



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>Електроенергетика та електромеханіка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова, ПВ1</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>180 годин/ 6 кредитів ECTS (лекції – 54 год., лабораторні – 18 год., СРС – 108 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 Лабораторні заняття: к.т.н. , ст. викладач Богомолова О. С.</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/MTY0MjA5Njk5OTg5?cjc=rwocuqu</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Описнавчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програму навчальної дисципліни «Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах» складено відповідно до освітньо-наукової програми «Електроенергетика та електромеханіка» другого (магістер

- 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 до створення математичних та імітаційних моделей електроенергетичних та електромеханічних систем

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. Опановувати 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.

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.

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 Дефазифікація 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

Сікорського ; уклад.: О. С. Богомоллова. – Електронні текстові дані (1 файл: 2.1 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 30 с. – Назва з екрана.

Додаткові інформаційні ресурси:

4. Smart Grid System Report, U.S. Department of Energy. Available online: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/02/f59/Smart%20Grid%20System%20Report%20November%202018_1.pdf (accessed on 15 January 2021).
5. Garasumiv, V. M. (2020). ALGORITHM OF ADJUSTMENT OF SUB-REGULATOR COEFFICIENTS WITH FUZZY LOGIC METHODS USING. METHODS AND DEVICES OF QUALITY CONTROL, (2(45), 102–108. [https://doi.org/10.31471/1993-9981-2020-2\(45\)-102-108](https://doi.org/10.31471/1993-9981-2020-2(45)-102-108)
6. Ali, S.S.; Choj, B.J. State-of-the-Art Artificial Intelligence Techniques for Distributed Smart Grids: A Review. Electronics 2020, 9, 1030. [Google Scholar] [CrossRef]
7. Усенко Д. В. Інноваційні підходи до підвищення ефективності енергозбереження в сучасних електроенергетичних системах / Д.В. Усенко, Н.В. Бунякіна // Сучасні проблеми теплоелектроенергетики та захист довкілля. 2023 : зб. матеріалів І Міжнар. наук.-практ. конф. (21-22 верес. 2023 р.). – Полтава : Нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка, 2023. – С. 38–40.
8. Кравченко О. П. Моніторинг та управління параметрами в Смарт-системах електропостачання / О. П. Кравченко, Е. Г. Манойлов, Т. С. Арзікулов // Інноватика в освіті, науці та бізнесі: виклики та можливості : матеріали І Всеукраїнської конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених (17 листопада 2020 р., м. Київ) / за заг. ред. О. М. Ніфатової. – Київ : КНУТД, 2020. – С. 262-266.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(

	<i>Література: [8], стор. 3-4; [2], стор. 30-35</i>
5	Системи прийняття рішень щодо управління керування з класичними законами. Графічне зображення математичної моделі автоматичної системи керування. Правила перетворення структурних схем. Передаточна функція ланцюга. Класичні закони регулювання. Пропорційне регулювання. Пропорційно-диференціальне регулювання. Пропорційно-інтегральне регулювання. Пропорційно-інтегрально-диференціальне регулювання. <i>Література: [3], стор. 10-14; [2], стор. 35-45</i>
6	Аналіз і характеристика підходів до створення систем з елементами штучного інтелекту. Ефективні шляхи вирішення проблеми регулювання параметрів електроенергетичних режимів та прийняття рішень щодо управління. Нові напрямки стратегій керування. Сучасні технології на основі нечіткої логіки. <i>Література: [3], стор. 14-20; [2], стор. 4</i>

	Операції над нечіткими множинами. Визначення відношення вкладення, рівності, додаткової нечіткої множини, добутку (перетину) нечітких множин та суми (об'єднання) нечітких множин Завдання на СРС: Алгебраїчний добуток $A \times B$, граничний добуток $A \otimes B$ та драстичний (радикальний) добуток $A \Delta B$. Література: [3], стор. 43-45; [2], стор. 79-82
13	Визначення нечіткої і лінгвістичної змінних. Лінгвістична змінна як кортеж: $\langle v, T, X, G, M \rangle$. Нечітка змінна як кортеж: $\langle \alpha, X, A \rangle$. Поняття нечіткого висловлювання. Завдання на СРС: Основні логічні операції з нечіткими висловлюваннями. Література: [3], стор. 46-52; [2], стор. 82-88
14	Правила нечітких продукцій (знань)</

	Методи аналізу даних. Кластерний аналіз. Методи і алгоритми кластерного аналізу. Завдання на СРС: Шкала представлення властивостей (параметрів). Література: [2] стор. 169-171
21	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
22	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
23	

