

**МЕЛІТОПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО**

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ, МАТЕМАТИКИ ТА ЕКОНОМІКИ

Кафедра інформатики і кібернетики

Назва курсу <i>Нормативний/вибірковий</i>	«Нейронні мережі» <i>Вибіркова</i>
Ступінь освіти Освітня програма	Магістр Професійна освіта. Цифрові технології Середня освіта. Інформатика, Комп'ютерні науки
Рік викладання/ Семестр	2024-2025 / <i>непарний семестр</i>
Сторінка курсу в ЦОДТ МДПУ ім. Б.Хмельницького	https://dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=408
Консультації	консультації: згідно графіку роботи кафедри інформатики і кібернетики. Онлайн-консультації: через систему ЦОДТ МДПУ ім. Б. Хмельницького.

1. АНОТАЦІЯ

Нейронна мережа - математична модель, а також її програмне або апаратне втілення, побудована за принципом організації та функціонування біологічних нейронних мереж - мереж нервових клітин живого організму.

Це поняття виникло щодо процесів, що протікають у мозку.

Нейронні мережі – це один із методів машинного навчання, до якого зараз прикута досить велика увага не лише фахівців у галузі аналізу даних чи математиків, а й взагалі людей, які ніяк не пов'язані з цією професією. І це пов'язано з тим, що рішення на основі нейронних мереж показують найкращі результати в різних галузях людського знання, як розпізнавання мови, аналіз тексту, аналіз зображень тощо.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КУРСУ

Мета навчальної дисципліни – дати студентам систематичний огляд моделей штучних нейронних мереж, вивчення та освоєння студентами способів їх застосування для вирішення задач обробки інформації, освоєння технології моделювання штучних нейронних мереж на персональному комп'ютері.

Завданнями курсу є: знайомство з моделями операційного блоку нейрокомп'ютера; вивчення основних моделей нейронних мереж; вивчення основ конструювання та налаштувань нейронних мереж; застосування методів навчання нейронних мереж; вивчення програмної емуляції нейрокомп'ютерів та нейронних мереж

3. ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ, ЯКІ НАБУВАЮТЬСЯ ПІД ЧАС ОПАНУВАННЯ ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

Загальні компетентності

ЗК 7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Фахові компетентності:

ФК 10. Здатність розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування, методів та алгоритмів обчислень, структур даних, дотримуючись усіх етапів життєвого циклу проекту.

4. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

ПРН 8. Розробляти програмні засоби, які реалізують обрані алгоритми вирішення прикладних проблем, спираючись на етапи життєвого циклу продукту.

5. ОБСЯГ КУРСУ

Вид заняття	Загальна кількість	Лекції	Практичні/ лабораторні заняття	Самостійна робота
Кількість годин	120 годин	30 годин	14 годин	76 годин

6. ПОЛІТИКА КУРСУ

Політика навчання через дослідження:

Курс є складовою освітньо-професійної програми, тому усі його складові розглядаються у контексті відповідності наукових інтересів бакалаврів.

Політика академічної поведінки та етики:

- Не пропускати та не запізнюватися на заняття за розкладом;
- Вчасно виконувати завдання семінарів та питань самостійної роботи;
- Вчасно та самостійно виконувати контрольні-модульні завдання.
- Дотримуватись Кодексу академічної доброчесності, прийнятого у МДПУ імені Богдана Хмельницького https://mdpu.org.ua/wp-content/uploads/2020/11/Kodeks-akadem-dobrochnosti_2020.pdf та Положення про Академічну доброчесність https://mdpu.org.ua/wp-content/uploads/2020/11/akademichna-dobrochnost_2020.pdf. Здобувачі освіти мають самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та періодичного контролю, самостійні завдання, посилаючись на джерела інформації у разі запозичень ідей, тверджень, відомостей; дотримуватись норм законодавства про авторське право.

Політика щодо дедлайнів та перескладання: роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: усі письмові роботи перевіряються на наявність плагіату і допускаються до захисту із коректними текстовими запозиченнями не більше 20%. Списування під час контрольних робіт заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Політика щодо відвідування: Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

Поточний контроль: усне опитування в ході лекцій та практичних занять, перевірка завдань (у тому числі самостійної роботи), оцінювання правильності вирішення тестових та практичних завдань на семінарських заняттях.

