

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Кафедра Інженерії енергосистем

“ЗАТВЕРДЖЕНО”

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

“ ____ ” _____ 20 ____ р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Штучний інтелект в електроенергетичних системах

Галузь знань 14 Електрична інженерія

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробники: доцент кафедри інженерії енергосистем , к.т.н., доцент Павленко В.М.

Київ – 2025 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Кафедра Інженерії енергосистем

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

директор ННІ ЕАіЕ
_____ Віктор КАПЛУН.
“ ____ ” _____ 20__ р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри інженерії
енергосистем
протокол № 7 від “27” травня 2025 р.
Завідувач кафедри _____ Євген АНТИПОВ.

”РОЗГЛЯНУТО ”

ОНП Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка

_____ Кривоносов В.Є.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Штучний інтелект в електроенергетичних системах

Галузь знань 14 Електрична інженерія

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробники: доцент кафедри інженерії енергосистем , к.т.н., доцент Павленко В.М.

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни «Штучний інтелект в електроенергетичних системах»

Дисципліна «Штучний інтелект в електроенергетичних системах» орієнтована на формування у магістрів компетентностей з ефективного використання сучасних ШІ-рішень в енергетиці. Курс зосереджується на ознайомленні з ключовими принципами штучного інтелекту, машинного та глибокого навчання, їхніми можливостями та обмеженнями для вирішення інженерних задач. Студенти вивчатимуть, як застосовувати готові програмні інструменти та платформи для аналізу енергетичних даних, прогнозування електричного навантаження, діагностики обладнання, оптимізації режимів роботи систем та управління розподільними мережами. Акцент робиться на розумінні логіки роботи ШІ-моделей, підготовці даних для їх використання та інтерпретації отриманих результатів для прийняття обґрунтованих інженерних рішень. Дисципліна розвиває аналітичне мислення та здатність до інтеграції ШІ-технологій у професійну діяльність для підвищення ефективності та надійності електроенергетичних систем.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	магістр	
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	180	
Кількість кредитів ECTS	6	
Кількість змістових модулів	1	
Курсовий проєкт (робота)	—	
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	2	
Семестр	4	
Лекційні заняття	20 год.	
Практичні, семінарські заняття	10 год.	
Лабораторні заняття	20 год.	
Самостійна робота	130 год.	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	5 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Формування у здобувачів вищої освіти інтегрованих знань та практичних навичок ефективного використання методів та інструментів штучного інтелекту для аналізу, прогнозування, оптимізації та управління в електроенергетичних системах, а також

розуміння ролі ІІІ в сучасній цифровій трансформації енергетичного сектору. Курс спрямований на розвиток здатності до обґрунтованого вибору, застосування та інтерпретації ІІІ-рішень для підвищення ефективності, надійності та безпеки функціонування енергетичних об'єктів.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці або в процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу,

ЗК3 Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій,

ЗК7. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

СК13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

СК17. Здатність застосовувати проблемно-орієнтовані методи аналізу, синтезу та оптимізації електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем, управління виробництвом, життєвим циклом продукції та її якістю у наукових дослідженнях, мати досвід практичного впровадження наукових розробок.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН12. Планувати та виконувати наукові дослідження та інноваційні проекти в сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки..

Вибіркова частина:

Після успішного завершення дисципліни здобувач повинен продемонструвати здатність:

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

1. ***СК2 (Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки):*** Застосовувати існуючі та нові методи, методики та технології, засновані на штучному інтелекті, для ефективного вирішення інженерних завдань в електроенергетичних системах.

- *Обґрунтування:* Ця компетентність безпосередньо відображає основну мету дисципліни – навчити студентів використовувати ІІІ як інструмент для вирішення реальних інженерних проблем.