Лабораторні роботи

<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	Побудова моделі визначення пріоритету переведення розподільної мережі на напругу 20 кВ	2
2	Аналіз впливу зміни лінгвістичних змінних «сумарна довжина ліній 6 кВ» та «періоду функціонування» на значення критерію переведення мережі на напругу 20 кВ	2
3	Аналіз впливу зміни лінгвістичних змінних «сумарна довжина ліній 6 кВ» та «середня довжина фідерів мережі» на значення критерію переведення мережі на напругу 20 кВ	2
4	Дослідження впливу зміни лінгвістичних змінних «навантаження» та «тенденція зміни навантаження» на значення критерію переведення мережі на напругу 20 кВ	2
5	Дослідження впливу зміни територіальної щільності навантаження на значення критерію переведення мережі на напругу 20 кВ	2
6	Дослідження впливу зміни лінгвістичної змінної «індекс середньої тривалості вимикань» на значення критерію переведення мережі на напругу 20 кВ	2
7	Дослідження впливу зміни лінгвістичної змінної «індекс середньої частоти вимикань» на значення критерію переведення мережі на напругу 20 кВ	2
8	Дослідження впливу зміни лінгвістичної змінної «населення району електропостачання» на значення критерію переведення мережі на напругу 20 кВ	2
9	Дослідження зміни значення критерію переведення мережі на напругу 20 кВ	2
ВСЬОГО		18

6. Самостійна робота здобувача

<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	Підготовка до аудиторних занять	27
1	Підготовка до лабораторних занять	9
2	Підготовка до МКР	4
3	Підготовка до е	

• **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 PCO 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 PCO 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 пова

<https://onlinetestpad.com/56l25y7enepii>

Максимальна кількість балів – 3 тести $\times$ 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.

М

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=rwocuquall>

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)*



ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141</i>

В подальшому знання, що одержали студенти при вивченні дисципліни «Проектування електричних мереж», будуть використані для освітнього компоненту «Проектування електричних мереж. Курсовий проект» та при виконанні магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Проектні розрахунки мереж

Тема 1.1. Розрахунки мереж за умовами нагрівання.

Тема 1.2. Розрахунки мереж за умовами режиму напруги.

Розділ 2. Вибір напруги в електричних мережах

Тема 2.1. Номінальні напруги. Державні стандарти.

Тема 2

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

Кількість ауд. годин	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
8	Вступ. Розділ 1. Тема 1.1. Розрахунок мережі за умовами нагрівання Перспективи розвитку і напрямків науково-технічного прогресу в енергетиці. Основні положення розрахунку мереж за умовами нагрівання. Вибір та перевірка перерізів за умовами нагрівання. Література [1], [2], [3].
10	Тема 1.2. Розрахунок мереж за умовами режиму напруги Норми якості електричної енергії. Показники якості напруги. Засоби підвищення нормованих відхил

3	Розрахунки пристроїв подовжньої та поперечної компенсації в місцевих мережах за умовами допустимої втрати напруги (Розділ 1,2)	2
4	Визначення категорії споживачів. Знайомство з Державними будівельними нормами. Розрахунок навантажень мікрорайону міста (житлові будинки, громадські установи, промислові підприємства). Розрахунок ТП. Визначення потужності, кількості у мікрорайоні, розташування. (Розділ 3)	2
5	Проектування розподільної мережі НН мікрорайону. Вибір кабелів. Розрахунок навантажень ТП. (Розділ 3)	2
6	Розрахунок РП. Розрахунок поверхневої щільності мікрорайону. Визначення кількості РП та місць розташування. Проектування розподільної мережі 10 кВ. Розрахунок перерізів розподільної мережі 10 кВ. Вибір кабелів. (Розділ 3)	2
7	Розрахунок навантаження РП. Проект живлячої мережі 10 кВ. Розрахунок навантаження Центру живлення. Вибір схеми ЦЖ. (Розділ	

Умови допуску до семестрового контролю: Необхідною умовою допуску до екзамену є своєчасне виконання модульної контрольної роботи та виконання завдань практичних занять. При цьому стартовий рейтинг R_d має бути не менш **34 бали**.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал МКР – 42.

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.

