



МАТЕМАТИЧНИЙ АППАРАТ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (освітньо-професійний)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електричні системи і мережі</i>
Статус дисципліни	<i>нормативна, ПО2</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин/ 5 кредитів ECTS (лекції – 54 год., практичні – 18 год., СРС – 78 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н. , професор Кирик В. В., 0968817257 Практичні заняття: к.т.н. , ст. викладач Богомолова О. С.</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/MTY0MjA5Njk5OTg5?cjc=rwociqu</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програму навчальної дисципліни «Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» підготовки магістра за освітньо-професійною програмою «Електричні системи і мережі» спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей:

- ЗК02. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- ЗК05. Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- ЗК07. Здатність виявляти та оцінювати ризики;
- ЗК09. Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням;
- ФК1. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- ФК2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та

процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;

- ФК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем;

- ФК18. Здатність розуміти математичні підходи до створення систем штучного інтелекту та особливості використання цих систем для розв'язання задач в області електроенергетики.

Предмет навчальної дисципліни – математичні методи аналізу розрахунку та оптимізації електроенергетичних систем на основі нечіткої логіки, нейронних мереж та еволюційних алгоритмів.

Програмні результати навчання:

- ПРН01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

- ПРН02. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

- ПРН03. Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електро-механічних системах;

- ПРН05. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

- ПРН21. Реалізовувати на практиці сучасні математичні підходи до створення систем штучного інтелекту, застосовувати ці системи для розв'язання задач в області електроенергетики.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Матеріал кредитного модуля дисципліни «Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах» базується на знаннях, отриманих здобувачами при вивченні таких дисциплін для здобуття глибоких знань зі спеціальності, як «Вища математика», «Загальна фізика», «Обчислювальна техніка та алгоритмічні мови», «Вступ до спеціальності», «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ), «Електричні машини» та «Електрична частина станцій і підстанцій».

Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для виконання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на **5 розділів (змістовні модулі)**, а саме:

1. Інноваційні концепції розвитку електроенергетики

Тема 1.1. Проблеми класичних методів управління в електроенергетичних системах

Тема 1.2. Поняття, ідеологія та основні положення концепції інтелектуальних мереж в сучасній електроенергетичній системі

Тема 1.3. Визначення штучного інтелекту та загальний опис проблеми його створення

Тема 1.4. Технології створення інформаційних систем з елементами штучного інтелекту

Тема 1.5. Системи прийняття рішень щодо управління на основі класичних методів

2. Нечітка логіка та її використання для прийняття рішень в електроенергетичних системах

Тема 2.1 Аналіз і характеристика підходів до створення систем з елементами штучного інтелекту

Тема 2.2 Особливості організації структурних схем інтелектуальних систем з нечітким логічним контролером

Тема 2.3 Методологія нечіткої логіки

Тема 2.4 Стохастична і лінгвістична невизначеності

Тема 2.5 Визначення та характеристики чіткої і нечіткої множини

Тема 2.6 Основні типи функцій належності

Тема 2.7 Операції перетину, об'єднання і вкладання нечітких множин

Тема 2.8 Визначення нечіткої і лінгвістичної змінних

Тема 2.9 Правила нечітких продукцій (знань)

Тема 2.10 Основні етапи нечіткого висновку

Тема 2.11 Дефаззифікація нечіткого логічного висновку (defuzzification)

Тема 2.12 Основні алгоритми нечіткого висновку

Тема 2.13 Загальні положення та особливості формування параметрів операцій за алгоритмом нечіткого контролера

Тема 2.14 Формування функції належності, правил та налаштування нечіткого логічного контролера

3. Нечіткий кластерний аналіз даних

Тема 3.1 Загальна постановка задачі кластерного аналізу

Тема 3.2. Нечітка кластеризація і алгоритм її реалізації

4. Штучні нейронні мережі та їх моделі

Тема 4.1 Джерела електричної енергії

Тема 4.2 Математична модель штучного нейрона

Тема 4.3 Навчання штучної нейронної мережі

5. Генетичні алгоритми та оптимізація параметрів електроенергетичних систем

Тема 5.1 Генетичний алгоритм та переваги його використання для оптимізаційних задач в порівнянні з класичними методами

Тема 5.2 . Послідовність математичних операцій при реалізації генетичного алгоритму