2. ***СК17 (Здатність застосовувати проблемно-орієнтовані методи аналізу, синтезу та оптимізації електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем, управління виробництвом, життєвим циклом продукції та її якістю у наукових дослідженнях, мати досвід практичного впровадження наукових розробок):*** Застосовувати проблемно-орієнтовані

методи аналізу, синтезу та оптимізації електроенергетичних систем за допомогою ІІІ-інструментів, розуміючи їх роль у наукових дослідженнях та практичному впровадженні інновацій.

- **Обґрунтування:** ІІІ є потужним інструментом для аналізу, синтезу та оптимізації складних систем, що є критично важливим в енергетиці. Ця СК підкреслює орієнтацію на практичне застосування та інновації.

Програмний результат навчання (ПРН):

ПРН3. Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

Обґрунтування: Це центральний результат навчання для даної дисципліни курсу. Він безпосередньо відображає основну мету – навчити студентів, як ефективно використовувати сучасні ІІІ-інструменти, аналітичні платформи та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання задач в енергетиці. Всі лабораторні та практичні роботи курсу, а також значна частина самостійної роботи, зосереджені саме на практичному освоєнні цих інструментів, що є ключовим для "просунутого користувача".

ПРН5. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

Обґрунтування: Курс надає студентам потужні ІІІ-інструменти для глибокого аналізу енергетичних процесів та даних. Це включає прогнозування навантажень та генерації, виявлення аномалій, діагностику стану обладнання та оптимізацію режимів роботи ЕЕС. ІІІ виступає як засіб для отримання нових знань та інсайтів з великих обсягів даних, що дозволяє студентам проводити якісний аналіз складних систем.

ПРН20. Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами.

Обґрунтування: Окрім суто технічного використання ІІІ-інструментів, курс також акцентує увагу на критичному мисленні та розумінні контексту впровадження ІІІ. Через кейс-аналізи та дискусії студенти навчаються ідентифікувати не лише можливості, а й обмеження, ризики та виклики, пов'язані з інтеграцією ІІІ в реальні енергетичні системи (наприклад, якість даних, етичні питання, кібербезпека, потреба в спеціалізованій інфраструктурі). Це допомагає підготувати інженерів, які можуть не тільки застосовувати, але й обґрунтовано оцінювати доцільність та реалістичність впровадження ІІІ-рішень.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							заочна форма					
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
Змістовий модуль 1. Основи ІІІ та машинного навчання в ЕЕС													
Тема 1. Вступ до ІІІ та його місце в енергетиці	1	19	2	2			15						

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							заочна форма					
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.			л	п	лаб	інд
Тема 2. Основи машинного навчання: підготовка даних та базові моделі	2-3	36	4	2	4		26						
Тема 3. Регресійні та класифікаційні моделі для енергетичного аналізу	4-5	36	4	2	6		24						
Змістовий модуль 2. Глибоке навчання та передові застосування ШІ в ЕЕС													
Тема 4. Нейронні мережі та глибоке навчання в енергетиці	6-7	36	4	2	6		24						
Тема 5. Розширені застосування ШІ та інтеграція в енергосистеми	8-9	35	4	2	4		25						
Тема 6. Застосування ШІ в управлінні та оптимізації електроенергетичних систем	10	18	2				16						
Усього годин		180	20	10	20		130						