7. СТРУКТУРА КУРСУ

Кількість годин	Тема	Форма діяльності (заняття, кількість годин)	Література	Завдання	Вага оцінок	Термін виконання
Блок 1.						
1	Тема 1. Введення.	Лекція (2) Лабораторна робота (2) Самостійна робота (2)	1, 2, 6	Відповіді на контрольні питання до лекції Виконання завдань самостійної роботи	- 5 -	впродовж 3/5-го навчального семестру (перший періодичний контроль)
2	Тема 2. Штучні нейронні мережі.	Лекція (2) Лабораторна робота (2) Самостійна робота (2)	1, 3, 5	Відповіді на контрольні питання до лекції Виконання завдань лабораторної роботи Виконання завдань самостійної роботи	- 5 -	
3	Тема 3. Навчання штучних нейронних мереж.	Лекція (2) Лабораторна робота (2) Самостійна робота (4)	3, 4, 7	Відповіді на контрольні питання до лекції Виконання завдань лабораторної роботи Виконання завдань самостійної роботи	- 5 -	
4	Тема 4. Персептрон.	Лекція (2) Лабораторна робота (2) Самостійна	4, 5	Відповіді на контрольні питання до лекції Виконання завдань	- 5	

		робота (4)		лабораторно ї роботи Виконання завдань самостійної роботи	-	
5	Тема 5. Лінійні нейронні мережі.	Лекція (2) Лабораторна робота (2) Самостійна робота (4)	1, 2, 8		- 5 -	
6	Тема 6. Мережі на основі радіальних базисних функцій.	Лекція (4) Лабораторна робота (2) Самостійна робота (4)	3, 4, 10		- 5 -	
7	Тема 7. Самоорганізована карта Кохонена.	Лекція (4) Лабораторна робота (2) Самостійна робота (4)	5, 6, 9		- 5 -	
Блок 2.						
8	Тема 8. Рекурентні нейронні мережі.	Лекція (2) Лабораторна робота (2) Самостійна робота (6)	5, 6, 9	Відповіді на контрольні питання до лекції Виконання завдань лабораторно ї роботи. Виконання завдань самостійної роботи	- 5 -	
9	Тема 9. Згорткові нейронні мережі.	Лекція (2) Лабораторна робота (2) Самостійна	5, 6, 9	Відповіді на контрольні питання до лекції Виконання завдань	- 5	

		робота (6)		лабораторно ї роботи Виконання завдань самостійної роботи	-	
10	Тема 10. Задачі прогнозування.	Лекція (4) Лабораторна робота (4) Самостійна робота (6)	3, 4, 10	Відповіді на контрольні питання до лекції Виконання завдань лабораторно ї роботи Виконання завдань самостійної роботи	- 5 -	

7.2. СТРУКТУРА КУРСУ (ЛЕКЦІЙНИЙ БЛОК)

Теми лекцій та питання, що вивчаються
<p>Введення Біологічні аспекти нервової діяльності. Нейрон. Аксон. Синапс. Рефлекторна дуга. Центральна нервова система.</p>
<p>Штучні нейронні мережі Моделі штучного нейрона. Функції активації. Нейрон з векторним входом. Архітектура штучних нейронних мереж. Набір засобів для створення, ініціалізації, навчання, моделювання і візуалізації мережі.</p>
<p>Навчання штучних нейронних мереж Методи і алгоритми навчання штучних нейронних мереж. Градієнтні алгоритми навчання. Алгоритми, засновані на використанні методу сполучених градієнтів.</p>
<p>Персептрон Архітектура персептрона і спеціальні функції для створення персептрона, настройки його ваг і зміщень.</p>
<p>Лінійні нейронні мережі Лінійні нейронні мережі. Налаштування параметрів за методом Вудроу-Хоффа. Побудова і навчання лінійних мереж для класифікації векторів, лінійної апроксимації, передбачення, стеження і фільтрації сигналів, ідентифікації і моделювання лінійних систем.</p>

Мережі на основі радіальних базисних функцій

Радіальні базисні мережі загального вигляду.