Тема 5.3 Визначення оптимальної конфігурації трифідерної розподільної електричної мережі з використанням генетичного алгоритму

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Гостев В. І. Нечіткі регулятори в системах автоматичного управління / В. І. Гостев. – Київ: Радіоаматор -, 2008. – 972 с.
2. Кирик В. В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах: підручник / В. В. Кирик.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка» 2019.– 224с. ISBN 978-966-622-969-7
3. Кирик В.В. Інтелектуальні технології управління: Навчальний посібник.–Київ, 2010.–88 с.
4. Кирик В.В. Розподільні електричні мережі напругою 20 кВ та ефективність їх роботи: В.В.Кирик, Б.В.Циганенко, О.С.Яндульський.- Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018.-228 с.

5. Ротштейн О. П. Інтелектуальні технології ідентифікації: нечіткі множини, генетичні алгоритми, нейронні мережі / О. П. Ротштейн. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 320 с.
6. Штовба С.Д. Проектування нечітких систем засобами MATLAB.-М.: Гаряча лінія - Телеком,- 2007.- 288 с.
7. Щерба А.А., Кирик В.В. Системи з нечіткою логікою регулювання електроенергетичних режимів. – К.: Лазурит-Поліграф, 2011. – 329 с.

Додаткові інформаційні ресурси:

8. IEC 1131-7 Programmable Controllers. Fuzzy Control Programming/ Committee Draft CD 1.0. - Rel. 19 Jan 97.- [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://www.fuzzytech.com/binaries/ieccd1.pdf>
9. Tanaka K. Fuzzy Control Systems Design and Analysis: A Linear Matrix Inequality Approach / K. Tanaka, H.O.Wang. – New York: John Wiley & Sons, Inc., 2001. – 305 p.
10. Кирик В.В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електричні системи і мережі» спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. В. В. Кирик, О. С. Богомолова. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 44 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Проблеми класичних методів управління в електроенергетичних системах. Електроенергетичні системи (ЕЕС) як нелінійні і багатопов'язані системи. Проблем при застосуванні традиційних методів управління ЕЕС. Характер передатних характеристик класичних систем прийняття рішень щодо управління. Література: [2], стор. 13-16
2	Поняття, ідеологія та основні положення концепції інтелектуальних мереж в сучасній електроенергетичній системі. Інтелектуальна мережа. Ключові функції системи. Тенденції розвитку інтелектуальних мереж. Концепція. Література: [2], стор. 16-23
3	Визначення штучного інтелекту та загальний опис проблеми його створення. Підходи до розуміння проблеми ШІ. Системи штучного інтелекту. Нейромережеві технології. Реалізація оптимальних методів і алгоритмів роботи нейронних мереж, нечіткої логіки та генетичних алгоритмів. Література: [2], стор. 23-28
4	Технології створення інформаційних систем з елементами штучного інтелекту. CASE-технологія. Інструментальні засоби інтелектуальних технологій. Принципи побудови та забезпечення функціонування ІС. Література: [8], стор. 3-4; [2], стор. 30-35
5	Системи прийняття рішень щодо управління керування з класичними законами. Графічне зображення математичної моделі автоматичної системи керування. Правила

