


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

"ПОГОДЖЕНО"

В.о. декана інженерно-  
енергетичного факультету


 Каріне ГОРБУНОВА

"20" 06 2022 р.



"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Перший проректор

 Дмитро БАБЕНКО

"22" 06 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Основи електропостачання»

для здобувачів вищої освіти початкового рівня (молодший бакалавр, 2 курс) ден-  
ної форми навчання на 2022-2023 навчальний рік

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітній ступінь «Молодший бакалавр»

Кваліфікація: молодший бакалавр з електроенергетики, електротехніки та елект-  
ромеханіки

Мова навчання – українська.

Миколаїв – 2022 рік



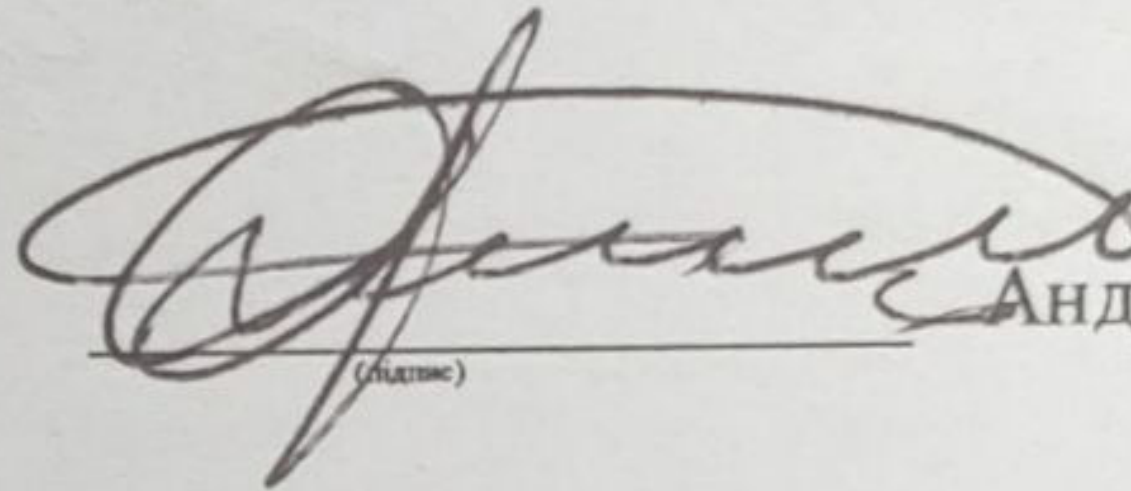
## ПЕРЕДМОВА

Програма відповідає вимогам Освітньо-професійної програми підготовки здобувачів початкового рівня (короткий цикл) вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», затвердженою Вченою радою Миколаївського національного аграрного університету 23.02.2021р. (протокол №7).

Розробники: канд. техн. наук, старший викладач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Олександр ЦИГАНОВ.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, протокол № 14 від " 09 " травня 2022 року.

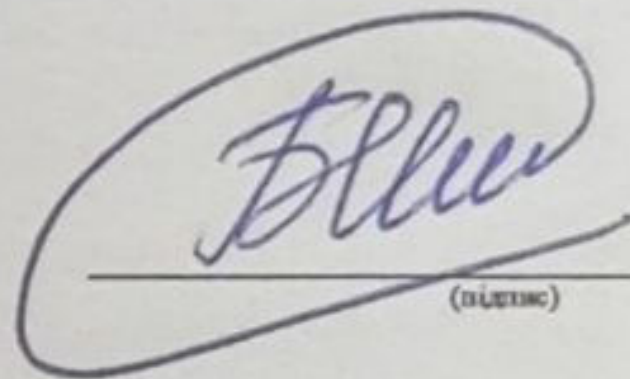
Завідувач кафедри  
електроенергетики,  
електротехніки та  
електромеханіки  
д-р техн. наук, проф.



Андрій СТАВИНСЬКИЙ

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету, протокол № 10 від "07 " червня 2022 року.

Голова науково-методичної  
комісії д-р пед. наук, доц.



Ілона БАЦУРОВСЬКА



## 1. АНОТАЦІЯ

Дисципліна вивчає принципи побудови електричних мереж і систем електропостачання та їх основних елементів, методи розрахунку електромагнітних процесів, що протікають у системах електропостачання, та методи їх проектування.

Завдання вивчення основ електроенергетики та електропостачання є набуття майбутніми інженерами теоретичних і практичних знань у галузі виробництва, передачі та перетворення електроенергії. Предметом вивчення є електричні мережі, електроустановки та їх елементи, які є основними частинами сучасних електроенергетичних систем.

Знання основ електропостачання є базовими для підготовки спеціалістів з енергетики.

Дисципліна "Основи електропостачання" є однією з профілюючих для здобувачів вищої освіти спеціальності 141, «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

*Ключові слова:* мережі, підстанція, електростанція, генератори, лінії електропередач, трансформатори.

## ANNOTATION

The course studies the principles of construction of electrical networks and power supply systems and their main elements, methods of calculating electromagnetic processes occurring in power supply systems, and methods of their design.

The task of studying the basics of electricity and power supply is the acquisition by future engineers of theoretical and practical knowledge in the field of production, transmission and conversion of electricity. The subject of study are electrical networks, electrical installations and their elements, which are the main parts of modern power systems.

Knowledge of the basics of power supply is basic for the training of specialists in energy.

The discipline "Fundamentals of Power Engineering and Power Supply" is one of the profile for students of higher education specialty 141, "Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics".

**Key words:** networks, substation, power plant, generators, power lines, transformers.

## 2. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «Основи електропостачання»

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітній ступінь «Молодший бакалавр»

Кваліфікація: молодший бакалавр з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Семестр IV

Кількість кредитів ECTS 4,0

Кількість змістових модулів 4

Загальна кількість годин 120

Види навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин та кредитів:

Лекції:

– (семестр IV) 38 / 1,26 кредитів ECTS

Практичні заняття:

– (семестр IV) 38 / 1,26 кредитів ECTS

Самостійна робота:

– (семестр IV) 44/1,47 кредитів ECTS

Форма підсумкова контрольного заходу:

– (семестр IV) екзамен.

Вивчення дисципліни “Основи електропостачання” передбачає набуття знань у здобувачів вищої освіти стосовно розрахунку навантажень, розробки систем, вибір числа і потужності підстанцій, проектування електричних мереж, підвищення їх пропускної спроможності, регулювання напруги і компенсація реактивної потужності, конструктивне виконання електромереж, а також захист мереж, їх автоматизація та підвищення надійності з метою безперебійного забезпечення споживачів електроенергією заданої якості.

Навчальний курс «Основи електропостачання» є одним із базових курсів в системі підготовки фахівців в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

**Зміни у змістовному наповненні програми.** Робоча програма щорічно оновлюється з урахуванням пропозицій усіх груп стейкхолдерів та результатів опитування здобувачів вищої освіти, роботодавців та випускників ОПП 141 «Електроенергетики, електротехніки та електромеханіки». Також робоча програма оновлюється відповідно до робочих навчальних планів підготовки здобувачів вищої освіти Миколаївського національного аграрного університету. Оновлюються теми лекцій відповідно до розвитку досліджень та технічного рівня обладнання, яке стосується даної дисципліни.

**Передбачені неформальні освітні заходи.** Здобувачам вищої освіти пропонуються протягом вивчення дисципліни: індивідуальні завдання, участь у студентських конференціях, всеукраїнській олімпіадах та студентських наукових конкурсах, участь у вебінарах та семінарах, участь у відкритих лекціях, які проводять поза межами навчального процесу, участь в дуальній освіті. Здобувач має право самостійно обирати напрям і вид неформальних освітніх заходів. Оцінка їхніх результатів відбувається за наявності документального підтвердження (сертифікат, свідоцтво, скріншот, програма, запрошення тощо).

Перезарахування дисципліни або окремих тем відбувається за бажання здобувача на підставі нормативної внутрішньої документації та Положень МНАУ.

**Передбачені інформальні освітні заходи.** Під час вивчення навчальної дисципліни «Основи електропостачання» застосовуються інноваційні педагогічні технології навчання, які включають системний набір прийомів та засобів з організації освітньої діяльності, охоплюють процес навчання від мети до програмних результатів. У освітньому процесі використовується освітня платформа Moodle, яка дозволяє використовувати дистанційні підходи у опанування навчального матеріалу, технології Jitsi Meet, а також презентаційні матеріали та відео лекції.

**Можливості набуття програмних результатів в умовах інклюзивної освіти.** Вхід факультету облаштовано кнопкою виклику чергового. Є відповідальні особи, які організують освітній процес (декан, заступники декана, куратор).

Можливість дистанційного (або очно-дистанційного) навчання через:

- систему Moodle (<https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=2367>) - лекційний матеріал, практичні завдання, напрями наукової та творчої роботи, завдання на самостійне опрацювання);
- платформу онлайн-занять Zoom – для проведення індивідуальних практичних занять, консультацій тощо;
- електронний репозитарій МНАУ – для використання інформаційних матеріалів (<http://dspace.mnau.edu.ua/jsru>);
- аудіо- та відеоповідомлення з лекційним матеріалом, поясненням особливостей завдань та напрямками їх виконання тощо;
- спілкування через електронну пошту ([tsyganov.an@mnau.edu.ua](mailto:tsyganov.an@mnau.edu.ua)) та телефонний зв'язок;
- залучення до освітньо-наукових заходів в онлайн-режимі;
- індивідуальний підхід до викладення матеріалу навчальної дисципліни;
- можливість залучення до освітнього процесу куратора академічної групи та людини, яка знаходиться поряд з здобувачем вищої освіти з особливими освітніми потребами (батьки, сестра, брат та інших).

