самостійну роботу, виконання курсового проекту.

Перевірку і оцінювання знань студентів проводять в наступних формах:

- оцінювання виконання лабораторних робіт;
- складання проміжного контролю знань за змістовими модулями;
- складання екзамену;
- захист курсового проекту.

Для кожного змістовного модуля передбачено певну форму поточного контролю. Результати поточного контролю автоматично, без участі студента, зараховуються при модульному контролі. Студент може покращити результати поточного контролю при модульному контролі через тестування.

Максимальна оцінка при I модульному контролі — 15 балів.

Максимальна оцінка при II модульному контролі — 20 балів.

Максимальна оцінка за виконання лабораторних робіт — 40 балів.

Підсумковий контроль - екзамен.

Максимальна оцінка за екзамен – 25 балів.

Максимальна оцінка навчальної дисципліни — 100 балів.

Максимальна оцінка за підготовку курсового проекту – 75 балів.

Максимальна оцінка за захист курсового проекту – 25 балів.

5 ПЕРЕЛІК КОНТРОЛЬНИХ ЗАПИТАНЬ З ДИСЦИПЛІНИ

1. Особливості застосування трансформатора $Y/Y-0$ в мережах електропостачання промислових і муніципальних об'єктів.
2. Як і для чого розраховується струми двофазних КЗ на стороні низької напруги трансформатора 10/0,4 кВ?
3. Особливості застосування трансформатора $\Delta/Y-11$ в мережах електропостачання промислових і муніципальних об'єктів.
4. Як розраховується максимальний та мінімальний на стороні низької напруги у трансформаторах 10/0,4 кВ із глухо заземленою нейтраллю?
5. Як здійснюється зв'язок між мережами електропостачання 10 кВ і 6,3 кВ?
6. Як розраховується на стороні низької напруги у трансформаторах 10/0,4 кВ?
7. Особливості будови та застосування трансформатора V/Y .
8. Як розраховується по значеннях $U_{кз}$ трансформатора?
9. Класифікація мереж електропостачання до 1000 В згідно МЕК.
10. Як розраховується максимальний та мінімальний по значеннях повного опору трансформатора 10/0,4 кВ?
11. Умовні позначання силових трансформаторів 10/0,4 кВ та їх паспорт.
12. Що таке “напруга короткого замикання”, для чого використовується, і як визначається?
13. Які номінальні напруги силових трансформаторів 10/0,4 кВ зі сторони низької напруги?
14. У якому оперативному стані може перебувати, електроустаткування мереж електропостачання 10/0,4 кВ?
15. Як здійснюється регулювання напруги в трансформаторах 10/0,4 кВ?
16. Яка різниця між устаткуванням, яке знаходиться “в резерві” і “в автоматичному резерві”?
17. Які номінальні значення потужностей і струмів трансформаторів 10/0,4 кВ?
18. Що означає для електроустаткування його оперативний стан “під напругою”?
19. Як визначити номінальний струм з паспортних даних трансформатора 10/0,4 кВ?
20. Що означає для релейного захисту оперативний стан, бути “включеним в роботу” і “відключеним”?
21. Які схеми та групи з'єднань обмоток трансформаторів 10/0,4 кВ найбільш розповсюджені в електропостачанні промислових і муніципальних об'єктів?
22. Хто керує змінами оперативного стану устаткування електроустановок розподільчих мереж?
23. Як визначається струм КЗ в обмотці низької напруги по паспортних значеннях $U_{кз}$?