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступ до штучного інтелекту та його місце в енергетиці - Основні поняття та визначення штучного інтелекту (ШІ). - Короткий огляд історії розвитку ШІ та його парадигм. - Відмінності між ШІ, машинним навчанням (МН) та глибоким навчанням (ГН). - Сучасні тенденції розвитку ШІ та його потенціал в електроенергетичних системах (ЕЕС). - Етичні аспекти та виклики впровадження ШІ в критичну інфраструктуру.	2
2.	Основи машинного навчання: підготовка даних та базові моделі - Етапи життєвого циклу проєкту МН: збір, попередня обробка, візуалізація даних. - Типи машинного навчання: навчання з учителем (Supervised Learning), без учителя (Unsupervised Learning). - Метрики оцінки якості моделей МН (для регресії та класифікації). - Лінійна регресія: принципи та застосування для прогнозування навантажень.	4
3.	Регресійні та класифікаційні моделі для енергетичного аналізу - Поліноміальна регресія та перенавчання моделей. - Дерева рішень та випадкові ліси для прогнозування та класифікації. - Логістична регресія для задач класифікації (напр., діагностика станів обладнання). - Метод опорних векторів (SVM) та його застосування.	4
4.	Нейронні мережі та глибоке навчання в енергетиці - Введення в нейронні мережі: архітектура, активаційні функції, навчання. - Багатошарові персептрони (MLP) для прогнозування часових рядів.	4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	- Рекурентні нейронні мережі (RNN) та мережі довгої короткочасної пам'яті (LSTM) для складного прогнозування. - Застосування згорткових нейронних мереж (CNN) для обробки сигналів або зображень в енергетичному обладнанні.	
5.	Розширені застосування ШІ та інтеграція в енергетичні системи - ШІ для оптимізації роботи енергетичних систем (розподіл потоків, управління режимами). - ШІ в Smart Grids (розумних мережах) та кібербезпеці енергетичних систем. - Застосування систем штучного інтелекту для моніторингу, діагностики та технічного обслуговування обладнання. - Введення в навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning) для управління енергосистемами.	4
6.	Застосування ШІ в управлінні та оптимізації електроенергетичних систем - Оптимізаційні алгоритми на основі ШІ (напр., генетичні алгоритми, ройовий інтелект). - ШІ для управління енергосистемами (напр., оптимізація розподілу потоків, стабілізація мережі). - Концепція "розумних мереж" (Smart Grids) та роль ШІ. - ШІ в кібербезпеці енергетичних систем	2

4.1. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Лабораторна робота 1 (до Теми 2): Підготовка енергетичних даних для ШІ-аналізу - Ознайомлення з середовищами для роботи з даними (напр., Google Colab, Jupyter Notebooks). - Використання інструментів для імпорту, очищення та попередньої обробки великих наборів енергетичних даних (напр., показань лічильників, параметрів мережі). - Візуалізація та базовий аналіз даних для виявлення тенденцій та особливостей, що впливають на роботу ШІ-моделей. - <i>Фокус:</i> Робота з готовими скриптами для маніпуляції даними, розуміння вхідних форматів для ШІ-інструментів.	4
2.	Лабораторна робота 2 (до Теми 3): Застосування та оцінка регресійних моделей для прогнозування в ЕЕС - Використання програмних інструментів (напр., бібліотек scikit-learn через готові інтерфейси або спеціалізованих ML-платформ) для побудови моделей прогнозування електричного навантаження, генерації ВДЕ або цін на енергію. - Оцінка якості прогнозів за допомогою ключових метрик (MAE, RMSE, R²) та інтерпретація результатів для прийняття рішень.	6

	- Аналіз впливу вхідних параметрів на точність прогнозу. - <i>Фокус:</i> Запуск готових моделей, налаштування параметрів, аналіз прогнозів.	
3.	Лабораторна робота 3 (до Теми 4): Застосування класифікаційних моделей та методів виявлення аномалій в ЕЕС (6 год) - Використання ШІ-інструментів для класифікації станів обладнання (напр., норма/відмова, різні типи пошкоджень). - Застосування методів ШІ для виявлення аномальної поведінки в енергетичних даних (напр., несанкціоновані підключення, збої у роботі). - Аналіз метрик оцінки класифікації (точність, повнота, F1-міра) та візуалізація результатів. - <i>Фокус:</i> Запуск та конфігурація готових класифікаційних алгоритмів, інтерпретація результатів для оперативного реагування.	6
4.	Лабораторна робота 4 (до Теми 5): Використання моделей глибокого навчання для складних енергетичних задач (4 год) - Ознайомлення з архітектурами нейронних мереж, які використовуються в енергетиці (напр., LSTM для часових рядів). - Застосування готових, попередньо навчених моделей глибокого навчання для вирішення завдань (напр., складне прогнозування, розпізнавання образів сигналів від обладнання). - Вивчення впливу ключових гіперпараметрів на продуктивність моделей глибокого навчання. - <i>Фокус:</i> Використання готових ГН-моделей через високорівневі API або спеціалізовані платформи, розуміння їхніх можливостей і обмежень	4