**Мовна підготовка.** Дисципліна викладається українською мовою. Водночас, з кожної теми виділено ключові слова, які здобувачі вивчають англійською мовою. При застосуванні термінів і понять з іноземних джерел інформації, які стосуються тематики даної навчальної дисципліни, пояснення відбувається на іноземній мові та переводиться на державну. Здобувачі вищої освіти мають можливість брати участь та доповідатися у вебінарах та наукових заходах на державній або англійській мові.

**Форми навчання.** Денна або заочна (дистанційна, змішана – за наказом по університету, наприклад у зв'язку із дотриманням карантинних заходів). Освітній процес реалізується у таких формах: навчальні заняття (лекційні заняття, практичні заняття, консультації), індивідуальні завдання, самостійна робота, контрольні заходи.

**Методи навчання поділяються на три складові.**

- за джерелом знань: виконання індивідуальних завдань, самостійна робота, практичні заняття.

- за характером навчально-пізнавальної діяльності: дискусії, студентські наукові конференції, наукова діяльність (студентські конкурси наукових робіт);

- за дидактичними завданнями: методи організації навчально-пізнавальної діяльності, методи оцінки та перевірки результатів.

### 3. МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення дисципліни «Основи електропостачання» є: набуття студентами необхідних знань та вмінь для забезпечення надійної та ефективної роботи систем електропостачання споживачів агропромислового, промислового комплексів та побутових споживачів у сільських районах; підготовка студентів до діяльності в системах електропостачання агропромислового комплексу. Базові знання і навички, одержані при вивченні дисципліни, будуть використовуватися студентами при вивченні та засвоєнні дисциплін спеціалізації.

Завданням навчальної дисципліни є:

- надати інформацію про технологію виробництва, передачі та розподілу електричної енергії;
- надати інформацію про будову електричних мереж та електричні схеми електроустановок систем електропостачання;
- надати інформацію про режими роботи систем електропостачання та їх елементів;
- навчити студента методиці розрахунку електричних навантажень сільських електричних мереж для вибору оптимального перерізу проводів, потужності трансформаторних підстанцій та їх обладнання;
- навчити студента методикам розрахунку електричних мереж за втратою напруги, нагріванням та за економічними показниками;
- навчити студента методиці розрахунку струмів короткого замикання в електричних мережах.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати**:

- технологію виробництва, передачі та розподілу електричної енергії;
- задачі електропостачання агропромислового комплексу;
- будову, конструкцію і електричні схеми електроустановок систем електропостачання;
- режими роботи систем електропостачання та їх елементів; основні методи розрахунків параметрів і режимів електричних мереж та установок.

**вміти**:

- володіти сучасними математичними методами розрахунків, адаптованими до систем електропостачання сільського господарства;
- аналізувати технічний стан та режими роботи систем електропостачання щодо їх відповідності нормативним вимогам;
- виконувати розрахунки параметрів окремих елементів та систем електропостачання сільськогосподарських об'єктів;
- виконувати техніко-економічні розрахунки окремих елементів та систем електропостачання сільськогосподарських об'єктів;
- визначати перспективні шляхи реконструкції та розвитку систем електропостачання. володіти: методами вибору обладнання електричних мереж та трансформаторних підстанцій і його заміні на більш ефективне в умовах експлуатації.

Таблиця 1 Компетентності здобувачів вищої освіти

Компетентності	Змістовність
Інтегральні	ІК. Здатність розв'язувати складні завдання і проблеми у сфері професійної діяльності з електричної інженерії, а також у процесі досліджень та/або здійснення інновацій, що характеризується невизначеністю умов і вимог агропромислового виробництва
Загальні	<b>ЗК 01.</b> Здатність вчитися, здобувати, застосовувати нові знання, уміння та навички для професійного та особистісного розвитку.
	<b>ЗК 04.</b> Використовувати нові знання та професійні уміння для підвищення ефективності особистої і суспільної діяльності.
	<b>ЗК 05.</b> Оцінювати соціальну значимість пропозицій щодо вдосконалення організації і технології виробництва, впровадження нової техніки.
	<b>ЗК 06.</b> Аналізувати соціально важливі процеси, цивілізовано вирішувати соціальні, виробничі, побутові проблеми, суперечки, протиріччя.
	<b>ЗК 08.</b> 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 використовувати різні види та форми рухової активності
Фахові	<b>ФК 01.</b> Здатність вирішувати практичні навички з використанням основ теорії та методів фундаментальних дисциплін.
	<b>ФК 02.</b> Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі пов'язані з виробництвом, передачею, розподілом електричної енергії, роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.
	<b>ФК 09.</b> Здатність розуміти і враховувати соціальні екологічні, етичні, економічні аспекти, що впливають на формування технічних рішень.
	<b>ФК 10.</b> Здатність проводити монтаж, налагодження, технічне обслуговування і ремонт електротехнічного, електромеханічного та електронного обладнання.
	<b>ФК 11.</b> Здатність використовувати знання й уміння для розрахунку, дослідження, вибору, впровадження, ремонту, та проектування електротехнічних та електромеханічних систем та їх складових.
	<b>ФК 13.</b> Здатність розробляти проекти електричної частини; електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог діючих стандартів.
	<b>ФК 14.</b> Здатність використовувати базові знання та практичні навички технологій у галузі сільськогосподарського виробництва, переробки, зберігання та стандартизації продукції, а також володіти знаннями щодо екологічних процесів у сільськогосподарському виробництві.
	<b>ПРН 01</b> Отримувати і застосовувати нові знання, уміння, навички для професійного та особистісного розвитку.
Програмні результати навчання	<b>ПРН 05</b> Уміти працювати самостійно та в команді, виявляти та вирішувати проблеми.
	<b>ПРН 06.</b> Використовувати інформаційні та комунікаційні технології і спеціалізоване програмне забезпечення при проектуванні та експлуатації електрообладнання.
	<b>ПРН 10.</b> Розуміти процес виробництва, передачі та розподілу електричної енергії, основи теорії високих напруг, описувати роботу електричних систем та мереж для вибору та експлуатації електрообладнання електричних частин станцій і підстанцій.
	<b>ПРН 12.</b> Застосовувати знання щодо принципів роботи електричних машин, апаратів, трансформаторів, електротехнічних установок в професійній діяльності.



<b>ПРН 13.</b> Здійснювати вибір елементів, пов'язаних з роботою електроприводу, мікропроцесорної техніки, пристроїв автоматичного керування, релейного захисту.
<b>ПРН 14.</b> Застосовувати набуті знання та уміння при виборі і розрахунку освітлювальних та опромінювальних установок, вирішувати технічні задачі у області застосування електротехнологічних установок.
<b>ПРН 15.</b> Застосовувати набуті знання щодо технологічних процесів та обладнання об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, здійснювати вибір електроустаткування та відповідних систем керування до нього.
<b>ПРН 20.</b> Застосовувати навички роботи з сучасним обладнанням та програмним забезпеченням при виконанні розрахунків, моделювання і проектування електротехнічного, електроенергетичного та електромеханічного обладнання, відповідних комплексів та систем.
<b>ПРН 21.</b> Вирішувати спеціалізовані завдання із дотриманням вимог діючої нормативної документації для проектування електричної частини електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.
<b>ПРН 22.</b> Застосовувати базові знання та практичні навички з технологій у галузі сільськогосподарського виробництва, переробки, зберігання та стандартизації продукції, а також екологічних процесів з метою належного ведення обліку господарських процесів підприємств.

#### 4. МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ У СТРУКТУРІ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН

Вивчення предмета слід будувати так, щоб теоретичний матеріал доказово підкреслювався експериментом та практикою. З цією метою крім лекцій передбачені практичні та лабораторні заняття. Такий метод дає можливість студентам більш глибоко зрозуміти суть предмета і застосовувати знання при вивченні інших дисциплін, вільно оперувати отриманими знаннями при вирішенні практичних проблем енергопостачання. Деякі теми навчальної програми студенти повинні вивчати самостійно.

З метою підвищення якості навчання доцільно широко використовувати модульний принцип, програмовані завдання як для вивчення курсу, так і для контролю знань студентів.

Вивчення дисципліни ґрунтується на знаннях розділів фізики, вищої математики, основ електротехніки, монтажу, налагоді і експлуатації електрообладнання, електричних машин й апаратів.

З дисципліни “Фізика” в курсі “Основи електропостачання” використовуються розділи: «Основи термодинаміки та теплопровідність», «Електрика і магнетизм», «Фізичні властивості та особливості використання в електротехніці провідникових, ізолюючих та напівпровідникових матеріалів».

З дисципліни “Вища математика” для вивчення курсу «Основи електропостачання» необхідні знання розділів: «Аналітична геометрія», «Основи математичного аналізу», «Основи математичного програмування»

Для успішного вивчення курсу «Основи електропостачання» необхідні знання розділів дисципліни «Основи електротехніки»: «Електричні і магнітні кола змінного струму», «Трифазні електричні кола», «Чотириполосники і частотні фільтри», «Перехідні процеси в електричних колах», «Електричні кола з розподіленими параметрами», «Рівняння електромагнітного поля», «Змінне електромагнітне поле».

З дисципліни «Електричні машини й апарати» є необхідним застосування знань розділів: «Теорія електричних апаратів», «Типові схемотехнічні рішення систем захисту».



З дисципліни «Електричні машини й апарати» в курсі « Основи електропостачання » використовуються розділи: «Теорія синхронних машин», «Теорія асинхронних машин», «Теорія трансформаторів».

Знання з дисципліни «Основи електропостачання» у подальшому навчанні за спеціальністю необхідні при вивченні таких дисциплін:

- «Електропостачання АПК»;
- «Перехідні процеси в системах електропостачання АПК»;
- «Проектування систем електрифікації і електропостачання АПК»;
- «Моделювання і оптимізація параметрів і режимів роботи енергетичних мереж»;
- «Електроустановки і системи електропостачання»;
- «Охорона праці в галузі» (електробезпека);
- «Експлуатація систем енергопостачання».

