(Ф 03.02 – 110)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»
Аерокосмічний факультет
Кафедра електричної інженерії та енергомашинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан Аерокосмічного факультету
_____ Святослав ЮЦКЕВИЧ
«23» 01 2026 р.

КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ

навчальної дисципліни

«Електричні системи та мережі»

Освітньо-професійна програма: «Енергетичний менеджмент»
Освітньо-професійна програма «Електротехнічні системи електроспоживання»

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність: 141«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Форма здобуття освіти	Сем.	Усього (год. / кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР.З	Л.З	СРС	ДЗ / РГР / К.р	КР / КП	Форма сем. контролю
Денна	5,6	270 / 9,0	50	18	50	152	РГР – 5 с. ДЗ – 5 с.	КР – 6 с.	Екзамен 5, 6 с.
Заочна	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Індекс: РБ - 1 - 141 - 1 /25 - 2.1.11
Індекс: РБ - 1 - 141 - 2 /25 - 2.1.11

КАІ РП 01.07.13–01–2026

Робочу програму навчальної дисципліни «Електричні системи та мережі» розроблено на основі освітньо-професійних програм «Енергетичний менеджмент» та «Електротехнічні системи електроспоживання», навчальних та робочих навчальних планів № НБ - 1 - 141 - 1/21, №НБ - 1 - 141 - 2/21 та № РБ - 1 - 141 - 1/25, № РБ - 1 - 141 - 2/25 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив:
доцент кафедри _____ Сергій ІЛЬЄНКО

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійних програм «Енергетичний менеджмент» та «Електротехнічні системи електроспоживання», спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» – кафедри електричної інженерії та енергомашинобудування, протокол № 1 від « 14 » 01 2026 р.

Гарант освітньо-професійної програми
«Енергетичний менеджмент» _____ Микола КРАВЧУК

Гарант освітньо-професійної програми
«Електротехнічні системи електроспоживання» _____ Сергій ЄГОРОВ

Завідувач кафедри _____ Сергій ЄНЧЕВ

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради Аерокосмічного факультету, протокол № 1 від « 29 » 01 2026 р.

Голова НМРР _____ Катерина БАЛАЛАЄВА

Рівень документа – 3б
Плановий термін між ревізіями – 1 рік
Контрольний примірник

ЗМІСТ

Вступ 4

1. Пояснювальна записка 4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни 4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна 4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна 5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки 6

2. Програма навчальної дисципліни 6
2.1. Зміст навчальної дисципліни 6
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля 6
2.3. Тематичний план 9
2.4. Домашнє завдання .....
2.5. Розрахунково-графічна робота..... 10
2.6. Перелік питань для підготовки екзамену..... 11

3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни 11
3.1. Методи навчання 11
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна) 12
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті..... 13

4. Рейтингова система оцінювання набутих здобувачем вищої освіти знань та вмінь 13

ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Електричні системи та мережі» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення і оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання» та відповідних нормативних документів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

Дана навчальна дисципліна «Електричні системи та мережі» є однією з провідних в системі підготовки студентів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», яка є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що дозволять фахівцеві вирішувати комплексні спеціалізовані задачі, пов'язані з експлуатаційними особливостями, проектуванням, функціонуванням та обслуговуванням сучасних електричних систем та мереж (ЕСтаМ) як елементів живлення об'єктів критичної інфраструктури в тому числі і авіаційної галузі.

Метою навчальної дисципліни є: розкриття сучасних наукових концепцій, понять, методів, технологій будови електричних систем та мереж, фізичних процесів в електричних мережах і системах при виробництві, розподіленні, передачі та споживанні електричної енергії, способів розрахунку та умов оптимального управління режимами функціонування.

Завданнями навчальної дисципліни є:

- оволодіння методами та технологіями побудови електричних систем та мереж;
- дослідження нормальних, ненормальних та аварійних режимів функціонування сучасних електричних систем та мереж;
- дослідження фізичних явищ при виробництві, передачі, перетворенні, розподілу та споживанні електроенергії;
- оволодіння методами та процесами забезпечення якості електроенергії та надійності функціонування електричних систем та мереж;
- набути розуміння електропостачання об'єктів критичної інфраструктури авіаційної галузі, побудови електричних систем та мереж з особливостями експлуатації таких об'єктів.