4.2. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Практичне заняття 1 (до Теми 1): Аналіз перспектив ШІ в сучасній енергетиці - Обговорення актуальних трендів розвитку ШІ та його впливу на різні сектори електроенергетики. - Кейс-стаді: розбір успішних прикладів застосування ШІ для оптимізації роботи мереж, управління виробництвом енергії, моніторингу обладнання. - Визначення потенційних "вузьких місць" в енергетичних системах, де впровадження ШІ може принести найбільшу користь.	2
2.	Практичне заняття 2 (до Теми 2): Вибір та обґрунтування інструментів для ШІ-аналізу - Огляд доступних платформ та бібліотек для машинного та глибокого навчання, орієнтованих на "користувачів" (напр., Google Colab, Azure ML, спеціалізовані ПЗ). - Обговорення критеріїв вибору ШІ-інструментів для конкретних енергетичних задач (зручність використання, функціонал, вартість, масштабованість). - Робота з демонстраційними версіями або інтерфейсами обраних платформ для розуміння їх функціоналу.	2

3.	Практичне заняття 3 (до Теми 3): Інтерпретація та валідація результатів прогнозування - Глибинний аналіз отриманих прогнозів (навантаження, генерація ВДЕ, ціни на ринку енергії) з регресійних моделей. - Обговорення методів валідації моделей на нових даних, розуміння причин помилок прогнозування. - Прийняття рішень на основі прогнозів: як використовувати ІІІ-прогнози для планування режимів роботи ЕЕС, оптимізації диспетчерського управління.	2
4.	Практичне заняття 4 (до Теми 4): Використання ІІІ для діагностики та виявлення відхилень - Аналіз звітів та візуалізацій від ІІІ-систем, що класифікують стани обладнання або виявляють аномалії. - Обговорення практичних сценаріїв реагування на виявлені аномалії та несправності. - Роль людського фактора у взаємодії з діагностичними ІІІ-системами: підтвердження, коригування, довіра до ІІІ.	2
5.	Практичне заняття 5 (до Теми 5): Проєктний семінар: Розробка концепції ІІІ-рішення в ЕЕС - Групова робота над реальними або гіпотетичними інженерними проблемами в електроенергетиці, які можуть бути вирішені за допомогою ІІІ. - Формулювання задачі, визначення необхідних даних та вибір потенційних ІІІ-методів. - Обговорення етапів впровадження ІІІ-рішення, потенційних викликів та очікуваних переваг. - Презентація та захист міні-проєктів.	2

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Змістовий модуль 1. Основи ІІІ та машинного навчання в ЕЕС	
1	Тема 1. Вступ до штучного інтелекту та його місце в енергетиці. Рекомендовані завдання: - Детальний огляд базових концепцій ІІІ, історія розвитку, основні парадигми. - Вивчення ключових сфер застосування ІІІ в сучасній енергетиці (прогнозування, оптимізація, діагностика). - Самостійне ознайомлення з публікаціями та етичними аспектами впровадження ІІІ, особливо у критичній інфраструктурі.	15
2	Тема 2. Основи машинного навчання: підготовка даних та базові моделі Рекомендовані завдання: - Поглиблене вивчення типів даних, типових для енергетичних систем (часові ряди, структурні дані, геопросторові дані). - Опрацювання методів попередньої обробки даних: очищення, нормалізація, масштабування, обробка пропусків. - Огляд та практичне ознайомлення з основними інструментами для роботи з даними (наприклад, функціонал Excel, базові операції з DATA-бібліотеками pandas та numpy).	14