Навчальний курс «Основи електропостачання» відноситься до дисциплін професійної та практичної підготовки спеціальності 141 електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

## 5. СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ»

Дисципліна «Основи електропостачання» складається з двох частин, кожна з яких викладається протягом одного семестру. У свою чергу кожна частина дисципліни поділена на два логічно пов'язані навчальні модулі (рис. 1, та 2), кожний з яких вміщує об'єднану за своєю тематикою сукупність лекцій та лабораторних робіт, що супроводжуються виконанням самостійної роботи. Знання, отримані студентами під час засвоєння лекційного матеріалу і виконання

лабораторних робіт, кожного модуля, закріплюються у процесі виконання самостійної роботи. Тематика лекцій та лабораторних робіт кожного модуля наведені у робочій програмі дисципліни.

Для перевірки знань, отриманих під час вивчення кожного модуля, передбачений модульний контроль. Загальні знання курсу оцінюються під час іспиту та захисту курсового проекту. Оцінки з іспиту і курсової роботи заносяться до загального рейтингу кожного студента.

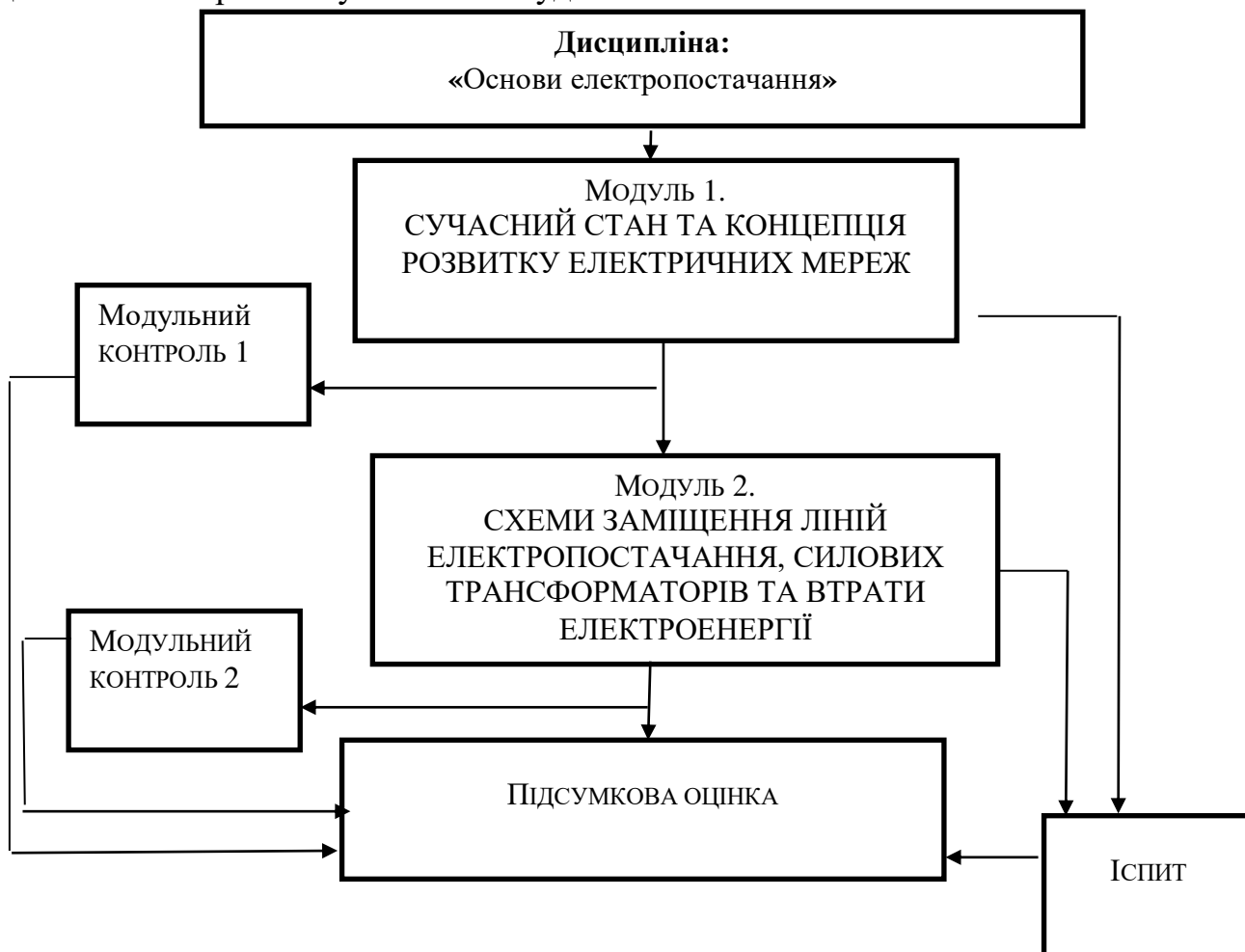


Рис. 1. Структурна схема дисципліни

Таблиця 2. Змістовні модулі та їхнє наповнення  
2 курс, IV семестр

Модулі	Теми
Змістовий <b>Модуль 1</b> Сучасний стан та концепція розвитку електричних мереж	ТЕМА 1. Загальні питання вироблення та розподілення електричної енергії
	ТЕМА 2. Види та класифікація схеми розподілу електроенергії
	ТЕМА 3. Основні елементи електричної мережі
	ТЕМА 4. Основні відомості про повітряні та кабельні лінії електропередавання
	ТЕМА 5. Опори повітряних ліній електропередач
	ТЕМА 6. Трансформаторні підстанції лінії електропередач
	ТЕМА 7. Схеми мережі зовнішнього і внутрішнього електропостачання
Змістовий <b>Модуль 2.</b> Схеми заміщення	ТЕМА 8. Схеми заміщення ліній електропостачання повітряного і кабельного виконання



ліній електропостачання, силових трансформаторів та втрати електроенергії.	ТЕМА 9. Дослідження схем заміщення силових трансформаторів
	ТЕМА 10. Визначення втрат електроенергії у трансформаторах і лініях електропередач
	ТЕМА 11. Джерела активної та реактивної потужності лінії електропостачання
	ТЕМА 12. Заходи щодо зниження втрат активної потужності і електроенергії у електричних мережах і підвищення надійності роботи електричних мереж
	ТЕМА 13. Компенсація реактивної потужності в лінії електропередач
	ТЕМА 14. Короткі замикання в лінії електропередач
	ТЕМА 15. Режими нейтралі електричних мереж
	ТЕМА 16. Навантаження електричної мережі
	ТЕМА 17. Графік навантаження мережі. режим електричної системи й участь електростанцій у виробництві електроенергії
ТЕМА 18. Типи електростанцій і їхні особливості	

## 6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Відповідно до навчального плану спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» навчальна дисципліна «Основи електропостачання» вивчається здобувачами вищої освіти протягом 4-го семестру (2-го курсу освітнього ступеня молодший бакалавр). Навчальна дисципліна «Основи електропостачання» розрахована на 120 годин / 4,0 кредити ЕКТС (2 змістовні модулі), у тому числі теоретичний курс включає:

Лекції:

– (семестр IV) 38 / 1,26 кредитів ЕКТС

Практичні заняття:

– (семестр IV) 38 / 1,26 кредитів ЕКТС

Самостійна робота:

– (семестр IV) 44/1,47 кредитів ЕКТС

Форма підсумкова контрольного заходу:

– (семестр IV) екзамен.

Таблиця 3 Розподіл освітнього часу за видами занять та контрольні заходи  
2 курс, IV семестр

Змістовні модулі курсу			Теми	Розподіл навчального часу			Термін виконання, тиждень	Терміни контрольного заходу
Найменування	Обсяг, кредити	Сума балів		лекції	практичні	самостійна робота		
Змістовий модуль 1. Сучасний стан та концепція розвитку електричних мереж	0,17	2 - 3	ТЕМА 1. Загальні питання вироблення та розподілення електричної енергії	2	2	3	1-й тиждень	
	0,17	2 - 3	ТЕМА 2. Види та класифікація схеми розподілу електроенергії	2	2	3	2-й тиждень	
	0,17	2 - 3	ТЕМА 3. Основні елементи електричної мережі	2	2	3	3-й тиждень	

	0,17	2 - 3	ТЕМА 4. Основні відомості про повітряні та кабельні лінії електропередавання	2	2	3	4-й тиждень	
	0,17	2 - 3	ТЕМА 5. Опори повітряних ліній електропередач	2	2	3	5-й тиждень	
	0,17	2 - 3	ТЕМА 6. Трансформаторні підстанції лінії електропередач	2	2	3	6-й тиждень	
	0,17	2 - 3	ТЕМА 7. Схеми мережі зовнішнього і внутрішнього електропостачання	2	2	3	7-й тиждень	Проміжний контроль
Змістовий модуль 2. Схеми заміщення ліній електропостачання, силових трансформаторів та втрати електроенергії.	0,17	2 - 3	ТЕМА 8. Схеми заміщення ліній електропостачання повітряного і кабельного виконання	2	2	3	8-й тиждень	
	0,17	2 - 3	ТЕМА 9. Дослідження схем заміщення силових трансформаторів	2	2	3	9-й тиждень	
	0,17	2 - 3	ТЕМА 10. Визначення втрат електроенергії у трансформаторах і лініях електропередач	2	2	3	10-й тиждень	
	0,17	2 - 3	ТЕМА 11. Джерела активної та реактивної потужності лінії електропостачання	2	2	3	11-й тиждень	
	0,17	2 - 3	ТЕМА 12. Заходи щодо зниження втрат активної потужності і електроенергії у електричних мережах і підвищення надійності роботи електричних мереж	2	2	2	12-й тиждень	
	0,17	2 - 3	ТЕМА 13. Компенсація реактивної потужності в лінії електропередач	2	2	2	13-й тиждень	
	0,17	2 - 3	ТЕМА 14. Короткі замикання в лінії електропередач	2	2	2	14-й тиждень	
	0,17	2 - 3	ТЕМА 15. Режими нейтралі електричних мереж	2	2	2	15-й тиждень	
	0,17	2 - 3	ТЕМА 16. Навантаження електричної мережі	2	2	1	16-й тиждень	