1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна (в сукупності з іншими освітніми компонентами).

ОПП «Енергетичний менеджмент»

ПР1. 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.

ПР5. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР6. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР7. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР8. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР9. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

ПР20. Застосовувати знання з навчальних дисциплін природничого та інженерного спрямування на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем у сфері енергоменеджменту, електричної інженерії (в тому числі на підприємствах авіаційної промисловості).

ПР22. Вміти працювати самостійно (кваліфікаційна робота), або в групі (лабораторні роботи, включаючи навички лідерства при їх виконанні), уміння отримати результат у рамках обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та унеможливлення плагіату.

ОПП «Електротехнічні системи електроспоживання»

- ПРН7 Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.
- ПРН10. Знаходити необхідну інформацію в науково- технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.
- ПРН19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна (в сукупності з іншими освітніми компонентами).

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути такі **компетентності:**

інтегральна компетентність:

ІК1. 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 характеризується комплексністю і невизначеністю умов.

ОПП «Енергетичний менеджмент»

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
ЗК7. Здатність працювати в команді.
ЗК8. Здатність працювати автономно.
ЗК11. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
ЗК12. Здатність планувати та управляти часом.
ЗК13. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Фахові компетентності (ФК):

ФК1. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

ФК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

ФК3. 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.

ФК6. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

ФК7. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.

ФК8. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.

ФК9. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного,

електротехнічного та електромеханічного устаткування (в тому числі на підприємствах авіаційної промисловості).

ФК10. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

ФК11. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

ОПП «Електротехнічні системи електроспоживання»

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК7. Здатність працювати як в команді так і автономно.

Фахові компетентності (ФК):

- ФК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.
- ФК5. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.
- ФК6. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

1.4. Міждисциплінарні зв'язки

Навчальна дисципліна «Електричні системи та мережі» базується на знаннях таких дисциплін, як «Теоретичні основи електротехніки», «Промислова електроніка та мікросхемотехніка», «Перехідні процеси в електричних системах», «Основи метрології, електричні вимірювання та прилади», «Основи енергоменеджменту» та є базою для вивчення подальших дисциплін, а саме: «Енергетичний аудит», «Електричне обладнання трансформаторних підстанцій», «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем».

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з трьох навчальних модулів, а саме:

- навчального **модуля №1 «Загальні положення про електричні мережі. Вимоги, конструктивне виконання та критичність, розрахункова частина, якість електропостачання.»;**

- навчального **модуля №2 «Режими роботи електричних систем і мереж. Керування режимами, оптимізація роботи, проектування електричних систем і мереж різної складності та категорій електроприймачів»,**

кожен з яких є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

Окремим третім модулем є курсова робота за темою **«Проектування електропостачання авіаційного підприємства»**, яка є важливою складовою закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу.

2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля

Модуль № 1 «Загальні положення про електричні мережі. Вимоги, конструктивне виконання та критичність, розрахункова частина, якість електропостачання».

Інтегровані вимоги модуля №1:

- знати загальні характеристики систем передачі й розподілу електричної енергії, структури ЕСтаМ, вимоги ПУЕ та інших спеціалізованих Нормативно-технічних документів;

- знати конструктивне виконання повітряних та кабельних ліній електропередачі та систем в цілому;

- вміти будувати схеми заміщення електричних мереж та застосовувати методи їх розрахунку;

- знати особливості і задачі усталених режимів роботи замкнутих та кільцевих електричних систем і мереж, особливості складних мереж та їх критичність, методи рішення рівнянь усталеного режиму, особливості аварійних та ненормальних режимів розімкнених електричних мереж;

- вміти аналізувати виникаючі процеси в ЕСтаМ під час їх експлуатації, та як такі процеси впливають на забезпечення якості електроенергії живлення обладнання (в тому числі критичної інфраструктури).

Тема 1. Вступ. Місце дисципліни в системі підготовки фахівця з електротехніки та електротехнологій. Загальні відомості про електричні системи та мережі. Загальна характеристика систем передачі й розподілу електричної енергії.