Архітектури радіальних базисних нейронних мереж загального вигляду і спеціальні функції для їх створення і автоматичної настройки ваг і зміщень.

Самоорганізована карта Кохена

Архітектури самоорганізованих нейронних шарів Кохонена і спеціальні функції для їх створення, ініціалізації, зважування, накопичення, активації, настройки ваг і зміщень, адаптації та навчання.

Застосування систем, що самоорганізуються шарів для дослідження топологічної структури даних, їх об'єднанням в кластери і розподілом по класах.

Застосування систем, що самоорганізуються карт для вирішення завдань кластеризації вхідних векторів.

Рекурентні нейронні мережі

Рекурентні нейронні мережі Елмана.

Побудови мереж управління рухомими об'єктами.

Побудови систем технічного зору і рішення інших динамічних задач.

Згорткові нейромережі

Конструкція.

Історія.

Розрізнювання ознак.

Будівельні блоки.

Вибір гіперпараметрів.

Методи регуляризації.

Задачі прогнозування

Однопараметрична задача прогнозування.

Багатопараметрична задача прогнозування.

Однокрокове прогнозування (передбачення).

Багатокрокове прогнозування.

7.3. СТРУКТУРА КУРСУ (ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ)

Теми практичних занять та питання, що вивчаються

Вступ. Активаційна функція.

Застосування командно-графічного інтерфейсу системи для побудови та дослідження нейронних мереж різної архітектури.

Штучні нейромережі

Побудови моделей нейронних мереж та їх дослідження

Навчання штучних нейромереж.

Застосування методів і алгоритмів ініціалізації та навчання штучних нейронних мереж, а також оволодіння способами їх розробки.

Персептронні мережі

Архітектури персептрона і спеціальних функцій для створення персептрона, налаштування його ваг і зміщень і адаптації, ознайомлення з демонстраційними прикладами.

<p>Лінійні нейромережі, мережі Ельмана Архітектури рекурентних нейронних мереж Елма і спеціальних функцій для їх створення, ініціалізації, настроювання ваг і зміщень, навчання, ознайомлення з демонстраційним прикладом і його скриптом</p>
<p>Мережі на основі радіальних базисних функцій Архітектура радіальних базисних нейронних мереж загального вигляду і спеціальних функцій для їх створення і автоматичної настройки ваг і зміщень, ознайомлення з демонстраційними прикладами та їх скриптами; побудова таких мереж для класифікації векторів та апроксимації функцій.</p>
<p>Самоорганізована карта Кохонена. Архітектура самоорганізованих нейронних шарів Кохонена та спеціальних функцій для їх створення, ініціалізації, зважування, накопичення, активації, настройки ваг і зміщень, адаптації і навчання; ознайомлення з демонстраційними прикладами та їх скриптами, побудова самоорганізованих шарів для дослідження топологічної структури даних</p>
<p>Рекурентні нейронні мережі. Архітектура рекурентних нейронних мереж Хопфілда і спеціальних функцій для їх створення, зважування входів, накопичення та активізації; ознайомлення з демонстраційними прикладами та їх скриптами, побудова таких мереж для рішення задач розпізнавання образів і створення асоціативної пам'яті.</p>
<p>Згорткові нейронні мережі. Архітектура згорткових нейронних мереж і спеціальних функцій для їх створення, зважування входів, накопичення та активізації; ознайомлення з демонстраційними прикладами та їх скриптами.</p>
<p>Задачі прогнозування. Особливості задач прогнозування. Алгоритми прогнозування</p>

7.4 СТРУКТУРА КУРСУ (ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ)

Теми для самостійного опрацювання
Робота головного мозку
Розглянути біологічну модель нейромережі
Штучні нейронні мережі
Перенавчання нейромереж
Навчання штучних нейронних мереж
Розглянути випадки зациклень при навчанні НМ
Перцептрон
Багатошаровий перцептрон Румельхарта

