

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра інтелектуальних інформаційних систем



ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор
Ищенко Н.М.

26.09.2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ МЕТОДИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки

Розробники

Завідувач кафедри ІС

Гарант освітньої програми

Декан факультету

Начальник НМВ

Сіденко Є.В.

Кондратенко Ю.П.

Гожий О.П.

Бойко А.П.

Шкірчак С.І.

Миколаїв – 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	Нейромережеві методи обчислювального інтелекту	
Галузь знань	12 Інформаційні технології	
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки	
Спеціалізація (якщо є)	-	
Освітня програма	ОП Інтелектуальні інформаційні системи	
Рівень вищої освіти	Магістр	
Статус дисципліни	Нормативна	
Курс навчання	1 курс	
Навчальний рік	2020-2021	
Номер(и) семестрів (триместрів):	Денна форма	Заочна форма
	9 сем.	
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	4,5 кредитів / 135 годин	
Структура курсу: – лекції – семінарські заняття (практичні, лабораторні, півгрупові) – годин самостійної роботи студентів	Денна форма	Заочна форма
	135= 15 30 90	
Відсоток аудиторного навантаження	33%	
Мова викладання	Українська	
Форма проміжного контролю (якщо є)	-	
Форма підсумкового контролю	Екзамен, КР	

2. Мета, завдання та результати вивчення дисципліни

Мета викладання навчальної дисципліни «Нейромережеві методи обчислювального інтелекту» полягає в навчанні студентів використанню методів та підходів, що базуються на нейронних мережах, а також розробці відповідних архітектур і моделей при вирішенні задач розпізнавання, класифікації, кластеризації, прогнозування, тощо. Оволодіння матеріалом курсу має закласти у студентів теоретичну та практичну бази в області нейронних мереж та штучному інтелекті і сформуванню у них основні навички користувачів і розробників сучасних інтелектуальних систем.

Завданням є вивчення та засвоєння студентами комплексу знань, що базуються на основних принципах нейронних мереж для вирішення задач розпізнавання, класифікації, кластеризації, прогнозування, тощо. В результаті вивчення дисципліни «Нейромережеві методи обчислювального інтелекту» у студента повинні сформуватися професійні компетентності, знання та уміння для практичного використання існуючих програмних засобів та розробки власних систем з використанням нейронних мереж.

Передумовами вивчення дисципліни є попередня підготовка студентів з дисциплін «Методи та системи машинного навчання», «теорія прийняття рішень», «основи нечіткої логіки».

Очікувані результати навчання (компетентності):

- загальні компетентності:
 - ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- фахові компетентності:
 - ФК1. Виконання проектних робіт на усіх стадіях проектування інтелектуальних інформаційних систем і технологій (обстеження, техніко-економічне обґрунтування, розробка технічного завдання, ескізне, технічне та робоче проектування, випробування, експлуатація);
 - ФК2. Розробка алгоритмів та алгоритмічних моделей інтелектуальних інформаційних систем і технологій;
 - ФК3. Розробка програмного забезпечення окремих функціональних задач для інтелектуальних інформаційних систем;
 - ФК5. Контроль працездатності та характеристик програм за галуззю інформаційні технології;
 - ФК6. Аналіз процесів створювання інформаційного та лінгвістичного забезпечення для інтелектуальних інформаційних систем;
 - ФК11. Створення та удосконалення математичних моделей процесів обробки інформації, об'єктів автоматизації, інтелектуальних інформаційних систем і технологій
- програмні результати навчання:
 - ПРН1. Знати і розуміти особливості та можливості сучасних інтелектуальних технологій та їх застосування у наукових дослідженнях;
 - ПРН3. Знати та розуміти сучасні методи дослідження математичних моделей та алгоритмів інтелектуального аналізу даних, машинного навчання, аналізу сигналів, зображень та текстів, інформаційного пошуку та видобування знань, захисту інформації;
 - ПРН6. Вміння організовувати і проводити наукові дослідження та виконувати інноваційні розробки в галузі інтелектуальних інформаційних технологій;
 - ПРН7. Вміти розробляти математичні моделі і алгоритми для вирішення наукових та практичних задач прийняття оптимальних рішень і проектування систем, керування системами, процесами та проектами, аналізу та обробки даних, інтелектуального пошуку та видобування знань;

- ПРН8. Знати методи розробки та впровадження нових інформаційних технологій і програмного забезпечення для управління, проектування, прийняття рішень, пошуку, аналізу і обробки даних;
- ПРН9. Вміти розробляти математичні моделі та алгоритми для аналізу процесів і станів технічних систем.