Місце дисципліни в системі підготовки фахівця з електротехніки та електротехнологій. Загальна характеристика електричних систем та електричних мереж, їх структури та призначення. Основні поняття, терміни та визначення. Властивості електроенергії. Класифікація та вимоги до електричних мереж. Категорії електроприймачів згідно ПУЕ, вимоги ДСТУ. Номінальні напруги, їх шкала та трансформація рівнів напруги систем електропостачання. Безпека (системи заземлення, захист від імпульсних перенапруг, огорожі, сигналізація, охорону, спеціальний одяг та ін.) та ступені резервування. Показники якості електричної енергії. Режими нейтралі електричних мереж. Баланс потужності в енергосистемі. Вплив навантаження на якість напруги в електричних мережах. Графіки навантажень споживачів електроенергії. Методи розрахунку навантажень електричних мереж.

Тема 2. Конструкції, характеристики та режими роботи найпростіших електричних мереж. Основні відомості про конструкції повітряних та кабельних ліній електропередач.

Основні відомості про умови роботи та конструктивне виконання та експлуатація ліній електропередач (ЛЕП). Основні елементи і загальна характеристика повітряних ліній. Проводи, ізоляція, арматура та опори повітряних ліній. Поняття про механічний розрахунок проводів повітряних ЛЕП. Загальна характеристика кабельних ліній (КЛ). Конструкція, будова та маркування кабелів і КЛ (струморповідні матеріали та ізоляційні матеріали). Експлуатаційні особливості кабельних ліній в тому числі в авіаційній специфіці використання (використання муфт, ізолюючих трансформаторів, тощо). Вибір перерізу провідників повітряних і кабельних ЛЕП.

Тема 3. Схеми заміщення, параметри елементів електричних мереж та їх розрахунок.

Схеми заміщення лінії електропередачі та їх параметри. Загальна схема заміщення ЛЕП. Активний опір. Реактивний опір. Активна провідність. Реактивна провідність. Параметри схеми заміщення двообмоткових та триобмоткових трансформаторів. Характеристики основних електроприймачів, графіки електричних навантажень. Розрахунки втрат потужності та електроенергії в ЛЕП, мережі та трансформаторах. Методи визначення втрат електроенергії.

Модуль №2 «Режими роботи електричних систем і мереж. Керування режимами, оптимізація роботи, проектування електричних систем і мереж різної складності та категорій електроприймачів.».

Інтегровані вимоги модуля №2:

- знати собливості та завдання розрахунку електричних мереж, залежності між напругами і потужностями початку і кінця ланки електричної мережі;

- вміти проводити розрахунки усталених режимів роботи простих електричних мереж з одним джерелом живлення, розрахунок режиму кільцевої мережі, виконувати спрощені перетворення, проводити розрахунки складних мереж, вміти враховувати коефіцієнти

трансформації у розрахунках, розраховувати аварійні та ненормальні режими розімкнених електричних мереж;

- знати застосування розрахунку режиму електричної мережі з трансформаторами, режиму розімкненої мережі різних номінальних напруг, розрахунок замкнених електричних мереж та спільних мереж декількох номінальних напруг;

- знати загальну характеристику режиму напруг і способів їх регулювання, регулюючі пристрої і їх вплив на режим напруг особливості регулювання напруги в розподільчих мережах низьких напруг, особливості регулювання напруги в розподільчих та системостворюючих мережах високих напруг, методи зустрічного регулювання напруги, методи розрахунку і зниження несинусоідальності напруги в електричних мережах аеропортів;

- вміти проводити розрахунок закону регулювання напруги для групового трансформатора з регулюванням під навантаженням, регулювання напруги шляхом компенсації реактивної потужності навантаження і індуктивного опору ліній. регулювання напруги тиристорними регуляторами, провадити порівняльну оцінку методів регулювання та покращення якості напруги в електричних мережах

- вміти проводити розрахунки усталених режимів роботи простих електричних мереж з одним джерелом живлення, розрахунок режиму кільцевої мережі, виконувати спрощені перетворення, проводити розрахунки складних мереж, вміти враховувати коефіцієнти трансформації у розрахунках, розраховувати аварійні та ненормальні режими розімкнених електричних мереж;

- вміти аналізувати виникаючі процеси в ЕСтаМ під час їх експлуатації, та як такі процеси впливають на забезпечення якості електроенергії живлення обладнання (в тому числі критичної інфраструктури).

Тема 1. Розрахунок режимів замкнених та розімкнених електричних мереж. Розрахунок аварійних та ненормальних режимів електричних мереж.