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
3	Тема 2. (продовження) Основи машинного навчання: підготовка даних та базові моделі. Рекомендовані завдання: - Дослідження різних типів машинного навчання: кероване навчання, некероване навчання, навчання з підкріпленням. - Вивчення принципу роботи базових алгоритмів: k-найближчих сусідів, кластеризація (K-Means). - Опрацювання матеріалів щодо метрик оцінки якості моделей (наприклад, похибка, точність, повнота).	12
4	Тема 3. Регресійні та класифікаційні моделі для енергетичного аналізу. Рекомендовані завдання: - Поглиблене вивчення алгоритмів лінійної та поліноміальної регресії, їх застосування для прогнозування навантажень. - Дослідження принципів побудови та роботи алгоритмів дерев рішень та випадкових лісів у задачах діагностики обладнання. - Самостійна підготовка невеликих наборів даних для імітації лабораторної роботи.	13
5	Тема 3. (продовження) Регресійні та класифікаційні моделі для енергетичного аналізу. Рекомендовані завдання: - Вивчення логістичної регресії для бінарної класифікації (наприклад, виявлення несправностей). - Ознайомлення з методом опорних векторів (SVM) та його застосуваннями в енергетиці. - Огляд метрик оцінки класифікаційних моделей (Precision, Recall, F1-score, ROC-AUC) та їх інтерпретація. - Самостійний пошук та аналіз 2-3 прикладів застосування регресійних та класифікаційних моделей в реальних ЕЕС.	11
	Змістовий модуль 2. Глибоке навчання та передові застосування ШІ в ЕЕС	
6	Тема 4. Нейронні мережі та глибоке навчання в енергетиці. Рекомендовані завдання: - Поглиблене ознайомлення з основними принципами нейронних мереж: архітектура, активаційні функції, процес навчання (пряме та зворотне поширення). - Огляд багат шарових перцептронів (MLP) та їхніх застосувань для прогнозування та оптимізації в енергосистемах. - Підготовка теоретичної бази до майбутньої лабораторної роботи з глибокого навчання.	13
7	Тема 4. (продовження) Нейронні мережі та глибоке навчання в енергетиці. Рекомендовані завдання: - Вивчення рекурентних нейронних мереж (RNN) та їх вдосконалених варіантів (LSTM, GRU) для аналізу часових рядів енергоспоживання та генерації. - Огляд принципів роботи згорткових нейронних мереж (CNN) та їхнього застосування у моніторингу та діагностиці енергетичного обладнання (наприклад, аналіз зображень дефектів).	11
8	Тема 5. Розширені застосування ШІ та інтеграція в енергетичні системи.	14

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Рекомендовані завдання: - Дослідження оптимізаційних алгоритмів на основі ШІ (генетичні алгоритми, ройовий інтелект) для задач управління режимами ЕЕС, розподілу навантажень. - Аналіз ролі ШІ у концепції "розумних мереж" (Smart Grids), зокрема у питаннях інтеграції відновлюваних джерел енергії.	
9	Тема 5. (продовження) Розширені застосування ШІ та інтеграція в енергетичні системи. Рекомендовані завдання: - Вивчення методів ШІ для підвищення кібербезпеки енергетичних систем (виявлення аномалій, запобігання атакам). - Аналіз використання ШІ в системах підтримки прийняття рішень для операторів енергосистем. - Підготовка до практичного заняття з розробки концепції ШІ-рішення для конкретної енергетичної задачі.	11
	Тема 6. Застосування ШІ в управлінні та оптимізації електроенергетичних систем. Рекомендовані завдання: - Поглиблене вивчення обраного оптимізаційного алгоритму на основі ШІ. - Аналіз наукових публікацій та кейсів застосування ШІ для управління енергосистемами. - Дослідження нормативних документів та стандартів, що регулюють кібербезпеку в енергетиці. - Підготовка презентації з обраної теми, пов'язаної із застосуванням ШІ в енергетиці.	16

