ЛІТЕРАТУРА

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ

ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА

ПУЛЮЯ

Кафедра електричної інженерії

ЕЛЕКТРИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ ЗАПОЧАТКОВАНА У 2018

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для самостійної роботи студентів

З КУРСУ

«ЕЛЕКТРИЧНА ЧАСТИНА СТАНЦІЙ ТА ПІДСТАНЦІЙ»

для здобувачів вищої освіти
за ОПП Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка
першого рівня вищої освіти

ID 971

Тернопіль 2025

Філюк Я.О. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з курсу «Електрична частина станцій та підстанцій» для здобувачів першого рівня вищої освіти за ОПП Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка // Я.О. Філюк – Тернопіль: ТНТУ, 2025. – 13 с.

Укладач: Філюк Я.О.,
к.т.н., доцент кафедри електричної інженерії

Рецензент: Осадца Я.О.
к.т.н., доц., доцент кафедри електричної інженерії

Методичні вказівки розглянуто і затверджено на засіданні кафедри електричної інженерії
Протокол №8 від 28.02.25 р

Схвалено методичною радою ФПТ Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.
Протокол № 6 від 07.03.2025

ЗМІСТ

1. МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСУ 4

2. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ЗГІДНО ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ *6*

3. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ *7*

4. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ЯКІ ВИНОСЯТЬСЯ НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ *11*

5. СИСТЕМА ПОТОЧНОГО Й ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ *11*

6. ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ *12*

1. МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСУ

1.1 Метою курсу є вивчення функціональних та однолінійних схем електричної частини станцій і підстанцій, елементів їх розрахунку, виходячи із концепції про електроенергетику як рушійну силу всіх галузей народного господарства.

Завданням курсу є вивчення елементів станцій і підстанцій з метою формування знань в області оптимальної побудови, функціонування і розвитку електричних станцій і підстанцій.

1.2. Завдання навчальної дисципліни

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

– знати: принцип проектування електричних станцій і підстанцій з використанням сучасних проектних методик; основні типи електрообладнання; електричні схеми з'єднань системи електропостачання..

– вміти: самостійно приймати технічні рішення; виконувати техніко – економічні обгрунтування технічних рішень; користуватися довідковою і технічною літературою.

За результатами вивчення дисципліни студент повинен продемонструвати такі програмні результати навчання: **ПРН1** 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; **ПРН 17** Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж; **ПРН 19** Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей: **ІК**. Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання,

що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми;

ЗК10. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ФК11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР);

ФК12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки;

ФК13. 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;

ФК14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов’язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики;

ФК16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов’язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії;

ФК17. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із 9 дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання;

ФК18. Здатність виконувати професійні обов’язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища;

ФК19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

ФК21. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах

2. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ЗГІДНО ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Основні поняття про роботу електричних станцій і підстанцій. Технологічний процес виробництва електроенергії на теплових електростанціях. Технологічний процес виробництва електроенергії на гідроелектростанціях. Нетрадиційні джерела електроенергії.Технологічний процес виробництва електроенергії на атомних ЕС. Технологічна схема АЕС з реактором ВВЕР. Технологічна схема АЕС. Структура електричної частини АЕС.

Тема 2. Схеми електричних з’єднань електростанцій і підстанцій. Основні вимоги до головних схем електроустановок станцій та підстанцій. Структурні схеми і вибір числа і потужності трансформаторів зв'язку ТЕЦ і підстанцій. Структурні схеми АЕС. Розрахунок та зменшення втрат активної потужності при розподіленні та використані в блокових трансформаторах і автотрансформаторах зв'язку. Схеми електричних з'єднань на стороні 6-10кВ.

Тема 3. Основне силове обладнання та принцип роботи електричних станцій і підстанцій та мереж. Силові трансформатори і автотрансформатори. Баланс потужності в енергосистемах та методи для зменшення втрат при її виробництві. Регулювання активного і реактивного навантаження генераторів. Графіки електричних навантажень.

Тема 4. Коротке замикання в електричних установках. Розрахунок режиму короткого замикання. Найбільш небезпечний режим при короткому замиканні у трифазній мережі. Електродинамічна дія струмів короткого замикання. Термічна дія струмі короткого замикання. Термічна стійкість. Електродинамічна стійкість.

Змістовний модуль 2.

Тема 5. Будова та технічне обслуговування силового електроустаткування електричних станцій та підстанцій і мереж. Принцип дії і будова електричних апаратів напругою понад 1000 В. Вибір вимикачів, роз'єднувачів, відділювачів. Особливості конструкції і режими роботи автотрансформаторів. Особливості експлуатації трансформаторів і автотрансформаторів.

Тема 6. Струмообмежувальні реактори та вимірювальні апарати. Власні потреб електростанцій і підстанцій. Режими роботи електродвигунів власних потреб. Самозапуск електродвигунів власних потреб. Вибір електродвигуна для приводу власних потреб.