	<p>перетворення структурних схем. Передаточна функція ланцюга. Класичні закони регулювання. Пропорційне регулювання. Пропорційно-диференціальне регулювання. Пропорційно-інтегральне регулювання. Пропорційно-інтегрально-диференціальне регулювання.</p> <p>Література: [3], стор. 10-14; [2], стор. 35-45</p>
6	<p>Аналіз і характеристика підходів до створення систем з елементами штучного інтелекту.</p> <p>Ефективні шляхи вирішення проблеми регулювання параметрів електроенергетичних режимів та прийняття рішень щодо управління. Нові напрямки стратегій керування. Сучасні технології на основі нечіткої логіки.</p> <p>Література: [3], стор. 14-20; [2], стор. 46-50</p>
7	<p>Особливості організації структурних схем інтелектуальних систем з нечітким логічним контролером.</p> <p>Структурні схеми управління з нечітким логічним контролером. Імплантація НЛК в класичні системи.</p> <p>Завдання на СРС: Оптимальне управління та прийняття рішення щодо управління без наявності математичного опису системи. Напрямок стратегій нечіткого керування.</p> <p>Література: [3], стор. 20-24; [2], стор. 50-55; [9], стор. 10-27</p>
8	<p>Методологія нечіткої логіки.</p> <p>Фундаментальні принципи сучасної науки. Лінгвістична змінна. Нечітка змінна. Лінгвістична структура. Синтаксичне та семантичне правила.</p> <p>Завдання на СРС: Структура лінгвістичної змінної. Система керування на основі нечіткої логіки.</p> <p>Література: [3], стор. 24-28; [2], стор. 56-61</p>
9	<p>Стохастична і лінгвістична невизначеності.</p> <p>Типи невизначеностей. Стохастична невизначеність. Теорія ймовірності. Лінгвістична невизначеність з неточністю звичайної людської мови. Моделювання лінгвістичної невизначеності.</p> <p>Література: [3], стор. 28-32; [2], стор. 61-65</p>
10	<p>Визначення та характеристика чіткої і нечіткої множини</p> <p>Нечітка множина як множина упорядкованих пар. Порожня чітка множина. Універсум. Носій нечіткої множини. Ядро нечіткої множини. Межі нечіткої множини.</p> <p>Завдання на СРС: Основні терміни і визначення теорії чітких (crisp set) множин.</p> <p>Література: [3], стор. 32-36; [2], стор. 65-69</p>
11	<p>Основні типи функцій належності</p> <p>Спеціальні графічні форми функції належності. Кусково-лінійні функції належності. Представлення в аналітичній формі.</p> <p>Завдання на СРС: Графічне відображення типових функцій належності відповідно до стандарту IEC 1131-7</p> <p>Література: [3], стор. 36-42; [2], стор. 69-78</p>
12	<p>Операції перетину, об'єднання і вкладення нечітких множин.</p> <p>Операції над нечіткими множинами. Визначення відношення вкладення, рівності, додаткової нечіткої множини, добутку (перетину) нечітких множин та суми (об'єднання) нечітких множин</p>

	<p>Завдання на СРС: Алгебраїчний добуток $A \times B$, граничний добуток $A \otimes B$ та драстичний (радикальний) добуток $A \Delta B$.</p> <p>Література: [3], стор. 43-45; [2], стор. 79-82</p>
13	<p>Визначення нечіткої і лінгвістичної змінних.</p> <p>Лінгвістична змінна як кортеж: $\langle v, T, X, G, M \rangle$. Нечітка змінна як кортеж: $\langle \alpha, X, A \rangle$.</p> <p>Поняття нечіткого висловлювання.</p> <p>Завдання на СРС: Основні логічні операції з нечіткими висловлюваннями.</p> <p>Література: [3], стор. 46-52; [2], стор. 82-88</p>
14	<p>Привиля нечітких продукцій (знань)</p> <p>Продукційні системи. Правила нечітких знань. Нечітка композиція.</p> <p>Завдання на СРС: Прямий і зворотній методи нечіткого висновку</p> <p>Література: [3], стор. 52-57; [2], стор. 88-96</p>
15	<p>Основні етапи нечіткого висновку.</p> <p>Системи нечіткого висновку. Формування бази правил систем нечіткого висновку. Фазифікація. Агрегування. Активація. Акумуляція.</p> <p>Завдання на СРС: Математичне визначення міні-активації та її графічна інтерпретація.</p> <p>Література: [3], с тор. 57-65; [2], стор. 97-110; [7], стор. 232-248</p>
16	<p>Дефазифікація нечіткого логічного висновку (DEFUZZIFICATION).</p> <p>Процедура знаходження реального фізичного значення вихідних лінгвістичних змінних. Методи дефазифікації.</p> <p>Завдання на СРС: Дефазифікація вихідної лінгвістичної змінної методом центру площі.</p> <p>Література: [3], стор. 66-69; [2], стор. 110-116; [7], стор. 249-251; [9], стор. 3-20</p>
17	<p>Основні алгоритми нечіткого висновку..</p> <p>Реалізація етапів нечіткого висновку. Алгоритм Мамдані. Алгоритм Цукамото. Алгоритм Ларсена. Алгоритм Сугено.</p> <p>Завдання на СРС: Спрощений алгоритм нечіткого висновку.</p> <p>Література: [3], стор. 70-73; [6], стор. 6-51; [2], стор. 116-142</p>
18	<p>Загальні положення та особливості формування параметрів операцій за алгоритмом нечіткого контролера.</p> <p>Особливості структурних елементів нечіткого алгоритму та вибір їх параметрів. Вибір змінних Вибір масштабних коефіцієнтів.</p> <p>Завдання на СРС: Вибір функцій належності та їх кількості. Вибір правил. Вибір методу дефазифікації.</p> <p>Література: [7], стор. 302-313; [8], стор. 26-36; [2], стор. 142-150</p>
19	<p>Формування функції належності, правил та налаштування нечіткого логічного контролера.</p> <p>Підходи, методи та джерела прикладної інформації. Перевірка та налаштування НЛК</p> <p>Завдання на СРС: Рішення можливих проблем систем управління з нечітким логічним контролером.</p> <p>Література: [4], стор. 302-313; [8], стор. 26-36; [2], стор. 150-169</p>
20	<p>Нечіткий кластерний аналіз даних.</p> <p>Методи аналізу даних. Кластерний аналіз. Методи і алгоритми кластерного аналізу.</p> <p>Завдання на СРС: Шкала представлення властивостей (параметрів).</p> <p>Література: [2] стор. 169-171</p>