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

Для перевірки рівня сформованості програмних результатів навчання здобувачів застосовуються такі методи та засоби діагностики:

- Усне або письмове опитування (застосовується під час лекцій та консультацій для контролю розуміння ключових понять, таких як: машинне навчання, глибоке навчання, нейронні мережі, кероване/некероване навчання, регресія, класифікація, прогнозування навантаження, оптимізація режимів ЕЕС, принципи роботи Smart Grids, кібербезпека енергосистем з використанням ШІ);
- Співбесіда (у межах індивідуальних завдань або захистів лабораторних робіт, зокрема щодо критеріїв вибору та доцільності застосування ШІ-моделей, стратегій підготовки та інтерпретації енергетичних даних, аналізу результатів роботи ШІ-систем в ЕЕС та етичних аспектів їх впровадження);
- Тестування (модульні контрольні роботи для перевірки знання теоретичних основ штучного інтелекту, принципів роботи алгоритмів машинного та глибокого навчання, а також основних метрик для оцінки ефективності ШІ-рішень);
- Захист лабораторних/практичних, розрахункових/графічних робіт, проєктів (для перевірки вмінь використовувати спеціалізовані ШІ-інструменти, аналітичні

платформи або користувацькі інтерфейси ШІ-систем для розв'язання реальних задач прогнозування споживання/генерації, діагностики стану енергетичного обладнання, оптимізації режимів ЕЕС та виявлення аномалій у даних електроенергетичних систем);

- Пірінгове оцінювання, самооцінювання (застосовується в командних завданнях на основі кейс-аналізу успішних та потенційно проблемних проєктів впровадження ШІ в електроенергетичній галузі (наприклад, оптимізація інтеграції відновлюваних джерел енергії, предиктивна діагностика трансформаторів, підвищення ефективності роботи Smart Grids за допомогою ШІ) та оцінювання ефективності запропонованих ШІ-рішень).

7. Методи навчання:

Для формування професійних компетентностей у здобувачів вищої освіти в межах дисципліни застосовуються такі методи навчання:

- Метод проблемного навчання — для постановки задач оптимізації режимів роботи ЕЕС з урахуванням інтеграції ВДЕ за допомогою ШІ, а також виявлення та прогнозування аномалій в енергосистемах.
- Метод практико-орієнтованого навчання — при аналізі реальних наборів енергетичних даних та застосуванні ШІ-інструментів для прогнозування навантаження, генерації, цін на енергію, а також для діагностики стану обладнання.
- Кейс-метод — для аналізу реальних прикладів успішного та неуспішного застосування ШІ в енергетиці, розробки стратегій впровадження ШІ-рішень, оцінки їх ефективності та потенційних ризиків.
- Метод проєктного навчання — при виконанні лабораторних та практичних робіт, пов'язаних з побудовою та оцінкою моделей машинного та глибокого навчання для розв'язання конкретних енергетичних задач.
- Метод перевернутого класу, змішаного навчання — при підготовці студентів до лабораторних та практичних занять через онлайн-опрацювання теоретичних матеріалів щодо ШІ-алгоритмів, архітектур нейронних мереж та інструментів для роботи з даними.
- Метод навчання через дослідження — у процесі порівняльного аналізу різних ШІ-підходів до розв'язання конкретних енергетичних задач, вибору оптимальних алгоритмів та гіперпараметрів, а також оцінки точності та надійності отриманих результатів.
- Метод навчальних дискусій та дебатів — під час обговорення етичних та соціальних наслідків впровадження ШІ в енергетику, а також потенційних ризиків та обмежень, пов'язаних з використанням ШІ-систем.
- Метод командної роботи, мозкового штурму — для розробки концепцій ШІ-рішень для конкретних енергетичних задач, а також для оцінки та порівняння різних підходів до розв'язання цих задач.