Розрахункові схеми електричних мереж. Розрахунок режиму лінії електропередачі. Розрахунок режиму електричної мережі з трансформаторами. Розрахунок режиму розімкненої мережі різних номінальних напруг. Електричний розрахунок замкнених електричних мереж. Спільний розрахунок мереж декількох номінальних напруг. Задачі розрахунку аварійних та ненормальних режимів розімкнених електричних мереж. Теоретичні основи коротких замикань (КЗ) в електричних мережах, вплив навантаження, КЗ на малопотужній відпайці системи нескінченної потужності. Фізичні процеси при трифазному КЗ на затисках синхронного генератора. Опір прямої, зворотної і нульової послідовності передування фаз елементів електричної мережі. Термічна дія струму КЗ. Розрахунок параметрів і перетворення еквівалентних схем. Послідовність розрахунку струму трифазного КЗ. Послідовність розрахунку струму несиметричного КЗ. Практичні методи та особливості розрахунку струмів КЗ в електричних мережах аеропортів. Замикання на землю в мережах з ізольованою нейтраллю. Розрахунок струму замикання на землю і методи його зниження. Розподіл струму замикання на землю за елементами мережі. Методика визначення режиму замикання на землю і місця замикання.

Тема 2. Керування режимами електричних систем та мереж, регулювання напруги та оптимізація їх роботи.

Довготривалий, короткочасний та повторно-короткочасний режим роботи під навантаженням електричних систем та мереж (оптимізований підхід до кожного об’єкту електроспоживання). Основи теплових розрахунків. Довгостроково допустимі температури провідників. Загальна характеристика режиму напруг і способів їх регулювання. Регулюючі пристрої і їх вплив на режим напруг. Особливості регулювання напруги в розподільчих мережах низьких напруг. Особливості регулювання напруги в розподільчих та системоутворюючих мережах високих напруг. Зустрічне регулювання напруги. Регулювання напруги трансформаторами. Розрахунок закону регулювання напруги для групового трансформатора з регулюванням під навантаженням. Регулювання напруги шляхом компенсації реактивної

потужності навантаження і індуктивного опору ліній. Регулювання напруги тиристорними регуляторами. Методи розрахунку і зниження несинусоідальності напруги в електричних мережах аеропортів. Порівняльна оцінка методів регулювання та покращення якості напруги в електричних мережах. Електричні мережі захищені від перевантажень. Методика та послідовність теплового розрахунку провідників. Економічний розрахунок перетину проводів. Розрахунок перетину проводів трьохфазних радіальних мереж з симетричним навантаженням за допустимою втратою напруги.

Тема 3. Проектування електричних мереж та систем електропостачання об'єктів критичної інфраструктури авіаційної промисловості.

Елементи проектування електричних мереж. Принципи побудови систем електропостачання об'єктів критичної інфраструктури авіаційної промисловості. Вибір номінальної напруги мережі, типу, потужності й числа трансформаторів на підстанції, проводів та кабелів живлення будівель та споруд авіаційних підприємств (аеропорт, авіаремонтне підприємство, серійний завод, тощо). Практичне проектування складних енергоефективних систем з використанням декількох джерел живлення. Проектування систем моніторингу енергоємних підприємств та підприємств авіаційної промисловості. Застосування способів енергоефективної експлуатації систем за рахунок підвищення показників якості споживання електроенергії (активні фільтри гармонік, підвищення коефіцієнту потужності, зменшення несиметрії напруг, тощо). Підвищення якості та надійності електропостачння за рахунок впровадження в класичні електричні системи концепції MicroGrid, систем збереження електроенергії великих потужностей (установок зберігання енергії УЗЕ), когенерації та відновлювальної енергетики (сонячних СЕП, тощо).

Модуль №3 «Курсова робота».

Курсова робота (КР) з дисципліни виконується у шостому семестрі студентами стаціонарного навчання, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни в області електротехніки та електротехнологій і дослідженні електричних систем та мереж .

Виконання КР є важливим етапом у підготовці до виконання дипломного проекту майбутнього фахівця з електротехніки та електротехнологій.