21	<p>Нечітка кластеризація і алгоритм її реалізації. Загальне завдання нечіткого кластерного аналізу. Нечіткі кластери. Типові представники або центри нечітких кластерів. Завдання на СРС: Алгоритми нечіткої кластеризації Література: [2] стор. 171-177</p>
22	<p>Штучні нейронні мережі та їх моделі. Штучні нейронні мережі. Завдання штучної нейронної мережі. Основні поняття. Базова структура штучної нейронної мережі. Завдання на СРС: Синапси та їх призначення. Література: [2], стор. 177-179; [5], стор. 29-40</p>
23	<p>Математична модель штучного нейрона. Математична модель нейрона. Штучний нейрон. Синапс та вага синапса. Передаточна функція нейрона. Завдання на СРС: Програмний пакет моделювання адаптивних систем нейро-нечіткого висновку (ANFIS, Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) Література: [6], стор. 201-229; [2], стор. 179-184; [5], стор. 176-200</p>
24	<p>Навчання штучної нейронної мережі. Відтворення поведінки штучної нейронної мережі відповідно алгоритма управління. Алгоритми навчання. Алгоритм зворотного поширення помилки. Завдання на СРС: Програмний інтерфейс адаптивних систем нейро-нечіткого висновку ANFIS в системі MATLAB. Література: [5], стор. 176-200; [2], стор. 184-190</p>
25	<p>Генетичний алгоритм та переваги його використання для оптимізаційних задач в порівнянні з класичними методами. Генетичний алгоритм. Пошук оптимальних параметрів системи. Головні переваги генетичних алгоритмів. Застосування генетичних алгоритмів. Завдання на СРС: Особливості процедури генетичного алгоритму. Література: [5], стор. 11-28; [2], стор. 191-194</p>
26	<p>Послідовність математичних операцій при реалізації генетичного алгоритму. Послідовність операцій генетичного алгоритму. Формування початкової популяції. Селекція. Розмноження (Схрещування). Мутація. Завдання на СРС: Програма реалізація генетичного алгоритму на прикладі програми EGALT. Література: [5], стор. 11-28; [2], стор. 194-200</p>
27	<p>Визначення оптимальної конфігурації трихфідерної розподільної електричної мережі з використанням генетичного алгоритму. Послідовність дій за генетичним алгоритмом по знаходженню оптимальної конфігурації розподільної електричної мережі. Процедура багатокритеріального пошуку оптимальної конфігурації мережі. Завдання на СРС: Особливості процедури генетичного алгоритму на прикладі програми easy np. (http://np-soft.ru/npproject/research/ga/prog_ref.htm). Література: [5], стор. 11-28; [2], стор. 200-219; [4], стор. 99-130</p>