- Метод гейміфікованого навчання - у формі симуляційних тренінгів з використання ІІІ-інструментів для управління енергосистемою в умовах невизначеності та змінних факторів (наприклад, коливання генерації ВДЕ, аварійні ситуації).

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Відвідування лекцій і лабораторних занять (10 тижнів × 1 бал)		10
Практичні роботи (5 робіт по 4 бали)	ПРН12.	20
Лабораторні роботи (4 роботи по 5 балів)	ПРН12.	20
Самостійна робота: аналіз ІІІ-кейсів в енергетиці, огляди, робота з джерелами	ПРН12.	10
Виконання індивідуального завдання (наприклад, міні-проєкт ІІІ для конкретної задачі ЕЕС)	ПРН12.	10
Виконання індивідуального завдання	ПРН12.	10
Разом за навчальну роботу		70
Екзамени		30
Всього за курс		100

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	<i>Роботи, які здаються із порушенням встановлених термінів без обґрунтованих причин, оцінюються зі зниженням балу (до -20%). Перескладання лабораторних, індивідуальних завдань або тестів допускається лише з дозволу викладача та за умови документального підтвердження поважної причини (лікарняний, офіційне стажування, військовий облік тощо). Перескладання здійснюється не пізніше останнього тижня перед екзаменаційною сесією.</i>
---	--

Політика щодо академічної доброчесності	<i>Роботи, які здаються із порушенням встановлених термінів без обґрунтованих причин, оцінюються зі зниженням балу (до -20%). Перескладання лабораторних, індивідуальних завдань або тестів допускається лише з дозволу викладача та за умови документального підтвердження поважної причини (лікарняний, офіційне стажування, військовий облік тощо). Перескладання здійснюється не пізніше останнього тижня перед екзаменаційною сесією.</i>
Політика щодо відвідування	<i>Відвідування лекцій та лабораторних занять є обов'язковим.. За наявності офіційного підтвердження (довідка про хворобу, міжнародне стажування, тощо), студент має право на індивідуальний графік відпрацювання (у тому числі онлайн) за погодженням з викладачем і директором.</i>

4. Навчально-методичне забезпечення:

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=3772>

5. Рекомендовані джерела інформації

1. Суходоля О . М. Штучний інтелект в енергетиці: аналітична доповідь / О.В. М. Суходоля. – Київ: НІСД, 2022. – 80 с. – DOI: 10.53679/NISS-analytrep.2022.09. – Режим доступу: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-07/dopovid-ai-v-energetici-red_01-pogodzheno-sukhodolya_02-1.pdf

Анотація: Аналітична доповідь, присвячена основним напрямкам використання технологій штучного інтелекту в енергетичній сфері України, містить рекомендації щодо стимулювання розвитку ШІ в енергетиці .

2. Стаднік М . І., Видмиш А. А., Штуць А. А., Колісник М. А. Інтелектуальні системи в електроенергетиці. Теорія та практика: навчальний посібник /М. І. Стаднік, А. А. Видмиш, А. А. Штуць, М. А. Колісник. – Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. – 332 с. – Режим доступу: <https://ittf.kiev.ua/wp-content/uploads/2025/01/silabus-informacijni-sistemi.pdf>

Анотація: Посібник охоплює теоретичні та практичні аспекти застосування інтелектуальних систем у сучасній електроенергетиці, розглядає машинне навчання, нейронні мережі, Smart Grid та автоматизацію .

3. Касаткіна І . В., Бойко С. М., Жуков О. А. Інтелектуальні системи електропостачання: навчальний посібник / І.І. В. Касаткіна, С. М. Бойко, О. А. Жуков. – Варшава: iScience Sp. z oo, 2023. – 151 с. – Режим доступу: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/Kasatkina_2023_151.pdf

Анотація: Посібник містить системний огляд інтелектуальних систем електропостачання, питання автоматизації, оптимізації, екологічних аспектів та впровадження сучасних інформаційних технологій .