Конкретною метою КР є проектування електропостачання авіаційного підприємства з розрахунком усіх елементів та забезпеченням надійності функціонування системи електропостачання і якості електроенергії з мінімальними витратами виходячи з зазначеного в методичних рекомендаціях з курсового проектування. Графічна частина роботи складається з трьох аркушів розміром А4, на яких зображується план розміщення цехів, трансформаторних підстанцій з лініями з'єднання та варіанти розроблених схем електропостачання.

Виконання, оформлення та захист КР здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання КР, – до 30 годин самостійної роботи.

2.3. Тематичний план

№ п/п	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)									
		Денна форма навчання					Заочна форма навчання				
		Усього	Лекції	Практ. заняття	Лаборат заняття	СРС	Усього	Лекції	Практ. заняття	Лаборат заняття	СРС
Модуль №1 «Загальні положення про електричні мережі. Вимоги, конструктивне виконання та критичність, розрахункова частина, якість електропостачання»											
1.1	Вступ. Місце дисципліни в системі підготовки фахівця з електротехніки та електро-технологій. Загальні відомості про електричні системи та мережі.	**5 семестр**									
		16	4	-	2	10					
1.2	Загальна характеристика систем передачі й розподілу електричної енергії.	26	8	-	8	10					
1.3	Конструкції, характеристики та режими роботи найпростіших електричних мереж.	24	6	-	8	10					
1.4	Основні відомості про конструкції повітряних та кабельних ліній електропередач.	26	8	-	8	10					
1.5	Схеми заміщення, параметри елементів електричних мереж та їх розрахунок.	22	4	-	6	12					
1.6	Домашнє завдання	8	-	-	-	8					
1.7	Розрахунково-графічна робота	10	-		-	10					
1.8	Модульна контрольна робота №1	3	2	-	-	1					
Усього за модулем №1		**135**	**32**	**-**	**32**	**71**	-	-	-	-	-
Усього за 5 семестр		**135**	**32**	**-**	**32**	**71**	-	-	-	-	-
Модуль №2 «Режими роботи електричних систем і мереж. Керування режимами, оптимізація роботи, проектування електричних систем і мереж різної складності та категорій електроприймачів»											
2.1	Розрахунок режимів замкнених та розімкнених електричних мереж.	**6 семестр**									
		18	4	2	2	10					
2.2	Розрахунок аварійних та ненормальних режимів електричних мереж.	22	4	4	4	10					
2.3	Керування режимами електричних систем та мереж, регулювання напруги та оптимізація їх роботи.	31	4	6	6	15					
2.4	Проектування електричних мереж та систем електропостачання об’єктів критичної інфраструктури авіаційної промисловості.	31	4	6	6	15					
2.5	Модульна контрольна робота №2	3	2	-	-	1					
Усього за модулем №2		**105**	**18**	**18**	**18**	**51**	-	-	-	-	-
Модуль №3 «Курсова робота»											
3.1	Проектування авіаційного підприємства	30	-	-	-	30					
Усього за модулем №3		**30**	**-**	**-**	**-**	**30**	-	-	-	-	-
Усього за 6 семестр		**135**	**18**	**18**	**18**	**81**	-	-	-	-	-
Усього за навчальною дисципліною		**270**	**50**	**18**	**50**	**152**	-	-	-	-	-

2.4. Домашнє завдання

Домашнє завдання (ДЗ) виконується в рамках самостійної роботи Модулю № 1 з метою закріплення знань та умінь розрахунку електричної мережі і складається з двох задач. Виконання завдання сприяє підвищенню ефективності освоєння практичних методів розрахунку режимів електроенергетичних систем, ефективному застосуванню обчислювальних засобів, розвитку творчого підходу до вивчення курсу «Електричні системи та мережі».

В ході виконання завдання необхідно вирішити наступні задачі:

1. Для електричного кола, варіанти схем та елементів якого приведені в таблиці, необхідно знайти у вітках величини струмів та напругу.

2. За заданими опорами та ЕРС скласти систему рівнянь, необхідних для визначення струмів за першим і другим законом Кірхгофа; знайти сили всіх струмів, користуючись методом контурних струмів; спростити схему, замінивши трикутник опорів еквівалентною зіркою (накреслити розрахункову схему з еквівалентною зіркою); визначити покази вольтметра і скласти баланс потужностей для заданої схеми.