Практичні заняття

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>	<i>Кількість ауд. годин</i>
1	<i>Операції над нечіткими множинами та визначення нечітких множин Література: [10], стор. 5-11</i>	4
2	<i>Функції належності та методи їх побудови Література: [10], стор. 12-21</i>	4
3	<i>Системи нечіткого висновку Література: [10], стор. 22-32</i>	2
4	<i>Основні етапи нечіткого висновку Література: [10], стор. 33-34</i>	2
5	<i>Проектування системи нечіткого логічного виводу Сугено Література: [10], стор. 35-40</i>	2
6	<i>Методика розробки та використання системи нечіткого виводу розв'язку задачі керування Література: [10], стор.41-43</i>	2
7	<i>Модульна контрольна робота</i>	2
<i>ВСЬОГО</i>		18

6. Самостійна робота здобувача

<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	16
1	<i>Підготовка до практичних занять</i>	9
2	<i>Підготовка до МКР</i>	4
3	<i>Підготовка до іспиту</i>	30
4	<i>Опрацювання тем СРС</i>	19
	<i>ВСЬОГО</i>	78

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед здобувачем:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.*

- правила поведінки на заняттях: здобувач має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*

- політика дедлайнів та перескладань: якщо здобувач не проходив або не з'явиться на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;*

• політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;

• при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: експрес-тест, МКР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу здобувача не менше 60% від максимально можливого на час атестації.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: є складені три тести та здана МКР з загальною кількістю стартових балів не менше 40.

Загальна рейтингова оцінка здобувача після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-тесту;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- бали за практичні заняття;
- заохочувальних балів за продуктивну роботу на заняттях;
- Екзаменаційний тест.

Заохочення	Тест (3*17)	МКР	Робота на практичних	Екзаменаційний тест
5	51	11	8	30
Всього 100 балів				

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал 17.

Експрес-тест

Інформаційний ресурс: <https://onlinetestpad.com/svzn56cqfxygc>
<https://onlinetestpad.com/lur2plde7wuhq>
<https://onlinetestpad.com/56l25y7enepii>

Максимальна кількість балів – 3 тести × 17 = 51 балів.

Критерії оцінювання

- повна відповідь на всі запитання (більше 90% матеріалу) – коефіцієнт 0,9 –1;
- неповна відповідь на всі запитання (від 60 до 90% матеріалу) – 0,6-0,9;
- відповідь містить менше 60 % необхідної інформації – 0 балів.

Повторне складання тесту та складання в неустановлені терміни зараховується з коефіцієнтом 0,5.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал МКР – 11.

Критерії оцінювання

- повне виконання завдання (більше 90% матеріалу) – коефіцієнт 0,9 –1;
- неповне виконання завдання (від 60 до 90% матеріалу) – 0,6-0,9;
- виконання завдання містить менше 60 % необхідної інформації – 0 балів.

Робота на практичних заняттях

Ваговий бал заняття – 1.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 1 бал x 8 занять = 8 балів..

Критерії оцінювання

- активна участь та правильне самостійне розв’язання задачі – 1 бали;
- не виконана задача або розв’язана не вірно – 0 балів;

Форма семестрового контролю – екзамен

Максимальний бал – 30.

Необхідною умовою допуску до **екзамену** є складені три тести та виконані і захищені завдання МКР з загальною кількістю балів не менше 40. Екзамен проводиться у вигляді тесту.

Максимальний бал за екзаменаційний тест, що налічує 60 теоретичних запитань, складає 30 балів.

Інформаційний ресурс: <https://onlinetestpad.com/usegtyox22t4y>

Критерії оцінювання

- повна відповідь на всі запитання (більше 90% матеріалу) – 28 –30 балів;
- неповна відповідь на всі запитання (від 60 до 90% матеріалу) – 20-27 балів;
- відповідь містить менше 60 % необхідної інформації – 0 балів.

Загальний рейтинговий бал, складається з суми стартових балів (за три експрес-тести, МКР та заохочень) і балів за екзаменаційний тест, та переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Виконання завдань МКР відбувається в програмному додатку Fuzzy середовища MatLab.

Дистанційний курс дисципліни:
<https://classroom.google.com/c/MTY0MjA5Njk5OTg5?cjc=rwosciuall>

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у Наказі № НОН/157/2023 від 09.05.2023 р. Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті /

На час дії правового режиму воєнного стану діють особливості визнання результатів навчання (https://document.kpi.ua/2022_НОН-164).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено проф. кафедри електричних мереж та систем ФЕА, д.т.н. Кирик В.В.

Ухвалено кафедрою електричних мереж та систем ФЕА (протокол № 13 від 20.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №10 від 22.06.2023 р)