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

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)

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 во



Релейний захист та автоматизація енергосистем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

--

16.	Тема 3.2. Автоматичне регулювання частоти і активної потужності. Вимоги до регулювання частоти і активної потужності. Умови найбільш вигідного розподілу активних навантажень. Методи регулювання частоти і активної потужності. Регулятори частоти обертання турбін. Первинні групові регулятори частоти і активної потужності. Вимірні органи частоти і активної потужності вторинних регуляторів. (4 години) Літературні джерела: [1, 2]
17.	Тема 3.3. Автоматичне регулювання напруги і реактивної потужності. Призначення і способи регулювання. Автоматичне регулювання коефіцієнтів трансформації силових трансформаторів (АРНТ). Автоматичне регулювання реактивної потужності БСК (4 години) Літературні джерела: [1, 2]
18.	МКР (2 години)

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи	
-------	---------------------------	--

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

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 не

Індивідуальні завдання на модульну контрольну роботу
Завдання №1.

1.1 Схема АПВ з МВ.

Вихідний стан: вимикач В – вимкнений.

Вказати послідовність спрацювання елементів схеми, якщо відбулись наступні події : увімкнення вимикача вручну → робота лінії $\Delta t=1\text{хв.}$ → нестійке к.з. ?

АПВ успішне, неуспішне ? Призначення реле KL1 ?

1.2 Схема АПВ з МВ.

Вихідний стан: вимикач В – вимкнений.

1.9 Схема АПВ телемеханізованої підстанції.

Вихідний стан: вимикач В – увімкнений.

Вказати послідовність спрацювання елементів схеми, якщо сигнал на вимкнення вимикача поданий : а) ключом управління; б) каналом телеуправління; в) захистом ?

Чому при ТУ не запускається, запускається АПВ ?

1.10 Схема АПВ телемеханізованої підстанції.

Вихідний стан: вимикач В – увімкнений.

Вказати послідовність спрацювання елементів схеми, якщо :

а) виникло нестійке к.з. ; б) поданий сигнал на вимкнення В командою телеуправління.

Спрацює,

АПВ успішне, неуспішне ? Вказати елементи ланцюга запуску АПВ ?

Які спрацюють вказівні реле ? Що зміниться в роботі схеми, якщо к.з. виникає через 3 сек. після увімкнення В ?

1.18 Схема АПВ з очікуванням синхронізму.

Вихідний стан : вимикач В – вимкнений (сторона з контролем відсутності напруги).

Вказати послідовність спрацювання елементів схеми, якщо відбулись наступні події : увімкнення вимикача вручну, тривала робота лінії, вимкнення вимикача захистом з причини нестійкого к.з. ?

Призначення реле КQ, КСС, КСТ ?

1.19 Схема АПВ з очікуванням синхронізму.

Завдання №2.

2.1 Схема АВР двотрансформаторної підстанції.

Навести послідовність спрацювання елементів схеми при вимкненні вимикача Q1?

Чи буде введений в дію резервний трансформатор T2 ?

2.2 Схема АВР двотрансформаторної підстанції.

Навести послідовність спрацювання елементів схеми при вимкненні вимикача Q2?

Чи буде введений в дію резервний трансформатор T2 ?

2.3 Схема АВР двотрансформаторної підстанції. Уставка спрацювання реле КТ – 0,8 с .

Вказати послідовність роботи елементів схе

2.10 Схема АВР секційного вимикача на змінному оперативному струмі.

Початковий стан: на лінії W1 відсутня напруга, вимикач Q1 вимкнений, силовий трансформатор T2 в роботі, СВ увімкнений.

Вказати послідовність роботи схеми при відновленні напруги на лінії W1?

Увімкнуться, вимкнуться вимикачі Q1, Q3?

2.11 Схема АВР секційного вимикача на змінному оперативному струмі.

Початковий стан: вимикачі Q1, Q2 увімкнуті, СВ вимкнений.

Вказати послідовність роботи схеми при зникненні напруги на 1-й секції?

Увімкнуться, вимкнуться в

Навести послідовність спрацювання елементів схеми при допустимій різниці частот генератора і мережі.

Чи має значення до яких трансформаторів напруг підключаються обмотки I і II реле різниці частот? Пояснити призначення контактів реле KV ?

2.21 Схема АВР двотрансформаторної підстанції. Уставка спрацювання реле КТ – 0,8 с .

Вказати послідовність роботи елементів схеми у випадках :

- а) зникнення напруги на шинах Б ($U_B=0$) на час $t=1,1$ с та наявність напруги на шинах А ($U_A=U_{ном}$);
- б) $U_B=0$, $U_A=U_{ном}$, $t=0,5$ с;
- в) $U_B=0$, $U_A=0$, $t=1,1$ с.

Чи спрацює пус

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 10 від 16.06.2023

¹Методичною радою університету— для загальноуніверситетських дисциплін.