24. Що таке “оперативне управління”, його зміст та особливості застосування?
25. Як борються з КЗ між виводами трансформатора на стороні високої напруги?
26. Що таке “оперативна компетенція диспетчера районних розподільчих мереж”, її зміст та особливості застосування?
27. Який захист від міжвиткових замикань у трансформаторі 10/0,4 кВ?
28. Ким видається “розпорядження про перемикання”, ким визначається його зміст, мета і послідовність виконання операцій?
29. Побудуйте векторні діаграми струмів на стороні високої напруги при трифазному КЗ трансформатора 10/0,4 кВ на стороні високої напруги.
30. Які дії персоналу, який отримав розпорядження про перемикання?
31. Побудуйте векторні діаграми струмів і напруг на стороні високої напруги у трансформаторі 10/0,4 кВ при двофазному КЗ на стороні високої напруги.
32. Що таке “бланки перемикань”, їх мета та зміст?
33. Побудуйте векторні діаграми струмів на стороні високої та низької напруг для трансформатора V/ V -0 10/0,4 кВ, при двофазному КЗ на стороні низької напруги.
34. Який порядок дій персоналу при перемиканнях в установках 10/0,4 кВ?
35. Побудуйте векторні діаграми струмів на стороні високої та низької напруг для трансформатора Δ/V -11, 10/0,4 кВ, при двофазному КЗ на стороні низької напруги.
36. Яка інформація про виконання перемикань в установках 10/0,4 кВ , як вона документується і хто персонально її подає?
37. Побудуйте векторні діаграми струмів на стороні високої та низької напруг для трансформатора Y/ Δ -11, 10/0,4 кВ, при двофазному КЗ на стороні низької напруги.
38. Які заходи застосовуються для запобігання помилкам при перемиканнях в установках 10/0,4 кВ?
39. Побудуйте векторні діаграми струмів на стороні високої та низької напруг для трансформатора Y /Y-0 10/0,4 кВ, при однофазному замиканні на землю на стороні низької напруги.
40. Що таке “оперативна дисципліна” і який її зміст?
41. Побудуйте векторні діаграми струмів на стороні високої та низької напруг для трансформатора Δ/Y -11 10/0,4 кВ, при однофазному замиканні на землю на стороні низької напруги.
42. Як і для чого розраховується мінімальний струм КЗ на стороні низької напруги трансформатора 10/0,4 кВ?
43. Які особливості однофазного замикання на землю трансформатора 10/0,4 кВ на стороні високої напруги?
44. Як і для чого розраховується максимальний струм КЗ на стороні низької напруги трансформатора 10/0,4 кВ?

45. Опишіть вплив несиметрії напруг та струмів в мережах електропостачання до 1000 В.
46. Які ненормальні режими трансформаторів 10/0,4 кВ?
47. Приведіть векторну діаграму та формули для розрахунку ділянки мережі електропостачання до 1000 В.
48. Які допустимі перевантаження трансформаторів 10/0,4 кВ?
49. Як розраховується по $U_{кз}$ трансформатора?
50. Які трансформатори доцільно використовувати для живлення мережі 10 кВ від мережі 110 кВ?
51. Що таке “оперативна дія”, об’єкти оперативної дії та перевірка їх виконання?
52. Опишіть послідовність операцій при включенні в роботу після ремонту повітряної лінії 10 кВ.
53. Яка послідовність оперативних перемикачів з комутаційними апаратами та в установках до 1000 В?
54. Опишіть послідовність операцій при відключенні повітряної лінії 10 кВ для робіт на лінії і ремонту високовольтного вимикача від шин підстанції 10 кВ.
55. Яка послідовність оперативних перемикачів з комутаційними апаратами вище 1000 В?
56. Опишіть послідовність операцій при включенні в роботу трансформатора 10/0,4 кВ.
57. Яка послідовність операцій та перевірок їх правильності при переміщенні рухомого пристрою з перемикачем у шафі КРУ?
58. Опишіть послідовність операцій при відключенні в ремонт трансформатора 10/0,4 кВ.
59. Опишіть послідовність операцій при відключенні для ремонту повітряної лінії радіального живлення.
60. Опишіть послідовність операцій при включенні в роботу повітряної лінії 0,4 кВ.

6. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. Основи електропостачання: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2005. – 324 с.

Інформаційні ресурси

1. Сисак І.М. Електропостачання промислових і муніципальних об'єктів [електронний ресурс]: //Інституційний репозитарій Atutor (код дисципліни ID 1748): офіційний сайт Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя – Тернопіль, 2011. – Режим доступу: <https://dl.tntu.edu.ua/index.php>.