Виконання, оформлення та захист ДЗ здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання ДЗ – до 8 годин самостійної роботи.

2.5. Розрахунково-графічна робота

Індивідуальне завдання призначене для перевірки знань, отриманих студентом при освоєнні Модулю №1 програми дисципліни.

Розрахунково-графічна робота (РГР) виконується в рамках самостійної роботи з метою закріплення умінь за розрахунком і регулюванням сталого режиму електричної мережі. Виконання завдання сприяє підвищенню ефективності освоєння практичних методів розрахунку режимів електроенергетичних систем, ефективному застосуванню обчислювальних засобів, розвитку творчого підходу до вивчення курсу «Електричні системи та мережі».

В ході виконання завдання необхідно вирішити наступні задачі:

1. Навчитися моделювати (представляти) електропередачі, електричні мережі розрахунковими еквівалентами: складати схеми заміщення, визначати параметри елементів електропередачі.
2. Вивчити фізичні процеси, що відбуваються при електропередачі в електричних мережах.
3. Засвоїти методику розрахунку і аналізу робочих сталих режимів (електричних розрахунків) електропередач, електричних мереж інженерними методами та на ЕОМ.

Для електропередачі, варіанти яких наведено, потрібно визначити параметри їх електричного режиму (стани), виконати аналіз параметрів режиму та балансів потужностей. За наслідками аналізу електричного режиму сформулювати висновки про їх допустимість по струмовому навантаженню елементів, напруги у вузлах, важкості і економічності режиму. Отримати бажані значення напруги на шинах нижчої напруги підстанцій виводів генератора і вищої напруги станцій, вибравши відповідні положення перемикачів РПН, ПБВ трансформаторів.

Результати розрахунку електричного режиму (потоки і втрати потужності, напруга у вузлах, значення трансформації) слід представити на схемі заміщення електропередачі. Параметри режиму, отримані вручну і на ЕОМ, наносяться на схему різним кольором для наочного зіставлення їх по точності. Звіт по роботі оформляють у вигляді розрахунково-графічної записки, об'єм якої зазвичай складає 10-12 сторінок рукописного тексту формату А4, включаючи малюнки і таблиці. До записки прикладають графічну частину у вигляді двох ескізів формату А4: електричних з'єднань електропередачі з вказівками основного силового устаткування і схеми заміщення з параметрами електричного режиму.

Виконання, оформлення та захист РГР здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання РГР – до 10 годин самостійної роботи.

2.6. Перелік питань для підготовки до екзамену

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену, розробляються провідними викладачами та затверджуються протоколом засідання кафедри та доводяться до відома студентів.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

При вивчення навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання:
– інформаційно-рецептивний (лекція, розповідь, пояснення);
– пояснювально-ілюстративний (використання прикладів, візуальних матеріалів, аналогій);
– метод проблемного викладу;
– репродуктивний (відтворення основних понять, робота з підручниками і першоджерелами);
– індуктивний та дедуктивний;
– дослідницький (самостійна робота з текстами, підготовка аналітичних завдань);
– елементи творчого методу (есе, презентації, дискусії);
– практичні методи (усні та письмові завдання, обговорення, навчальні кейси).

Реалізація цих методів здійснюється при проведенні лекцій, демонстрацій, роботі з навчальною літературою та (першо)джерелами, роботі в малих групах, а також під час навчальних, наукових і професійно орієнтованих семінарів-дискусій, презентацій.

3.2. Рекомендована література

Базова література

3.2.1. Захарченко В.П.. Єнчев С.В., Тихонов В.В., Красношапка Н.Д. Електричні системи та мережі. Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2021. – 340 с.

3.2.2. Сулейманов В.М., Кацадзе Т.Л. Електричні мережі та системи. Підруч. для вузів. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 504 с.

3.2.3. Кирик В. В. Електричні мережі та системи: підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. 368 с.

3.2.4.Захарченко В.П., Тихонов В.В. Проектування електропостачання авіаційного підприємства. Навч. посібник. – К.: НАУ, 2006. – 60 с.

3.2.5. Електропостачання. Методичні рекомендації і завдання до виконання курсового проекту для студентів напряму 0906 „Електротехніка”. В.П. Захарченко, В.В. Тихонов. – К.: НАУ, 2006. – 32 с.