	0,17	2 - 3	ТЕМА 17. Графік навантаження режим системи електростанцій виробництві електроенергії	мережі. електричної часту	2	2	1	17-й тиждень	
	0,11	2 - 3	ТЕМА 18. електростанцій і особливості	Типи їхні	4	4	1	18-19-й тиждень	Проміжний контроль
<b>Всього</b>	<b>3,0</b>	<b>36-60</b>	<b>Всього годин по навчальній дисципліні</b>		<b>38</b>	<b>38</b>	<b>44</b>	<b>х</b>	<b>х</b>

**6.1. Перелік та короткий зміст тем змістовних модулів  
2 курс, IV семестр**

**МОДУЛЬ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ  
ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ**

**Лекція 1. Загальні питання вироблення та розподілення електричної енергії**

Вступ. Значення, роль і місце електроенергетики в агропромисловому виробництві. Особливості електропостачання об'єктів агропромислового комплексу. Показники якості електричної енергії. Сучасний стан та концепція розвитку електричних мереж сільських районів. Джерела електричної енергії. Передача та розподіл електричної енергії. Типи трансформаторних підстанцій та ліній електропередачі, їх класифікація та номінальні параметри.

*Ключові слова: типи підстанцій, джерела енергії, передача, розподіл, трансформатор.*

*Key words: types of substations, energy sources, transmission, distribution, transformer.*

**Лекція 2. Види та класифікація схеми розподілу електроенергії**

Характеристика споживачів електричної енергії. Номінальна, установлена та розрахункова потужності. Графіки електричних навантажень споживачів і трансформаторних підстанцій та їх використання. Розрахунок навантажень електричних мереж різної напруги. Методи розрахунку електричних навантажень та їх порівняльна характеристика.

*Ключові слова: графік навантажень, розрахунок, електрична мережа, порівняльна характеристика, споживач, трансформатор, мережа.*

*Keywords: load schedule, calculation, electric network, comparative characteristic, consumer, transformer, network.*

**Лекція 3. Основні елементи електричної мережі**

Необхідність регулювання напруги в електричних мережах. Визначення допустимої втрати напруги в електричних мережах. Способи регулювання



напруги в електричних мережах: стабілізація та зустрічне регулювання напруги. Основні засоби регулювання напруги: пристрої РПН та ПБЗ. Заходи регулювання напруги: повздовжня ємнісна компенсація та компенсація реактивної потужності

*Ключові слова: регулювання напруги, ємнісна компенсація, компенсація реактивної потужності, стабілізація, мережа.*

*Key words: voltage regulation, capacitive compensation, reactive power compensation, stabilization, network.*

#### **Лекція 4. Основні відомості про повітряні та кабельні лінії електропередавання**

Класифікація електричних мереж напругою 0,38...110 кВ. Характеристика елементів електричних мереж. Умовні графічні позначення в електричних схемах.

Лінії електропередачі, їх типи та конструкції. Активні та індуктивні опори проводів і кабелів.

Електричні трансформаторні підстанції. Типи підстанцій, їх технічні характеристики і основні схеми електричних з'єднань первинних кіл. Основне електрообладнання розподільних пристроїв підстанцій та його призначення. Основне електрообладнання вторинних кіл підстанцій та його призначення.

*Ключові слова: типи підстанцій, трансформатор, розподільючий пристрій, вторинне коло, опора, кабель.*

*Key words: types of substations, transformer, distributor, secondary circle, support, cable.*

#### **Лекція 5. Опори повітряних ліній електропередач**

Порівняльна характеристика методів розрахунку електричних мереж. Магістральний принцип проектування ліній електропередачі.

Розрахунок електричних мереж за втратою напруги. Векторна діаграма лінії трифазного струму. Падіння та втрата напруги. Вибір перерізу проводів ліній за допустимою втратою напруги. Розрахунок розгалужених електричних мереж. Розрахунок мереж з нерівномірним навантаженням фаз.

Розрахунок електричних мереж за економічними показниками. Критерії вибору електричних мереж за економічними показниками: приведеними витратами на передачу електричної енергії, економічною густиною струму в провідниках, собівартістю передачі електричної енергії. Вибір оптимального перерізу проводів та жил кабелів: за економічними інтервалами навантаження та густиною струму. Перевірка проводів за втратою напруги.

Розрахунок електричних мереж за допустимим нагріванням. Вибір перерізу проводів і кабелів за допустимим нагріванням, вибір та перевірка захисних апаратів.

Розрахунок замкнених електричних мереж. Радіальні і замкнені електричні мережі. Розрахунок ліній електропередач з двостороннім живленням Розрахунок складних замкнених мереж. Розрахунок електричних мереж напругою 110 кВ.

Основи розрахунку повітряних ліній на механічну міцність.

*Ключові слова: розрахунок, електрична мережа, переріз проводу, нагрівання, лінія електропередач, радіальна мережа, замкнена мережа.*

*Keywords: calculation, electric network, cross section of wire, heating, power line, radial network, closed network.*

## **Лекція 6. Трансформаторні підстанції лінії електропередач**

Фізична суть та причини виникнення перенапруг. Види перенапруг. Захист електроустановок від прямих ударів блискавки. Захист електроустановок від індукованих перенапруг. Виконання захисту від перенапруг трансформаторних підстанцій, ліній електропередач, електроустановок.

*Ключові слова: удар, блискавка, лінія електропередач, перенапруга, захист.*

*Keywords: impact, lightning, power line, overvoltage, protection.*

## **Лекція 7. Схеми мережі зовнішнього і внутрішнього електропостачання**

Причини, види та наслідки коротких замикань. Характеристики процесу короткого замикання: ударний струм та діюче значення струму короткого замикання. Опір елементів кола короткого замикання. Схеми заміщення та визначення опору кола короткого замикання. Визначення струму короткого замикання в розподільних електричних мережах та мережах споживачів.

Замикання на землю в мережах з ізолюваною нейтраллю. Електричні мережі з компенсованою нейтраллю.

*Ключові слова: коротке замикання. опір кола, характеристики процесу, замикання на землю.*

*Keywords: short circuit. resistance of the circle, characteristics of the process, ground fault.*

## **МОДУЛЬ 2. Схеми заміщення ліній електропостачання, силових трансформаторів та втрати електроенергії.**

### **Лекція 8. Схеми заміщення ліній електропостачання повітряного і кабельного виконання**

Способи побудови захисту електричних мереж від коротких замикань. Типи захистів та вимоги до них. Порівняльна характеристика захисних пристроїв.

Особливості захисту електричних мереж напругою 0,38 кВ. Захист ліній напругою 0,38 кВ автоматичними вимикачами. Захист ліній напругою 0,38 кВ за допомогою пристрою ЗТ-0,4. Захист силових трансформаторів від короткого замикання та перевантаження. Максимальний струмовий захист (МСЗ) та струмова відсічка (СВ) та їх розрахунок. МСЗ з незалежною витримкою часу. МСЗ з вторинним реле струму прямої дії. МСЗ з обмежено залежною витримкою часу (РТ-85). МСЗ з незалежною витримкою часу на змінному оперативному струмі (РТ-40). МСЗ на змінному оперативному струмі від блоків живлення і заряджання.

*Ключові слова: максимальний струмовий захист, струмова відсічка, блок живлення, витримка часу, силовий трансформатор.*

*Key words: maximum current protection, current cutoff, power supply, time delay, power transformer.*

### **Лекція 9. Дослідження схем заміщення силових трансформаторів**

Особливості автоматизації електричних мереж сільськогосподарських районів.

Ефективність автоматизації мереж. Призначення та види автоматичних пристроїв електричних мереж. Автоматичне повторне включення. Автоматичне ввімкнення резерву. Автоматичне частотне розвантаження. Порівняльна характеристика автоматичних пристроїв.

*Ключові слова: резерв, автоматичне ввімкнення, частотне розвантаження, електрична мережа, автоматизація.*

*Keywords: reserve, automatic switch-on, frequency unloading, electric network, automation.*

### **Лекція 10. Визначення втрат електроенергії у трансформаторах і лініях електропередач**

Основні поняття про втрати електричної енергії в елементах системи електропостачання. Втрати електроенергії в лініях електропередачі та силових трансформаторах. Методи розрахунку втрат електроенергії в електричних мережах. Критерії оцінювання економічності роботи електричних мереж. Способи підвищення економічності роботи електричних мереж.

*Ключові слова: втрати, економічність, електропостачання, елементи системи, критерії оцінювання.*

*Keywords: losses, efficiency, power supply, system elements, evaluation criteria.*

### **ТЕМА 11. Джерела активної та реактивної потужності лінії електропостачання**

**Активна потужність** - це енергія за одиницю часу, яка виділяється при проходженні струму через активний опір або потужність, яка витрачається на виконання корисної роботи – обертання маховика двигуна, підйому вантажу електромагнітом і т. ін.. Джерелами активної потужності в системі служать генератори електростанцій. В основному, це трифазні синхронні генератори, що обертаються первинними двигунами (паровими, газовими й гідравлічними турбінами, дизельними двигунами). Залежно від роду первинного двигуна синхронні генератори діляться на турбогенератори, гідрогенератори й дизельні генератори.

*Ключові слова: активна потужність, генератори.*

*Keywords: active power, generators.*

### **ТЕМА 12. Заходи щодо зниження втрат активної потужності і електроенергії у електричних мережах і підвищення надійності роботи електричних мереж**

Одним з основних заходів щодо зниження втрат потужності є установка компенсуючих пристроїв (КП) в мережах споживачів електроенергії. Приблизно 60% усього необхідного зниження досягається з її поміччю. Біля 20 % дає установка КП в мережах 35-110 кВ енергосистем і сільських мереж. Приблизно 10 % - інші технічні заходи.