В результаті вивчення дисципліни студент

має знати:

- класифікація нейронних мереж, успішні застосування та реалізації, типові архітектури нейронних мереж, поняття та визначення обчислювального інтелекту;
- типи та способи навчання нейронних мереж, критерії оцінювання точності моделей, параметри нейронних мереж, що впливають на точність;
- сучасні програмні засоби та інструменти для розробки систем на основі нейронних мереж, алгоритми прямого та зворотного розповсюдження похибки;
- можливості та особливості адаптивної нейро-нечіткої система логічного виведення (ANFIS), багатошаровий перцептрон, кластеризація на основі нейронної мережі Кохонена;

має вміти:

- розробляти моделі нейронних мереж для вирішення поставлених задач, самостійно визначати їх архітектуру та способи навчання;
- досліджувати вплив параметрів нейронних мереж на точність моделі, порівнювати методи та моделі нейронних мереж;
- самостійно обирати програмні засоби та інструменти для розробки систем на основі нейронних мереж, вирішувати задачі розпізнавання, класифікації, кластеризації, прогнозування, тощо;
- реалізовувати та застосовувати адаптивну нейро-нечітку систему логічного виведення, багатошаровий перцептрон, мережу Кохонена для різнотипних задач прийняття рішень.

3. Програма навчальної дисципліни

Денна форма:

	Теми	Лекції	Практичні (семінарські, лабораторні, півгрупові)	Самостійна робота
1	Тема 1. Основні терміни та визначення. Класифікація нейронних мереж, успішні застосування та реалізації, типові архітектури нейронних мереж.	2	-	10

2	Тема 2. Типи та способи навчання нейронних мереж, критерії оцінювання точності моделей, параметри нейронних мереж. Мережа ANFIS.	2	4	8
3	Тема 3. Багатошаровий перцептрон. Алгоритми прямого та зворотнього розповсюдження похибки.	2	4	14
4	Тема 4. Кластеризація та її властивості. Нейронна мережа та карта Кохонена.	2	6	12
5	Тема 5. Мережа Хопфілда. Архітектура та особливості навчання.	2	4	14
6	Тема 6. Класифікація та її властивості. Мережа Хемінга. Архітектура та способи навчання.	2	4	10
7	Тема 7. Згорткові нейронні мережі (ConvNets, CNNs) і мережі з довгостроковою короткочасною пам'яттю (LSTM).	2	6	12
8	Тема 8. Генеративні змагальні мережі. Навчання та застосування	1	2	10
	Всього за курсом	15	30	90

4. Зміст навчальної дисципліни

4.1. План лекцій (денна форма)

№	Тема заняття / план	Кількість годин
1	Тема 1. Основні терміни та визначення. Класифікація нейронних мереж, успішні застосування та реалізації, типові архітектури нейронних мереж 1) Основні терміни та визначення. 2) Класифікація нейронних мереж. 3) Успішні приклади застосування та реалізації нейронних мереж. 4) Типові архітектури нейронних мереж.	2
2	Тема 2. Типи та способи навчання нейронних мереж, критерії оцінювання точності моделей, параметри нейронних мереж. Мережа ANFIS. 1) Типи та способи навчання нейронних мереж: з вчителем, без вчителя, з підкріпленням. 2) Критерії оцінювання точності моделей. 3) Параметри нейронних мереж: активаційна функція, кількість прихованих шарів, обсяг навчальної вибірки. 4) Мережа ANFIS.	2
3	Тема 3. Багатошаровий перцептрон. Алгоритми прямого та зворотнього розповсюдження похибки. 1) Поняття та структура багатошарового перцептрону. 2) Алгоритми прямого та зворотнього розповсюдження похибки.	2

	3) Приклад успішної реалізації.	
4	Тема 4. Кластеризація та її властивості. Нейронна мережа та карта Кохонена. 1) Кластеризація та її властивості. 2) Нейронна мережа Кохонена. 3) Карта Кохонена та аналіз результатів кластеризації.	2
5	Тема 5. Мережа Хопфілда. Архітектура та особливості навчання. 1) Мережа Хопфілда. 2) Архітектура мережі. 3) Особливості навчання мережі.	2
6	Тема 6. Класифікація та її властивості. Мережа Хемінга. Архітектура та способи навчання. 1) Класифікація та її властивості. 2) Мережа Хемінга. 3) Архітектура мережі. 4) Способи навчання мережі.	2
7	Тема 7. Згорткові нейронні мережі (ConvNets, CNNs) і мережі з довгостроковою короткочасною пам'яттю (LSTM). 1) Визначення та поняття згорткових нейронних мереж. 2) Мережі з довгостроковою короткочасною пам'яттю (LSTM). 3) Успішні реалізації для задач класифікації і регресії зображень, часових рядів і текстових даних.	2
8	Тема 8. Генеративні змагальні мережі. Навчання та застосування. 1) Визначення та поняття генеративних змагальних мереж. 2) Навчання та застосування.	1
	Всього	15

4.2. План практичних (семінарських, лабораторних, півгрупових) занять

№	Тема заняття / план	Кількість годин
1	Адаптивна нейро-нечітка система логічного виведення (ANFIS). Частина 1. 1) Постановка задачі та збір статистичних даних. 2) Розробка нечіткої системи логічного виведення Сугено-типу для вирішення обраної задачі.	2
2	Адаптивна нейро-нечітка система логічного виведення (ANFIS). Частина 2. 1) Навчання розробленої системи. 2) Перевірка результатів навчання на тестових наборах даних. 3) Формування звіту.	2
3	Багатошаровий перцептрон з алгоритмом зворотного розповсюдження помилки. Deductor Studio Academic. Частина 1. 1) Постановка задачі та збір статистичних даних. 2) Розробка багатошарового перцептрону з алгоритмом зворотного розповсюдження помилки в Deductor Studio Academic.	2
4	Багатошаровий перцептрон з алгоритмом зворотного розповсюдження помилки. Deductor Studio Academic. Частина 2. 1) Навчання та тестування розробленої нейронної мережі. 2) Дослідження впливу параметрів (кількість наборів навчальної вибірки, відсотковий розмір навчальної та тестової множин, тощо) на результат	2