3.2.6. **Електричні системи та мережі** : навч. посіб. / В. М. Андреєв та ін. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 232 с.

Допоміжна література

3.2.7. Розрахунок режимів електроенергетичних систем. Навч. посібник/ Сулейманов В.М. – К.: КПІ, 2001. – 100 с.

3.2.8. Електричні системи та мережі. Навч. посібник / Романюк Ю.Ф. – К.: Знання, 2007. – 292 с. – (Вища освіта XXI століття).

3.2.9. Економія енергії в електричних мережах / Під ред. Качанової Н.А. і Щербини Ю.В. – К.: Техніка, 1986. – 167 с.

3.2.10.. Електричні мережі і системи / Під ред. Денисенко Г.І. – К.: Вища школа, 1986. – 584 с.

3.2.11. Величко Ю.К., Нерет В.І. Принципи побудови систем електропостачання аеропортів. Навч. посібник . – К.: КІЦА, 1988, - 92 с.

3.2.12. Захарченко В.П., Ільєнко С.С., Ільєнко А.В., Електричні системи та мережі. Лабораторний практикум. – К.: НАУ, 2022. – 140 с.

3.2.13. Величко Ю.К. Електропостачання аеропортів: Навч. посібник. – Київ: КІЦА, 1996. – 312 с.

3.2.14. ДСТУ EN 50160:2014. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності. К. МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ, 2014. – 26 с.

3.2.15. ПРАВИЛА улаштування електроустановок /Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – 1 видання. – К.: Міненерговугілля, 2017 – 617 с.

3.2.16. Розрахунок і регулювання сталих режимів роботи електричних мереж енергосистем. Навч. посібник / Сулейманов В.М. – К.: УМК ВО, 1992. – 216 с.

3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті

3.3.1. https://www.proektant.org/books/0008-ELE-1989.pdf
3.3.2. https://www.twirpx.com/file/96115/
3.3.3. http://www.energyland.info/files/library/c79c3a4a68a917ad7ea5917d3a8bf6bd.pdf
3.3.4. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/19121/1/POSS_EMS2014%20-kyryk.pdf
3.3.5. http://chitalnya.nung.edu.ua/elektrichni-sistemi-ta-merezhi.html-0
3.3.6. http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/8771/1/ESM_CW.pdf
3.3.7. https://vlp.com.ua/node/15100
3.3.8. http://chitalnya.nung.edu.ua/kursoviy-proekt-z-disciplini-elektrichni-sistemi-ta-merezhi.html

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ ЗДОБУВАЧЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної здобувачем вищої освіти навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл.4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Max кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
5 семестр		
Модуль № 1 «Загальні положення про електричні мережі. Вимоги, конструктивне виконання та критичність, розрахункова частина, якість електропостачання.»		
Виконання та захист лабораторних робіт (8х5б)	40	-
Виконання та захист домашнього завдання	8	–
Виконання та захист розрахунково-графічної роботи	15	–
Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше	*38*	–
Виконання модульної контрольної роботи №1	17	–
Усього за модулем №1	**80**	–
Семестровий екзамен	**20**	–
Усього за дисципліною	**100**	–
6 семестр		
Модуль № 1 «Режими роботи електричних систем і мереж. Керування режимами, оптимізація роботи, проектування електричних систем і мереж різної складності та категорій електроприймачів.»		
Виконання та захист лабораторних робіт (9х5б)	45	–
Виконання завдань за тематикою практичних занять	18	–
Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше	*38*	–
Виконання модульної контрольної роботи №2	17	–
Усього за модулем №2	**80**	–
Семестровий екзамен	**20**	–
Усього за дисципліною	**100**	–
Модуль №3 «Курсова робота»		
Вид навчальної роботи	Max кількість балів	
	Денна та заочна форма навчання	
Виконання курсової роботи	60	
Захист курсової роботи	40	
Виконання та захист курсової роботи	**100**	

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються здобувачем вищої освіти, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (Додаток 1).

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Підсумкова модульна рейтингова оцінка, отримана студентом за результатами виконання та захисту **курсової роботи** в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до відомості модульного контролю, а також до навчальної картки, залікової книжки та Додатку до диплома, наприклад, так: ***92/Відм./A, 87/Добре/B, 79/Добре/C, 68/Задов./D, 65/Задов./E*** тощо.