*Ключові слова: втрати, пропускний рівень напруги.*

*Keywords: losses, throughput voltage level.*



### **ТЕМА 13. Компенсація реактивної потужності в лінії електропередач**

Більша частина промислових приймачів в процесі роботи споживає з мережі, крім активної потужності  $P$ , реактивну потужність  $Q$ . Основними споживачами реактивної потужності є асинхронні двигуни (60-65% загального споживання реактивної потужності), трансформатори (20-25%), повітряні електричні мережі, реактори, перетворювачі та інші установки (близько 10%). Залежно від характеру електроукомплектування його реактивне навантаження може складати до 130% по відношенню до активної.

*Ключові слова: втрати, економічність, електропостачання, реактивна потужність, конденсатори, синхронні генератори, коефіцієнт потужності.*

*Keywords: losses, efficiency, power supply, reactive power, capacitors, synchronous generators, power factor.*

### **ТЕМА 14. Короткі замикання в лінії електропередач**

Порушення нормальної роботи електричних установок і системи електропостачання обумовлені переважно короткими замиканнями й замиканнями на землю. Коротким замиканням (КЗ) називається всяке непередбачене нормальним режимом замикання між струмоведучими частинами, що належать до різних фаз. Замиканням на землю називається всяке непередбачене нормальним режимом замикання на землю струмоведучих частин.

*Ключові слова: коротке замикання, замикання на землю, несиметричні короткі замикання.*

*Keywords: short circuit, earth fault, asymmetric short circuit.*

### **ТЕМА 15. Режими нейтралі електричних мереж**

Надійність роботи електроустановок і систем електропостачання в цілому значною мірою залежить від режиму нейтралі джерел і приймачів трифазного струму. Відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) по режиму роботи нейтралі всі електроустановки й електричні мережі поділяються на наступні основні групи - із глухозаземленою, з ізольованою і з ефективно заземленою нейтраллю. Мережею з *глухозаземленою* нейтраллю називається мережа, у якій нейтралі трансформаторів чи генераторів приєднані до пристрою, що заземлює, чи безпосередньо через малий опір (наприклад, через трансформатори струму). Мережею з *ізольованою* нейтраллю називається мережа, нейтраль, у якій нейтралі трансформаторів чи генераторів не приєднані до пристрою, що заземлює, чи приєднані до нього через прилади сигналізації, виміру, дугогасні реактори і подібні їм пристрої, що мають великий опір. Мережею з *ефективно заземленою* нейтраллю називається трифазна електрична мережа напругою вище 1 кВ, у якій коефіцієнт замикання на землю не перевищує 1,4.

*Ключові слова: надійність роботи, режим нейтралі, коефіцієнт замикання.*

*Keywords: reliability, neutral mode, short-circuit factor.*

## **ТЕМА 16. Навантаження електричної мережі**

При проектуванні електропостачання підприємств розрахункові навантаження визначають для груп різних електроприймачів, що отримують живлення від підстанцій. Тому вихідними даними для визначення електричних навантажень окремих елементів і всієї системи електропостачання є відомості про кількість споживачів, їх розташування і номінальні потужності.

*Ключові слова: економічність, навантаження, групи споживачів, номінальна потужність, електропостачання, елементи системи.*

*Keywords: efficiency, load, consumer groups, rated power, power supply, system elements.*

## **ТЕМА 17. Графік навантаження мережі. Режим електричної системи й участь електростанцій у виробництві електроенергії**

Основними вихідними даними для розрахунків електричних мереж є відомості про навантаження споживачів та райони розташування станцій і підстанцій. Споживання електроенергії є досить змінною величиною і залежить від призначення та використання ЕП, режимів їхньої роботи, часу й інших факторів. Не залишається незмінним та змінюється режим у різні години доби, місяців року. Від режимів споживання електроенергії залежать режими роботи енергетичних установок електричної системи. Ці режими як і процес електроспоживання характеризуються графіками навантаження, які показують у часі зміну потужності чи струму на протязі доби, місяця, пори року (зима, літо, осінь чи весна) або на протязі цілого року. Споживання електроенергії групують по галузям: окремим видам промисловості, транспорту, сільськогосподарському виробництву, тощо.

*Ключові слова: споживання, розрахунок мереж, навантаження, оптимізація, планування.*

*Keywords: consumption, network calculation, load, optimization, planning*

## **ТЕМА 18. Типи електростанцій і їхні особливості**

Описуються конструктивні особливості різних типів електростанцій та способів утворення на них електроенергії.

*Ключові слова: гідроелектростанція, перетворення, генерація, трансформатор, електрична мережа, альтернативні джерела електроенергії.*

*Keywords: hydroelectric power plant, transformation, generation, transformer, electric network, alternative sources of electric power.*

6.2. Перелік та план лекцій  
2 курс, IV семестр

**МОДУЛЬ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ  
ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ**

## **Лекція 1. Загальні питання вироблення та розподілення електричної енергії**

План:

1. Основні задачі та поняття в області передавання електричної енергії
2. Призначення електричних мереж
3. Вимоги до електричних мереж
4. Номінальні напруги устаткування електричних систем

## **Лекція 2. Види та класифікація схеми розподілу електроенергії**

План:

1. Класифікація електричних мереж;
2. Схеми розподілу електроенергії;
3. Структурні схеми електропостачання міст і промислових підприємств;

## **Лекція 3. Основні елементи електричної мережі**

План:

1. Основні елементи ЛЕП;
2. Основні елементи ПС;
3. Принципи побудови систем електропостачання.

## **Лекція 4. Основні відомості про повітряні та кабельні лінії електропередавання**

План:

1. Повітряна лінія електропередачі;
2. Кабельна лінія електропередачі.

## **Лекція 5. Опори повітряних ліній електропередач**

План:

1. Класифікація опор ЛЕП;
2. Дерев'яні опори;
3. Залізобетонні опори;
4. Металеві опори.

## **Лекція 6. Трансформаторні підстанції лінії електропередач**

План:

1. Основна характеристика трансформаторних підстанцій;
2. Конструкція та робота комплектної трансформаторної підстанції;
3. Класифікація підстанцій за призначенням;
4. Схеми приєднань ТП до головних понижувальних підстанцій;
5. Призначення розподільчих пристроїв.

## **Лекція 7. Схеми мережі зовнішнього і внутрішнього електропостачання**

План:

1. Схеми мереж зовнішнього електропостачання;
2. Схема мереж внутрішнього електропостачання.

## **МОДУЛЬ 2. СХЕМИ ЗАМІЩЕННЯ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ТА ВТРАТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.**

### **Лекція 8. Схеми заміщення ліній електропостачання повітряного і кабельного виконання**

План:

1. Параметри схем заміщення ЛЕП;
2. Розрахунки параметрів схеми заміщення мережі;
3. Активний опір лінії ЛЕП;
4. Індуктивний опір лінії;
5. Активна поперечна провідність лінії;
6. Ємнісна провідність лінії електропередавання.

### **Лекція 9. Дослідження схем заміщення силових трансформаторів**

План:

1. Поняття приведених параметрів та заступна схема трансформатору;
2. Параметри схем заміщення двообмоткових трансформаторів;
3. Однолінійні схеми заміщення триобмоткових силових трансформаторів.

### **Лекція 10. Визначення втрат електроенергії у трансформаторах і лініях електропередач**

План:

1. Загальна характеристика втрат енергії в електричних мережах;
2. Визначення втрат електроенергії в проводах та кабелях ліній електропередач;
3. Методика обчислення втрат в трансформаторах ліній електропередач.

### **Лекція 11. Джерела активної та реактивної потужності лінії електропостачання**

План:

1. Джерела активної потужності;
2. Джерела реактивної потужності.

### **Лекція 12. Заходи щодо зниження втрат активної потужності і електроенергії у електричних мережах і підвищення надійності роботи електричних мереж**

План:

1. Класифікація заходів;
2. Організаційні заходи;
3. Технічні заходи;
4. Удосконалювання технічного урахування;
5. Заходи щодо підвищення надійності роботи електричних мереж.

### **Лекція 13. Компенсація реактивної потужності в лінії електропередач**

План:

1. Способи зменшення споживання реактивної потужності;
2. Компенсуючі пристрої;
3. Вибір компенсуючих пристроїв;
4. Розміщення компенсуючих пристроїв.

#### **Лекція 14. Короткі замикання в лінії електропередач**

План:

1. Ушкодження електричних мереж і установок;
2. Основні поняття та співвідношення величин струмів короткого замикання;
3. Способи розрахунків струмів короткого замикання;

#### **Лекція 15. Режими нейтралі електричних мереж**

План:

1. Режим роботи нейтралі електричних мереж;
2. Електричні мережі напругою до 1000В;
3. Електричні мережі напругою понад 1000В.

#### **Лекція 16. Навантаження електричної мережі**

План:

1. Види електричних навантажень;
2. Визначення розрахункових навантажень;
3. Розрахунок навантажень за технологічними даними.

#### **Лекція 17. Графік навантаження мережі. режим електричної системи й участь електростанцій у виробництві електроенергії**

План:

1. Графік навантаження мережі;
2. Основні фізичні величини, що характеризують графіки навантаження;
3. Показники графіків навантаження;
4. Встановлена потужність електростанцій системи.

#### **Лекція 18. Типи електростанцій і їхні особливості**

План:

1. Теплові конденсаційні електростанції;
2. Теплоелектроцентралі;
3. Газотурбінні установки;
4. Гідроелектростанції;
5. Гідроакумулюючі електричні станції;
6. Атомні електричні станції



Практичні заняття – це форма навчального заняття, під час якого студент виконує розрахункове завдання відповідно до проблеми конкретної екологічної ситуації.