4. Падманабан С., Паланісамі С., Ченніаппан С., Холм-Нільсен Дж. Б. Інтелектуальні енергетичні системи на основі штучного інтелекту / С. Падманабан, С. Паланісамі, С. Ченніаппан, Дж. Б. Холм-Нільсен. – Хобокен: Wiley, 2023. – 352 с. – DOI: 10.1002/9781119893998. – Режим доступу: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119893998>

Анотація: Монографія, присвячена розвитку штучного інтелекту для управління, оптимізації та прогнозування в інтелектуальних енергетичних системах, містить практичні приклади та кейси .

5. Досягнення штучного інтелекту для моделювання та оптимізації енергетичних систем / за редакцією Аль-Хайджі К.А., Мохамеда О., Елхайджі В.А. – Лондон: Routledge, 2025. – 280 с. – DOI: 10.1201/9781003520498. – Режим доступу:

<https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.1201/9781003520498/advances-ai-simulation-optimization-energy-systems-qasem-abu-al-haija-omar-mohamed-wejdan-abu-elhaija>

Анотація: Збірник статей про застосування штучного інтелекту для моделювання, оптимізації та управління енергетичними системами, з реальними прикладами впровадження .

6. Крамар Т. І. Штучний інтелект і машинне навчання в контексті системи експорту електроенергії: кваліфікаційна робота /Т. І. Крамар. – Тернопіль: ТНТУ, 2023. – 75 с. – Режим доступу:

https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/43319/2/Taras%20igorovych_Kramar.pdf

Анотація: Робота містить аналіз сучасних підходів до впровадження штучного інтелекту та машинного навчання для підвищення ефективності комп'ютеризованих систем експорту електроенергії.

7. Лебідь О. В. Інтелектуальні системи в електроенергетиці: теорія та практика / О.М. В. Лебідь // Електронне моделювання. – 2024. – Т. 46, № 1. – С. 55–69. – Режим доступу: <https://emodel.org.ua/uk/archive-ukr/2024/46-1-u/c-55-69>

Анотація: У статті розглядаються можливості застосування інтелектуальних систем для енергозбереження, кібербезпеки, діагностики та інтеграції відновлюваних джерел енергії.

8. Venayagamoorthy GK, Harley RG, Wunsch DC Artificial Intelligence in Power Systems / GK Venayagamoorthy, RG Harley, DC Wunsch. – Academia.edu, 2017. – 48 с. – Режим доступу:

https://www.academia.edu/31006007/Artificial_Intelligence_in_Power_Systems

Анотація: Огляд сучасних методів застосування штучного інтелекту для задач керування, діагностики, оптимізації в електроенергетичних системах.

9. Zhou S., Wu Q., Chen C., Zhang J. Smart Energy Community Management на основі штучного інтелекту: підхід до навчання з посиленням / S. Zhou, Q. Wu, C. Chen, J. Zhang // CSEE Journal of Power and Energy Systems. – 2019. – Вип. 5, № 1. – С. 1–10. – DOI: 10.17775/CSEEJPES.2018.02130. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8662674>

Анотація: Стаття присвячена наповненню методів підкріплювального навчання для управління енергетичними спільнотами, містить практичні результати та моделі.

10. Сюй К., Ван Дж., Лю Ю., Ван Ю., Ван К. Інтерпретована LSTM на основі механізму змішаної уваги для багатоетапного прогнозування навантаження на житлові приміщення / К. Сюй, Дж. Ван, Ю. Лю, Ю. Ван, К. Ван //

Електроніка. – 2022. – Т. 11, № 13. – Ст. 2189. – DOI: 10.3390/electronics11132189. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2079-9292/11/13/2189>

Анотація: У роботі розглядається застосування глибокого навчання (LSTM) з механізмом уваги для багатокрокового прогнозування навантаження в житлових енергосистемах