Лінійні нейронні мережі
Побудова і навчання лінійних мереж для класифікації векторів, лінійної апроксимації, передбачення, стеження і фільтрації сигналів, ідентифікації і моделювання лінійних систем.
Мережі на основі радіальних базисних функцій
Застосування таких мереж для класифікації векторів і апроксимації функцій.
Самоорганізована карта Кохена
Основи кластерного аналізу
Розглянути методи кластеризації k-means
Розглянути НМ Конохена
Розглянути графові алгоритми
Рекурентні нейронні мережі
Застосування мереж Хопфілда для вирішення завдань розпізнавання образів і створення асоціативної пам'яті.
Згорткові нейромережі
Ієрархічні координатні сітки.
Застосування у аналізі відео, розпізнаванні зображень та звуку, пошук нових ліків, шашки.
Задачі прогнозування
Багатокрокове прогнозування з перенавчанням нейромережі на кожному кроці прогнозу.
Нейромережеві моделі бізнес-прогнозування.

8. ФОРМИ КОНТРОЛЮ І МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про бально-накопичувальну систему оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у МДПУ імені Богдана Хмельницького» (протокол №5 від 24.10.2019) <https://drive.google.com/file/d/1BDRNtAJupqmHkldtICJTkvL-LNTIjWRX/view>.

Усне опитування, тестування, захист лабораторних робіт, поточний контроль, презентація та захист проєктів, модульний контроль, підсумковий семестровий контроль.

Методи навчання. Студентсько-центроване навчання. Професійно-орієнтоване навчання, індивідуально-творчий підхід. Очний (*offline*) у вигляді лекційних та семінарських занять. Змішаний (*blended*) через систему Центру освітніх дистанційних технологій МДПУ імені Б.Хмельницького, Zoom, Інтернет. Усі складові курсу розглядаються у контексті відповідності наукових інтересів бакалаврів.

Словесні методи (бесіди та дискусії, розповідь, пояснення, лекція); наочні методи (ілюстрування, демонстрування та самостійне спостереження); лабораторні роботи; проблемно-пошукові методи; методи стимулювання та мотивації навчально-пізнавальної діяльності; інтерактивні методи (частково пошукові методи, дослідні методи (проект), мозковий штурм), самостійна робота студентів.

9. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТА ВИМОГИ

<p>Загальна система оцінювання курсу</p>	<p>За семестр з курсу дисципліни проводяться два періодичні контролю (ПКР), результати яких є складником результатів контрольних точок першої (КТ1) і другої (КТ2). Результати контрольної точки (КТ) є сумою поточного (ПК) і періодичного контролю (ПКР): $КТ = ПК + ПКР$. Максимальна кількість балів за контрольну точку (КТ) складає 50 балів. Максимальна кількість балів за періодичний контроль (ПКР) становить 60 % від максимальної кількості балів за контрольну точку (КТ), тобто 30 балів. А 40 % балів, тобто решта балів контрольної точки, є бали за поточний контроль, а саме 20 балів. Результати поточного контролю обчислюються як середньозважена оцінок ($X_{ср}$) за діяльність студента на практичних (семінарських) заняттях, що входять в число певної контрольної точки. Для трансферу середньозваженої оцінки ($X_{ср}$) в бали, що входять до 40 % балів контрольної точки (КТ), треба скористатися формулою: $ПК = (X_{ср}) * 20 / 5$. Таким чином, якщо за поточний контроль (ПК) видів діяльності студента на всіх заняттях $X_{ср} = 4.1$ бали, які були до періодичного контролю (ПКР), то їх перерахування на 20 балів здійснюється так: $ПК = 4.1 * 20 / 5 = 4.1 * 4 = 16.4 // 16$ (балів). За періодичний контроль (ПКР) студентом отримано 30 балів. Тоді за контрольну точку (КТ) буде отримано $КТ = ПК + ПКР = 16 + 30 = 46$ (балів).</p> <p>Студент має право на підвищення результату тільки одного періодичного контролю (ПКР) протягом двох тижнів після його складання у випадку отримання незадовільної оцінки. Якщо підсумковим контролем вивчення дисципліни є диференційований або недиференційований залік, то набраних таким чином 60 і більше балів достатньо для його зарахування.</p> <p>Якщо підсумковим контролем є екзамен, на його складання надається 100 балів за виконання тестів (або задач чи завдань іншого виду). Загальний рейтинг з дисципліни (ЗР) складається з суми балів (Е), отриманих на екзамені, і підсумкової оцінки (ПО) та ділиться навпіл. $ЗР = (ПО + Е) / 2$</p>
<p>Практичні заняття</p>	<p>«5» – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив усі розрахункові / тестові завдання. Здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.</p> <p>«4» – студент достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість розрахункових / тестових завдань. Студент</p>