Таблиця 4. Перелік тем практичних занять  
2 курс, IV семестр

Назва змістового модуля/тема	Обсяг годин	Форма контролю
Модуль 1. Сучасний стан та концепція розвитку електричних мереж	16	х
1. Вивчення конструкцій та роботи роз'єднувачів, короткозамикачів, віддільників та приводів до них, складання і регулювання схем електромагнітних блокувань.	5	Письмовий або усний захист практичної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
2. Вивчення будови і роботи пристроїв захисту електроустановок від перенапруг, вимірювання їх експлуатаційних параметрів.	5	Письмовий або усний захист практичної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
3. Дослідження схем ввімкнення вторинних обмоток трансформаторів струму	6	Письмовий або усний захист практичної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
Модуль 2. Схеми заміщення ліній електропостачання, силових трансформаторів та втрати електроенергії.	22	х
4. Випробування максимального струмового захисту із застосуванням індукційного реле струму.	8	Письмовий або усний захист практичної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
5. Вивчення та аналіз роботи схем підстанцій, їх основного обладнання та розподільних пристроїв.	8	Письмовий або усний захист практичної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
6. Дослідження режимів роботи лінії електропостачання змінного струму при різних значеннях коефіцієнта потужності навантаження.	6	Письмовий або усний захист практичної роботи за результатами розрахунків та відповідей на контрольні питання.
<b>Разом по дисципліні</b>	<b>38</b>	<b>х</b>

6.4 Теми, форма контролю та перевірки завдань, які винесені на самостійне обов'язкове опрацювання

Самостійна робота здобувачів вищої освіти містить у собі, вивчення теоретичного курсу за конспектом лекцій та поглиблена переробка матеріалу за рекомендованими темами.

Обсяг самостійної роботи:

– (семестр IV) 44/1,47 кредитів ЕКТС

передбачено та узгоджено з годинами, що виділяються деканатом факультету з сумарного бюджету часу здобувача вищої освіти.

Робота здобувачів вищої освіти над теоретичним курсом перевіряється за рахунок тестів, при виконанні та захисту практичних робіт, а також на консультаціях.

Здобувачі вищої освіти, які не виявляють активності у самостійній роботі, викликаються на консультації, запрошуються на засідання кафедри, їх прізвища повідомляються у деканат факультету.

Також самостійна робота здобувача включає: опанування навчального матеріалу, проведення наукових досліджень, підготовку наукових публікацій, матеріалів для участі в студентських наукових конференціях.

Таблиця 5. Теми для самостійної роботи

**2 курс, IV семестр**

Назва змістового модуля/тема	Обсяг годин	Завдання
<b>Модуль 1. Сучасний стан та концепція розвитку електричних мереж</b>	21	x
1. Загальні відомості про виробництво, передачу, розподіл та споживання електричної енергії.	7	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.
2. Електричні навантаження сільських мереж.	7	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.
3. Економічність роботи електричних мереж.	7	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.
<b>Модуль 2. Схеми заміщення ліній електропостачання, силових трансформаторів та втрати електроенергії.</b>	23	x
4. Елементи електричних мереж.	7	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.
5. Розрахунок електричних мереж напругою 0,38...110 кВ.	7	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.
6. Регулювання напруги в електричних мережах.	9	Опрацювати додатковий теоретичний матеріал за даною тематикою, та законспектувати в лекційний зошит. Виконати порівняльний аналіз з іноземними джерелами.

Назва змістового модуля/тема	Обсяг годин	Завдання
<b>Разом</b>	<b>44</b>	<b>x</b>

Таблиця 6. Форма перевірки та оцінювання завдань самостійної роботи

№	Модулі*	Кількість заходів	Оцінка в балах		Сума балів	
			min	max	min	max
1.	Самостійна та індивідуальна робота, есе, виступи-доповіді на студентських наукових конференціях МНАУ.	4	1,0	3,0	4,0	9,0
	змістовний модуль перший	1	1,0	3,0	2,0	6,0
	змістовний модуль другий	1	1,0	3,0	2,0	6,0
	Разом за змістовними модулями (семестр)	x	x	x	4,0	12,0
<b>Разом</b>					<b>4,0</b>	<b>12,0</b>

#### 6.5. Наукова робота здобувачів вищої освіти

Під час вивчення навчальної дисципліни «Основи електропостачання» здобувачі вищої освіти мають можливість прийняти участь у неформальних освітніх заходах та підготувати тез наукові доповіді, щодо обраної тематики дослідження на студентських науково-теоретичних конференціях які проводять на базі університету:

- Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Перспективна техніка і технології»;
- Студентська науково-теоретична конференція «Участь молоді у розбудові агропромислового комплексу країни»;
- Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції «Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку».

Вивчення навчальної дисципліни передбачає підготовку індивідуальних робіт у вигляді тез доповідей щодо досліджуваних питань. За результатами наукової роботи та участі у студентських науково-теоретичних конференціях готуються збірки тез доповідей, які представлено на сайті університету.

#### 7.7 Питання для підсумкового контролю знань здобувачів вищої освіти

1. Джерела та споживачі реактивної енергії електричних мереж.
2. Розробити заходи підвищення надійності електропостачання на об'єктів електроенергетичного комплексу (трансформаторній підстанції).
3. Знайдіть вірну відповідь. Обґрунтуйте своє рішення.

**Захист високовольтної ізоляції об'єктів розрядниками є ефективним, якщо:**

- а) вольт-секундна характеристика розрядника розташована вище вольт-секундної характеристики ізоляції об'єкта;
- б) вольт-секундна характеристика розрядника розташована нижче вольт-секундної характеристики ізоляції об'єкта;

в) вольт-секундна характеристика розрядника розташована ліворуч вольт-секундної характеристики ізоляції об'єкта;

г) вольт-секундна характеристика розрядника розташована праворуч вольт-секундної характеристики ізоляції об'єкта.

4. Високовольтні ізолятори для електричних установок. Призначення, типи, конструкції, розрахунок.

5 Джерела оперативного струму.

6. Знайдіть невірну відповідь і обґрунтуйте своє рішення.

**Джерелами реактивної потужності в електричних мережах є:**

а) генератори електростанцій;

б) асинхронні двигуни електроприводу споживачів;

в) статичні тиристорні компенсатори;

г) конденсаторні батареї.

7. Основна характеристика джерел електричної енергії, що застосовуються в АПК.

8. Виконати аналіз застосування трансформаторів струму в схемах захисту електричного устаткування.

9 Знайдіть невірну відповідь і поясніть своє рішення.

**Основними характеристиками батарей конденсаторів як пристроїв для компенсації реактивної потужності є:**

а) незалежність їх реактивної потужності від напруги;

б) відсутність плавного регулювання напруги;

в) малий термін (8...10 років) служби; г) висока напруга конденсаторів.

10. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії

11. Розробити заходи підвищення надійності електропостачання на об'єкті електроенергетичного комплексу (повітряна лінія електропередавання 110 кВ).

12. Знайдіть вірне формулювання твердження. Обґрунтуйте свою думку.

**Селективну дію електричного захисту в мережі з двостороннім живленням забезпечує :**

а) максимальний захист за струмом;

б) максимальний спрямований захист за струмом;

в) захист з підвищеною чутливістю на малі зміни параметра;

г) захист з підвищеною швидкістю реакції на зміну параметра.

13. Споживачі енергії об'єктів АПК. Показники якості електричної енергії та вимоги до них.

14. Розробити електричну схему трансформаторної підстанції на напруги 35/10 кВ.

15. Побудуйте релейний захист за схемою повної зірки. Поясніть принцип дії схеми. Назвіть її переваги і недоліки та область застосування.

16. Обґрунтування та вибір типу і параметрів трансформаторних підстанцій.

17. Розробити алгоритм (послідовність дій) розрахунку струмів короткого замикання в сільських мережах напругою 0,38 кВ.

18 Побудуйте релейний захист за схемою неповної зірки. Поясніть принцип дії схеми. Назвіть її переваги і недоліки та область застосування.

19. Устрій зовнішніх електричних мереж.

20 Конденсатори для підвищення коефіцієнта потужності

21. Побудуйте релейний захист електричного споживача трифазної мережі за схемою ввімкнення реле на різницю струмів двох фаз. Поясніть принцип дії схеми. Назвіть її переваги і недоліки та область застосування.
22. Зовнішні фактори виникнення перенапружень в електричних мережах і захист від них.
23. Обґрунтування необхідності підвищення напруги для зменшення втрат електроенергії під час її транспортування.
24. Розробіть схему релейного захисту за максимальним струмом (МТЗ). Поясніть призначення та характеристики складових компонентів схеми та її принцип дії.
25. Розрахунок параметрів мереж електропостачання.
26. Масляні вимикачі: призначення, принцип дії, характеристики.
27. Розробіть схему диференціального релейного захисту трансформатора. Поясніть призначення та характеристики складових компонентів схеми та її принцип дії.
28. Режими нейтралі електричних мереж напругою 6...35 кВ.
29. Розрахунок ліній електричних мереж за економічними інтервалами.
30. Вакуумні вимикачі. Будова, принцип дії, переваги і недоліки.
31. Замикання на землю в мережах з ізольованою нейтраллю.
32. Поясніть та обґрунтуйте способи регулювання напруги в сільських електричних мережах.
33. Визначення координат розташування трансформаторної підстанції населеного пункту.
34. Розрахунок і вибір елементів ліній електропередач.
35. Метод визначення струмів короткого замикання в електричній мережі за розрахунковими кривими.
36. Визначення електричних навантажень мережі за коефіцієнтом одночасності роботи споживачів.
37. Техніко–економічне обґрунтування ефективності роботи систем електропостачання АПК.
38. Розрахунок розімкнених трифазних мереж з рівномірним навантаженням фаз за втратою напруги.
39. Визначення електричних навантажень мережі при значеннях встановленої потужності споживачів, що значно відрізняються між собою.
40. Розрахунок проводів і кабелів за нагрівом.
41. Релейний захист трансформаторів в системах електропостачання.
42. Розрахунок напруги зсуву фаз в трифазній мережі при несиметричному підімкненні навантажень.
43. Розрахунок розімкнених трифазних мереж з рівномірним навантаженням фаз за втратою напруги.
44. Грозний захист об'єктів енергопостачання.
45. Знайти вірну відповідь і обґрунтувати її графічною побудовою векторної діаграми.