4.5. Сума підсумкової семестрової модульної та **екзаменаційної** рейтингових оцінок, у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (Додаток 2).

4.6. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента, наприклад, так: ***92/Відм./A, 87/Добре/B, 79/Добре/C, 68/Задов./D, 65/Задов./E*** тощо.

4.7. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни визначається як середньоарифметична оцінка з підсумкових семестрових рейтингових оцінок у балах (з цієї дисципліни – за *п'ятий та шостий* семестри) з наступним її переведенням в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.

Додаток 1

Відповідність оцінок у балах оцінкам за національною шкалою

Оцінка у балах													Оцінка за національною шкалою
3	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	
3	4	5	6	7	8	9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	Відмінно
2,5	3	4	5	6	6-7	7-8	8	9	9-10	10-11	11-12	12-13	Добре
2	2,5	3	4	4-5	5	6	6-7	7-8	7-8	8-9	9-10	9-11	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
16	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	
15-16	16-17	17-18	17-19	18-20	19-21	20-22	21-23	22-24	23-25	24-26	25-27	Відмінно
12-14	13-15	14-16	15-16	15-17	16-18	17-19	18-20	18-21	19-22	20-23	20-24	Добре
10-11	10-12	11-13	12-14	12-14	13-15	13-16	14-17	15-17	15-18	16-19	16-19	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
28	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	
26-28	26-29	27-30	28-31	29-32	30-33	31-34	32-35	33-36	34 -37	34-38	35-39	Відмінно
21-25	22-25	23-26	23-27	24-28	25-29	26-30	27-31	27-32	28-33	29-33	29-34	Добре
17-20	18-21	18-22	19-22	19-23	20-24	20-25	21-26	22-26	22-27	23-28	24-28	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
40	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**	**49**	**50**	**51**	
36-40	37-41	38-42	39-43	40-44	41-45	42-46	43-47	43-48	44-49	45-50	46-51	Відмінно
30-35	31-36	32-37	32-38	33-39	34-40	35-41	35-42	36-42	37-43	38-44	38-45	Добре
24-29	25-30	25-31	26-31	27-32	27-33	28-34	28-34	29-35	30-36	30-37	31-37	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
52	**53**	**54**	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**	**61**	**62**	**63**	
47-52	48-53	49-54	50-55	51-56	51-57	52-58	53-59	54-60	55-61	56-62	57-63	Відмінно
39-46	40-47	41-48	41-49	42-50	43-50	44-51	44-52	45-53	46-54	47-55	47-56	Добре
31-38	32-39	32-40	33-40	34-41	34-42	35-43	36-43	36-44	37-45	37-46	38-46	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
64	**65**	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**	**72**	**73**	**74**	**75**	
58-64	59-65	60-66	60-67	61-68	62-69	63-70	64-71	65-72	66-73	67-74	68-75	Відмінно
48-57	49-58	50-59	50-59	51-60	52-61	53-62	53-63	54-64	55-65	56-66	56-67	Добре
38-47	39-48	40-49	40-49	41-50	41-51	42-52	43-52	43-53	44-54	44-55	45-55	Задовільно

Оцінка у балах													Оцінка за національною шкалою
76	**77**	**78**	**79**	**80**	**81**	**82**	**83**	**84**	**85**	**86**	**87**	**88**	
68-76	69-77	70-78	71-79	72-80	73-81	74-82	75-83	76-84	77-85	77-86	78-87	79-88	Відмінно
57-67	58-68	59-69	59-70	60-71	61-72	62-73	62-74	63-75	64-76	65-76	65-77	66-78	Добре
46-56	46-57	47-58	47-58	48-59	49-60	49-61	50-61	50-62	51-63	52-64	52-64	53-65	Задовільно

Додаток 2

Відповідність підсумкової семестрової рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90-100	Відмінно	A	**Відмінно** (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
82-89	Добре	B	**Дуже добре** (вище середнього рівня з кількома помилками)
75-81		C	**Добре** (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
67-74	Задовільно	D	**Задовільно** (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
60-66		E	**Достатньо** (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35-59	Незадовільно	FX	**Незадовільно** (з можливістю повторного складання)
1-34		F	**Незадовільно** (з обов’язковим повторним курсом)

(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище, ім’я, по батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульо-ваного			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				