	<p>здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.</p> <p>«3» – студент в цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових розрахунків, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину розрахункових / тестових завдань. Має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.</p> <p>«2» – студент не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових розрахунків, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності. Правильно вирішив окремі розрахункові / тестові завдання. Безсистемно відділяє випадкові ознаки вивченого; не вміє зробити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки.</p> <p>«1» – студент виконав менше половини завдання практичної роботи або не виконав зовсім; під час усних відповідей не розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань. Не відповідає на елементарні питання.</p>
Періодичний контроль знань і вмінь студентів	<p style="text-align: center;">60 балів</p> <p>За кожний ПМК максимум 30 балів: Виконання практичного завдання: 1 завдання – 30 бал.</p>
Умови допуску до підсумкової оцінки	<p>Студент, який навчається стабільно на «відмінні» оцінки і саме такі оцінки має за періодичні контролю, накопичує впродовж вивчення навчального курсу 90 і більше балів, має право не складати заїк з даної дисципліни.</p> <p>Студент зобов'язаний відпрацювати всі пропущені семінарські заняття протягом двох тижнів. Невідпрацьовані заняття (невиконання навчального плану) є підставою для недопущення студента до підсумкової оцінки.</p>

Шкала оцінювання: національна та ECTS

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

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

Основна

1. Кононюк А.Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми Київ : Корнійчук, 2008. 446 с.
2. Круглов, В. В. Борисов В. В. Штучні нейронні мережі. Теорія та практика. -2-е видання. Москва .: Гаряча лінія Телеком, 2002. 382 с.
3. Тимощук П. В. Штучні нейронні мережі. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 444 с.
6. Nielsen, Michael A. Neural networks and deep learning. Vol. 25. San Francisco, CA, USA: Determination press, 2015.
8. Sarkar, Dipanjan, Raghav Bali, and Tamoghna Ghosh. Hands-On Transfer Learning with Python: Implement advanced deep learning and neural network models using TensorFlow and Keras. Packt Publishing Ltd, 2018.
9. Raschka, Sebastian. Python machine learning. Packt publishing ltd, 2015.
10. Subramanian, Vishnu. Deep Learning with PyTorch: A practical approach to building neural network models using PyTorch. Packt Publishing Ltd, 2018.

Додаткова

1. Доля В.Г. Комп'ютерні системи штучного інтелекту: навч. посіб. для студ- тів вищих навч. закладів. К.: Ун-т "Україна", 2011
2. Нікольський Ю.В. Системи штучного інтелекту: навч. посіб. / Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник, Ю.М. Щербина; за заг. ред. В.В. Пасічника. 2-ге вид., випр. та доп. Львів: Магнолія-2006, 2020. 278 с.
3. Руденко О. Г. Штучні нейронні мережі: навч. посіб./ О. Г. Руденко, Є. В. Бодянський. - Харків: ТОВ "Компанія СМІТ", 2006.
4. Subramanian, Vishnu. Deep Learning with PyTorch: A practical approach to building neural network models using PyTorch. Packt Publishing Ltd, 2018.
5. Skansi, Sandro. Introduction to Deep Learning: from logical calculus to artificial intelligence. Springer, 2018.
6. Raschka, Sebastian, and Vahid Mirjalili. Python machine learning: Machine learning and deep learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2. Packt Publishing Ltd, 2019.
7. Rojas, Raúl. Neural networks: a systematic introduction. Springer Science & Business Media, 2013.
8. Samarasinghe, Sandhya. Neural networks for applied sciences and engineering: from fundamentals to complex pattern recognition. Crc Press, 2016.