Падіння напруги лінії визначається як:

- а) падіння напруги на активному опорі навантаження;
- б) геометрична різниця між напругами на початку і в кінці лінії;
- в) падіння напруги на активному і реактивному опорі навантаження;



г) алгебраїчна різниця напруг на початку і в кінці лінії.

46. Розрахунок втрати напруги на ділянці лінії електропередач.

47. Елегазові вимикачі.

48. Знайти вірну відповідь і обґрунтувати її графічною побудовою векторної діаграми.

**Втрата напруги в мережі змінного струму – це:**

а) напруга на активному опорі лінії;

б) зміна напруги на лінії через наявність розподільних ємнісних струмів;

в) алгебраїчна різниця напруг на початку і в кінці лінії;

г) геометрична різниця між напругами на початку і в кінці лінії.

49. Розрахунок падіння напруги на ділянці ліній електропередач.

50. Несиметричні короткі замикання.

51. Знайти правильну відповідь на задане завдання і надати їй вичерпне обґрунтування.

**Перевагою режиму електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю є:**

а) малі струми замикання на землю в мережах 110 кВ;

б) відсутність однофазних коротких замикань в мережах 6...35 кВ;

в) можливість ефективного застосування релейного захисту в мережах 110 кВ;

г) можливість роботи однофазних приймачів на лінійну напругу в мережах до 1000 В.

52. Заходи компенсації реактивної потужності в електричних мережах.

53. Максимальний струмовий захист.

54. Знайдіть вірну відповідь та обґрунтуйте її.

**Застосування електричної мережі з ізольованою нейтраллю дозволяє:**

а) уникнути однофазних коротких замикань і великих ємнісних струмів в мережах 6...35 кВ;

б) уникнути збільшення фазних напруг під час коротких замикань в лініях 110кВ;

в) реалізувати надійний захист від трифазних коротких замикань в лініях 380 В;

г) реалізувати автоматичне вимкнення лінії під час двофазних коротких замикань в мережах 6...35 кВ.

55. Визначення струмів несиметричного короткого замикання.

56. Максимальний спрямований захист за струмом.

57. Знайти правильну відповідь на задане завдання і надати їй обґрунтування.

**Режим електричної мережі з компенсованою нейтраллю застосовується для:**

а) уникнення однофазного короткого замикання і дугоутворення в мережах 6...35 кВ;

б) досягнення симетрії фазних напруг в мережах до 380 В;

в) симетризації лінійних напруг в мережах до 110 кВ;

г) для компенсації реактивного навантаження і підвищення коефіцієнта потужності.

58. Розрахунок розімкнених трифазних мереж з нерівномірним навантаженням фаз.

59. Відсічення струму як спосіб захисту лінії електричної мережі..

60. До наданого завдання знайти вірну відповідь, пояснити конструкцію, принцип дії та характеристики пристроїв даного типу.

**Роз'єднувачами називають комутаційні апарати електричних мереж, які призначені для:**

- а) відключення номінальних струмів навантаження;
- б) ввімкнення та вимкнення знеструмлених електричних кіл;
- в) включення струмів короткого замикання;
- г) замикання та розмикання ліній фази на землю.

61. Механічний розрахунок повітряних ліній.

62. Принцип дії, конструкція та робочі характеристики влітових розрядників.

63. Знайдіть вірну відповідь і надайте їй вичерпне обґрунтування.

**Релейний захист з використанням трансформаторів струму за схемою повної зірки має переваги застосування в мережах:**

- а) з глухозаземленою нейтраллю;
- б) з ізольованою нейтраллю;
- в) без нейтралі;
- г) з компенсованою нейтраллю.

64. Визначення показників надійності систем електропостачання АПК.

65. Принцип дії, конструкція та робочі характеристики трубчастих розрядників.

66. Знайдіть вірну відповідь і надайте їй вичерпне обґрунтування.

**Релейний захист із застосуванням трансформаторів струму за схемою неповної зірки застосовується в мережах:**

- а) з глухозаземленою нейтраллю; б) з ізольованою нейтраллю;
- в) без нейтралі; г) з компенсованою нейтраллю.

67. Визначення струмів короткого замикання в сільських мережах напругою вище 1 кВ.

68. Лінійна арматура ліній електропередач.

69. Знайдіть вірну відповідь і надайте їй вичерпне обґрунтування, пояснивши відповідь електричною схемою.

**Схема ввімкнення реле на різницю струмів двох фаз електричних мереж реагує:**

- а) на всі види коротких замикань;
- б) на короткі замикання у всіх фазах;
- в) на всі види міжфазних коротких замикань;
- г) на два з трьох можливих міжфазних коротких замикань.

70. Тиристорні статичні компенсатори реактивної потужності.

71. Класифікація і принципи дії індукційних реле РТ-81.

72. Знайдіть вірну відповідь і надайте їй вичерпне обґрунтування.

**Струм реакції максимального струмового захисту має бути:**

- а) більшим за максимальний робочий струм лінії і меншим за мінімальний струм короткого замикання;
- б) більшим, ніж максимальний робочий струм лінії і більшим, ніж мінімальний струм короткого замикання;
- в) меншим, ніж максимальний робочий струм лінії і меншим, ніж мінімальний струм короткого замикання;
- г) меншим за максимальний робочий струм лінії і більшим за мінімальний струм короткого замикання.

73. Основні положення техніко-економічних розрахунків. Вартість електричних мереж (капітальні витрати). Річні експлуатаційні витрати. Витрати

на виробництво і передачу електричної енергії. Техніко – економічне обґрунтування засобів підвищення надійності електропостачання.

74. Визначення розрахункових навантажень електричних мереж за допомогою коефіцієнтів одночастотності.

75. Знайдіть і обґрунтуйте правильну відповідь.

**Який пункт не належить до комплексу функцій пристроїв автоматичного повторного ввімкнення:**

- а) постійна готовність до дії;
- б) заздалегідь визначена витримка часу;
- в) автоматичне повернення до стану готовності після успішного циклу;
- г) готовність до дії за командою.

76. Визначення допустимої втрати напруги в мережі.

77. Розрахунок замкнених електричних мереж. Складні замкнені мережі.

78. Знайдіть і обґрунтуйте правильну відповідь.

**Яка з вказаних вимог щодо надійності електропостачання не відноситься до електроприймачів I категорії:**

- а) забезпечення електроенергією від двох джерел живлення;
- б) взаємне резервування джерел живлення;
- в) перерва електропостачання електроприймачів I категорії не припускається;
- г) перерва електропостачання електроприймачів I категорії припускається на час автоматичного відновлення живлення.

79. Сучасні технічні засоби релейного захисту.

80. Особливості розрахунку електричних навантажень з перспективою розвитку енергопостачання.

81. Знайдіть неправильний варіант наступного твердження і обґрунтуйте свою відповідь.

**Електричні мережі за призначенням поділяються на:**

- а) генераторні;
- б) живильні;
- в) розподільні;
- г) передатні.

82. Релейний захист ліній електричних мереж.

83. Імовірісно-статистичні моделі визначення розрахункових навантажень електричних мереж.

84. Знайдіть невірну відповідь і обґрунтуйте своє рішення.

**Напругу в електричних мережах регулюють:**

- а) генераторами;
- б) трансформаторами знижувальних підстанцій;
- в) вимкненням неробочих ділянок ЛЕП;
- г) пристроями компенсації реактивної потужності.

85. Релейний захист електричних машин.

86. Опори повітряних ліній електричних мереж.

87. Знайдіть вірну відповідь і надайте їй обґрунтування..

**Анкерні опори повітряних ліній електропередач (ЛЕП) слугують для:**

- а) підтримки проводів ЛЕП;
- б) кріплення проводів ЛЕП;

в) зміни напрямку траси ЛЕП;

г) прокладання ЛЕП через місцевості зі складним рельєфом (річки, балки, ущелини).

88. Характеристика енергоресурсів та енергоносіїв, що використовуються в АПК.

89. Розробити електричну схему захисту трансформаторних підстанцій від внутрішніх перенапружень.

90. Знайдіть невірну відповідь і поясніть своє рішення.

**Основними перевагами конденсаторів порівняно з іншими пристроями компенсації реактивної потужності є:**

а) малі витрати активної потужності;

б) чутливість до вищих гармонік;

в) простота монтажу та експлуатації;

г) низька питома вартість.

## **7. ФОРМА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ, КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ТА РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ З ДИСЦИПЛІНИ**

Оцінювання знань здобувачів вищої освіти під час семінарських і практичних занять та виконання самостійних завдань проводиться за такими критеріями:

- 1) обсяг володіння та розуміння навчального матеріалу;
- 2) вільне, самостійне та аргументоване викладання теоретичного матеріалу та його пояснення під час усних виступів і письмових відповідей на питання;
- 3) здатність до аналізу самостійно вивченого матеріалу;
- 4) розуміння, ступінь засвоєння, та використання професійної та наукової термінології;
- 5) вчасна здача та оформлення звітів з практичних робіт.

Оцінювання знань здобувачів вищої освіти за дисципліни «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за якою відповідно до навчальних планів передбачено іспит, здійснюється на основі результатів поточного та підсумкового контролю знань.