Тема 7. Комплектні розподільні пристрої високої напруги. Комплектних розподільних пристроїв на напругу 6-35 кВ. Відкриті розподільчі пристрої. Конструкція відкритих розподільчих пристроїв 35 – 220 кВ із збірними шинами. Конструкції відкритих розподільчих пристроїв 330-500 кВ. Система охолоджування силових трансформаторів. Контрольно- вимірювальна система на електростанціях і підстанціях.

Тема 8. Світлова і звукова сигналізація в схемах вторинних з'єднань на електричних станціях та підстанціях. Сигналізація положення комутаційних апаратів. Сигналізація аварійного вимкнення вимикачів. Застережлива сигналізація. Пристрої захисного заземлення та грозозахисту

3. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ

Обов'язковим елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни «Електрична частина станцій та підстанцій» є самостійна робота

студентів з вітчизняною і зарубіжною літературою з питань функціональних та однолінійних схем електричної частини станцій і підстанцій, елементів їх розрахунку, виходячи із концепції про електроенергетику як рушійну силу всіх галузей народного господарства за напрямом підготовки «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Самостійна робота є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від нормованих навчальних занять, тобто лекційних, лабораторних 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 практичних занять;

− 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. Лекція займає провідне місце серед різноманітних форм навчально-виховної діяльності, адже саме на ній викладач передає студентам основні знання, формує навички аналізу, критичного мислення, а також орієнтує їх на подальшу самостійну роботу. Під час лекційного заняття викладач розкриває основні поняття, пояснює складні теоретичні аспекти дисципліни, вказує на ключові проблеми теми та шляхи їх вирішення. Крім того, лекція сприяє розвитку зацікавленості у предметі та створює основу для глибшого засвоєння матеріалу в індивідуальній роботі студента.

Взаємозв’язок між лекційним курсом і самостійною роботою студентів виявляється в кількох аспектах:

- лекція виступає відправною точкою, що визначає зміст і напрямок подальшої самостійної діяльності;

- під час викладу застосовуються методичні прийоми, які стимулюють пізнавальну активність;
- самостійна робота дозволяє глибше засвоїти лекційний матеріал.

Початковим етапом самостійної роботи є уважне прослуховування та записування лекцій. Добре складений конспект — це ефективний інструмент для подальшого навчання. Він має містити стислий виклад основних ідей та положень, що забезпечує успішне опрацювання теми, підготовку до практичних занять і заліків, а також орієнтацію в подальшому пошуку інформації.

Підготовка до нової лекції передбачає обов'язкове повторення матеріалу попередньої теми з використанням підручників, конспектів та додаткових джерел літератури. Це дозволяє краще осмислити нову інформацію та пов'язати її з уже вивченим. Важливо розуміти, що на лекціях викладач висвітлює лише основні положення теми, акцентуючи увагу на ключових поняттях та проблемах. Тому більшість навчального матеріалу студент має опрацьовувати самостійно, розвиваючи навички самонавчання, аналізу та систематизації знань.

Підготовка до лабораторних занять. Підготовка до лабораторних занять є важливою складовою освітнього процесу, що потребує активної самостійної роботи студента. Вона починається з уважного вивчення лекційного матеріалу та теоретичних положень, викладених у методичних рекомендаціях до відповідної теми. Студент має самостійно опрацювати основні поняття, принципи та методику виконання лабораторної роботи, а також підготувати структуровані відповіді на контрольні запитання, дотримуючись логіки засвоєння навчального матеріалу. Така підготовка сприяє глибшому розумінню теми, формуванню навичок аналізу, критичного мислення та вміння приймати обґрунтовані рішення. Лабораторні заняття дозволяють застосувати здобуті знання на практиці, сприяють розвитку технічного мислення, вмінню працювати з обладнанням, аналізувати результати експериментів і робити висновки. Самостійна підготовка до лабораторних робіт є обов'язковою умовою ефективного засвоєння навчального матеріалу та досягнення високих результатів у навчанні.

В таблиці 2.1 представлено перелік тем лабораторних робіт та практичних робіт

Таблиця 2.1 – Перелік тем лабораторних робіт

№	Тема заняття	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1.	Вступне заняття. Правила техніки безпеки в лабораторії. Структура лабораторних робіт, форма звітності, порядок захисту. Лабораторна робота №1. Дослідження будови розподільчих пристроїв підстанції 330кВ/110кВ/35кВ «Тернопіль»	6	2
2.	Лабораторна робота №2. Дослідження схеми підстанції 110/10 кВ «Галицька».	6	2
3.	Лабораторна робота №3. Дослідження головної схеми тягової підстанції 110/27,5/10 кВ (головної понижуючої підстанції) для електрифікованого залізничного транспорту.	4	1
4.	Лабораторна робота №4. Дослідження комплектної трансформаторної підстанції зовнішньої установки типу КТП 630 (вул. Федьковича).	4	1
5.	Лабораторна робота №5. Дослідження тягової підстанції ТП 10/0,6 кВ з РП-10 кВ для живлення електротранспорту (тролейбусів) м. Тернополя.	6	2
6.	Лабораторна робота №6. Дослідження будови комплектних розподільчих пристроїв КРП 10 кВ з масляними вимикачами ВМП-10	6	2
Усього годин		32	10

4. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ЯКІ ВИНОСЯТЬСЯ НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ

№	Найменування робіт	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1.	Опрацювання теоретичного матеріалу теми №1-11	26	50
2.	Підготовка до лабораторної роботи №1-5 і оформлення звітів	19	20
3.	Підготовка до модульного контролю №1-2, екзамену	21	34
Усього годин		66	104

5. СИСТЕМА ПОТОЧНОГО Й ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Оцінювання знань, вмінь і навичок студентів включає ті види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни «Енергозбереження» передбачають лекційні, лабораторні заняття, самостійну роботу.

Перевірку і оцінювання знань студентів проводять в наступних формах:

− оцінювання виконання і захист лабораторних робіт;

− складання проміжного контролю знань за змістовими модулями;

− складання екзамену.

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 — 35 балів;

Максимальна оцінка при II модульному контролі — 40 балів.

Підсумковий контроль - екзамен.

Максимальна оцінка за екзамен – 25 балів.

Максимальна оцінка навчальної дисципліни — 100 балів.

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ								
Розподіл балів, які отримують студенти за курс								
Модуль 1			Модуль 2			Підсумковий контроль		Разом з дисципліни
Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота			Теоретичний курс	Практичне завдання	100
Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота		Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота				
20	15		25	15		25	0	
№ лекції	Види робіт	К-ть балів	№ лекції	Види робіт	К-ть балів			
Тема 1	Лабораторна робота №1	5	Тема 5	Лабораторна робота №4	5			
Тема 2	Лабораторна робота №2	5	Тема 6	Лабораторна робота №5	5			
Тема 3	Лабораторна робота №3	5	Тема 7	Лабораторна робота №6	5			
Тема 4			Тема 8					

Розподіл оцінок		
Сума балів за навчальну діяльність	Шкала ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Відмінно
82-89	B	Добре
75-81	C	Добре
67-74	D	Задовільно
60-66	E	Задовільно
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання
1-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
Затверджено рішенням кафедри ЕІ, протокол №__ від «__» _____ __ року.		

6. ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бардик, Є.І. Електрична частина станцій та підстанцій. Основне електрообладнання/ Є.І. Бардик, М.П. Лукаш / К.: "Політехніка" НТУУ "КПІ" 2012. 250 с.

2.Костишин, В. С. Електрична частина станцій та підстанцій : навч. посіб./ В.С. Костишин, М.Й. Федорів, Я.В. Бацала. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2017. - 243 с.

3. Зорін В.В. Електричні мережі та системи (окремі розділи): навчальний посібник для студентів вищ. навч. закл. / Зорін В.В., Штогрин Є.А., Буйний Р.О. – Ніжин : ТОВ «Видавництво «Аспект -Поліграф», 2011. – 248 с.

4. Шестеренко В. Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2004. - 656 с.

5. Козлов В. Д. Електрична частина станцій та підстанцій аеропортів : підручник / В. Д. Козлов, В. П. Захарченко, О. М. Тачиніна; за заг. ред. В. Д. Козлова.– К. : НАУ, 2018. – 312 с.

6. Петренко А. В. Технології обслуговування та ремонту електричних установок. Частина 1 / А. В. Петренко, С. С. Макаревич // К.: ЦП "Компринт", 2017 – 360 с.

7. Експлуатація та діагностування електричних машин і трансформаторів: Навч. посіб. для студ. електромех. спец. вищ. навч. закл. / М.А. Яцун; Нац. ун-т "Львів. політехніка". — Л., 2003. — 179 с

8. Лежнюк, П. Д. Проектування електричної частини електричних станцій: навчальний посібник / П. Д. Лежнюк, В. М. Лагутін, В. В. Тептя. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 194 с.

9.Правила улаштування електроустановок ПУЕ-2017. – Х : Вид-во «Форт», 700с.

10. Норми технологічного проектування підстанцій змінного струму з вищою напругою 6-750 кВ (ГКД-341.004ю001-94). – К : Міненерго України 200 – 130 с.

11. ДСТУ 3429-96 Електрична частина електростанцій та електромережі. Термі-ни та визначення – 11 с.

12. ДСТУ 2790-94 Системи електропостачальні номінальною напругою понад 1000 В: джерела, мережі, перетворювачі та споживачі електричної енергії. Тер-міни та визначення – 10 с.

13. Електричне обладнання підстанцій систем електропостачання /[Орлович А.Ю, Плєшков П.Г., Козловський О.А., Співак О.В., Величко Т.В., Котиш А.І.]- М-во освіти і науки України, Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 272 с.

14. ДСТУ 3122-95 Установки для компенсації реактивної потужності конденсаторні. Терміни та визначення

15. ДСТУ 2267-93 Вироби електротехнічні. Терміни та визначення