Завданням поточного контролю є перевірка розуміння та засвоєння навчального матеріалу, забезпечення зворотного зв'язку між викладачем і студентом у формі усного опитування, письмового експрес-контролю, комп'ютерного тестування, вироблення навичок проведення розрахункових завдань, умінь працювати в команді, умінь опрацьовувати тексти, здатність осмислити теми чи розділу, умінь публічно чи письмово представити певний матеріал (презентацію) тощо.

Завданням підсумкового контролю є перевірка розуміння здобувачем вищої освіти програмного матеріалу в цілому, логіки та взаємозв'язків між окремими розділами, здатності творчого використання накопичених знань, умінь сформулювати своє ставлення до певної проблеми навчальної дисципліни та виконувати індивідуально-дослідницьку роботу за проблемою, що розглядається в дисципліні.

З навчальної дисципліни «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», оцінювання рівня знань здійснюється на основі результатів поточного та підсумкового контролю, завдання поточного контролю оцінюються в 60 балів, а завдання, що виконується на підсумковий контроль – 40 балів.

Таблиця 7 Форма поточного та підсумкового контролю знань

№	Змістові модулі	Кількість заходів	Оцінка в балах		Сума балів	
			min	max	min	max
	Змістовий модуль 1.					
1.	Аудиторна робота					
	аналітична оцінка, виявлення причинно-наслідкових залежностей	18	1,0	1,5	28,0	41
	проміжний контроль	1	1,0	3,0	1,0	3,0
2.	Самостійна і індивідуальна робота, публікації, есе, виступи на тематичних «круглих столах», підготовка наукових доповідей.	1	1,0	6,0	1,0	6,0
	Разом за змістовним модулем 1	x	x	x	30,0	50,0



	Змістовий модуль 2.					
1.	Аудиторна робота					
	аналітична оцінка, виявлення причинно-наслідкових залежностей	18	1,0	1,5	28,0	41
	проміжний контроль	1	1,0	3,0	1,0	3,0
2.	Самостійна і індивідуальна робота, публікації, есе, виступи на тематичних «круглих столах», підготовка наукових доповідей.	1	1,0	6,0	1,0	6,0
	Разом за змістовним модулем 2	x	x	x	30,0	50,0
Разом					60,0	100,0

Таблиця 8 Шкала оцінювання ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>		
64-73	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Здобувачі вищої освіти до заліку повинні отримати 60 балів за шкалою ECTS за виконані завдання.

## **7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЧЕННЯ, ЯКЕ ПЕРЕДБАЧЕНО НАВЧАЛЬНОЮ ДИСЦИПЛІНОЮ**

З метою поширення знань щодо застосування дистанційних технологій у освітньому процесі МНАУ використовується програмний продукт Moodle, який дозволяє значно розширити можливості спілкування усіх учасників освітнього процесу. Платформа Moodle, має доступ до програми Jitsi, яка є комунікаційним клієнтом, що підтримує здійснення голосових викликів, відеодзвінків і обмін миттєвими повідомленнями. Jitsi Meet - це безкоштовне програмне забезпечення з відкритим кодом для відео конференції.

З сервісних функцій можна відзначити організацію телеконференцій, запис розмов, надання віддаленого доступу до робочого столу, передача файлів,

повідомлення про пропущені виклики, імпорт адресної книги Google Contacts, використання фільтрів. Організації відеоконференцій підтримується на базовому рівні. Можливо створювати багатопротокольні телеконференції, в яких можуть брати участь користувачі різних мереж, об'єднати різні дзвінки в телеконференцію.

Під час викладання навчальної дисципліни «Основи електропостачання» використовуються усі можливості освітньої платформи Moodle. Проводяться онлайн лекції, захист практичних та лабораторних робіт.

Науково-дослідницька лабораторія кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки: № 302 (60 м<sup>2</sup>), та навчально-науковий полігон енергетичного обладнання Миколаївського національного аграрного університету (Інженерно-енергетичний факультет)

Навчальний корпус Інженерно-енергетичного факультету, вул. Крилова 17а.

## **8. ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ**

### **Основна (базова) література**

1. Directive 2009/72/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC: Official Journal of the European Union. 14.08.2009. L211/55-93.
2. Smart Grid Reference Architecture: CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group, November, 2012. 107 p.
3. Smart grid standardization roadmap: IEC TR 63097 Technical report. 2017-11. 320 p.
4. Електропостачання промислових підприємств: Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В.І. Мілих, Т.П. Павленко. – Харків: ФОП Панов А. М., 2016. – 272 с.
5. Запорожан М. О. Електричне та механічне моделювання ізоляторного пристрою системи електропостачання / М. О. Запорожан ; наук. кер. О. С. Кириченко // Участь молоді у розбудові агропромислового комплексу країни : матеріали 30-ї студентської науково-теоретичної конференції, м. Миколаїв, 28 - 30 березня 2018 р / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. – Миколаїв : МНАУ, 2018. – С. 28-30.
6. Інформаційні технології в системах електропостачання: конспект лекцій для студ. галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». / Розр.: О.В. Коцар – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – Електронний ресурс.
7. Кімстач О. Ю. Габаритний проліт повітряних ліній електропостачання / О. Ю. Кімстач, С. М. Новогрецький, В. Є. Мілев // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2018 – Вип. 1 (97). - С. 186-198.
8. Кодекс комерційного обліку електричної енергії: затверджено постановою НКРЕКП від 14.03.2018 р. № 311 в редакції постанови НКРЕКП від 20.03.2020 р. № 716. 102 с. URL: <https://www.nerc.gov.ua/index.php?id=50477>.

9. Кодекс системи передачі: Затверджено постановою НКРЕКП від 14.03.2018 р. № 309. 269 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0309874-18/>

10. Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку України: Затв. спільним наказом Мінпаливенерго, НКРЕ, Держкоенергозбереження, Держстандарту, Держбуду та Держкомпромполітики України від 17 квітня 2000 року № 32/28/28/276/75/54.

11. Правила ринку: Затверджено постановою НКРЕКП від 14.03.2018 р. № 307. 162 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0307874-18>.

12. Про ринок електричної енергії: Закон України від 13.04.2017 р. № 2019-VIII. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2019-19>.

13. Пушкар С. В. Геометричне моделювання ізоляторів і струмопровідних шин прямокутного перерізу розподільчих пристроїв систем електропостачання [Електронний ресурс] / С. В. Пушкар, О. С. Кириченко // Перспективна техніка і технології – 2017 : матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 27-29 вересня 2017 р., м. Миколаїв / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. – Миколаїв : МНАУ, 2017. – С. 46-49.

#### Додаткова (допоміжна) література

1. Бондарчук А.С. Внутрішньоквартальне електропостачання. Курсове проектування. Навчальний посібник / А.С. Бондарчук, В.Г. Рудницький. – Суми: Університетська книга, 2012. – 371 с.

2. ГКД 34.20.505 – 2003. Керівні вказівки з улаштування повітряних ліній електропередачі 10(6) кВ. Наказ Мінпаливенерго України №223 від 12.05.2003.- ОЕП «ГРІФРЕ», 2003. –56 с.

3. ГКД 340.000.002-97. Визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику. Методика. Енергосистеми і електричні мережі.-К.: Міненерго України, 1997.-54 с.

4. ГНД 34.09.104-2003 Методика складання структури балансу електроенергії в електричних мережах 0,38-110 кВ, аналізу його складових і нормування технологічних втрат електроенергії.

5. Електрифікація гірничих робіт: Підручник.– Вид. 2-е, доправ. та доп. / Г.Г. Півняк, М.М. Бєлий, Л.П. Ворохов, В.Т. Заїка, Ю.М. Зражевський, Ю.Т. Разумний, А.Я. Рибалко, В.І. Тесленко, Ф.П. Шкрабець; За ред.. академіка НАН України Г.Г. Півняка. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2005. – 615 с.

6. Іноземцев Г.Б. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі: навч. посібник/ Г.Б.Іноземцев, В.В.Козирський, М.Т.Лут та ін. -К: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2014. – 526 с.

7. Козирський В.В. Електропостачання агропромислового комплексу: підруч./ В.В.Козирський, С.М.Волошин, Т.О.Романьок. - К: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2013. – 533 с.

8. Омельчук А.О. Електрична частина станцій і підстанцій: Навч. посібник / А.О.Омельчук. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2017. - 479 с.

9. Омельчук А.О. Основи електропостачання: Навч. посіб / А.О.Омельчук – К.: ЦП «Компринт», 2019. – 415 с.

10. Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання). Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 21.07.2017 № 476 Про затвердження Правил улаштування електроустановок. 2. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. Основи електроенергетики та електропостачання: Підручник. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2007.– 380 с.

11. Проектування електрообладнання об’єктів цивільного призначення. ДБН В. 2.5-23-2010. – К.: Держ. ком. України з буд-ва. та архіт., 2004. – 129 с.

12. Проектування електрообладнання об’єктів цивільного призначення. ДБН В. 2.5-23-2010. – К.: Держ. ком. України з буд-ва. та архіт., 2004. – 129 с.

13. Шестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2004. – 656 с.

## 9. РЕСУРСИ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

1. <http://www.mnau.edu.ua>
2. <http://lib.mnau.edu.ua>
3. <http://www.nbu.gov.ua/>
4. <http://www.library.univer.kharkov.ua/>

## 10. ДОСТУП ДО МАТЕРІАЛІВ ДИСЦИПЛІНИ

Матеріали з навчальної дисципліни узагальнено у освітній платформі Moodle за посиланням — (<https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=2428>)

Бібліотека Миколаївського національного аграрного університету за посиланням — <https://lib.mnau.edu.ua/>.

Репозитарій Миколаївського національного аграрного університету за посиланням — <https://dspace.mnau.edu.ua>

Офіційні сайти для збору та обробки інформації (інтернет джерела).

Розробник програми:

канд. техн. наук ст. викладач

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Олександр ЦИГАНОВ**

(прізвище та ініціали)