	роботи нейронної мережі.	
5	Нейронна мережа та карта Кохонена для задач кластеризації. Частина 1. 1) Аналіз успішних реалізацій в Deductor Studio Academic. 2) Дослідження розмірності карти Кохонена.	2
6	Нейронна мережа та карта Кохонена для задач кластеризації. Частина 2. 1) Постановка задачі та збір статистичних даних. 2) Розробка архітектури мережі Кохонена.	2
7	Нейронна мережа та карта Кохонена для задач кластеризації. Частина 3. 1) Навчання мережі Кохонена. 2) Тестування та формування карти Кохонена. 3) Аналіз результатів кластеризації в Deductor Studio Academic	2
8	Мережа Хопфілда. Архітектура та особливості навчання. Частина 1. 1) Постановка задачі та збір статистичних даних. 2) Розробка архітектури мережі Хопфілда.	2
9	Мережа Хопфілда. Архітектура та особливості навчання. Частина 2. 1) Навчання та тестування розробленої нейронної мережі Хопфілда. 2) Дослідження впливу параметрів на результат роботи нейронної мережі.	2
10	Мережа Хемінга. Архітектура та способи навчання. Частина 1. 1) Постановка задачі та збір статистичних даних. 2) Розробка архітектури та навчання.	2
11	Мережа Хемінга. Архітектура та способи навчання. Частина 2. 1) Тестування мережі. 2) Перевірка працездатності та дослідження параметрів.	2
12	Згорткові нейронні мережі (ConvNets, CNNs). 1) Постановка задачі. 2) Формування архітектур ConvNets та CNNs в програмних засобах. 3) Навчання та тестування.	2
13	Мережі з довгостроковою короткочасною пам'яттю (LSTM) 1) Постановка задачі. 2) Формування архітектури мережі LSTM. 3) Навчання та тестування.	2
14	Генеративні змагальні мережі. 1) Постановка задачі. 2) Визначення архітектури. 2) Навчання та тестування.	2
15	Бібліотека TensorFlow для GAN 1) Постановка задачі. 2) Особливості використання бібліотеки TensorFlow. 3) Приклади успішних реалізацій.	2
	Всього	30

Методичні рекомендації щодо виконання практичних робіт знаходяться в Moodle3 та в локальній мережі за посиланням: \\main\Documents\Computer Science\Сіденко Євген Вікторович\501_HMOI_ПР.docx

План курсової роботи (КР)

Курсова робота передбачає розробку моделі з визначенням архітектури нейронної мережі, навчання її та тестування на наборах даних для задачі, що самостійно сформована студентом. Перелік можливих тем зазначено в методичних вказівках до виконання КР. Крім того студенту необхідно дослідити вплив параметрів (наприклад, кількість наборів навчальної вибірки, розмір навчальної та тестової множин, кількість прихованих шарів, кількість нейронів в прихованих шарах, тип активаційної функції, значення помилки в умові розпізнавання прикладу, критерій зупинки навчання, порогове значення точності моделі) на результат роботи нейронної мережі. Звіт оформити відповідно до вимог. Методичні рекомендації до виконання курсових робіт знаходяться в Moodle3.

4.3. Завдання для самостійної роботи (денна форма)

№	Тема заняття	Кількість годин
1	Тема 1. Регресія з використанням машинного навчання, особливості застосування та успішні реалізації	10
2	Тема 2. Алгоритм машинного навчання з підкріпленням та трансдуктивне навчання	8
3	Тема 3. Перцептрон з пороговою передаточною функцією	14
4	Тема 4. Методи нечіткої кластеризації K-means та C-means.	12
5	Тема 5. Асинхронний режим роботи мережі Хопфілда.	14
6	Тема 6. Мережа Хемінга для задач розпізнавання.	10
7	Тема 7. Згорткові нейронні мережі з глибинним навчанням (Deep CNN).	12
8	Тема 8. Бібліотеки та фреймворки для реалізацій GAN	10
	Всього	90

Теми занять для самостійної роботи відображаються в питаннях підсумкового контролю (екзамену).

4.4. Забезпечення освітнього процесу

Практичні роботи з дисципліни проводяться у комп'ютерних класах з використанням програмного забезпечення MatLAB, Microsoft Visual Studio 2015, Java SE, Python, C#, Deductor Studio Academic.

5. Підсумковий контроль

5.1. Денна форма

Перелік питань підсумкового контролю:

1. Основні терміни та визначення.
2. Класифікація нейронних мереж.
3. Успішні приклади застосування та реалізації нейронних мереж.
4. Типові архітектури нейронних мереж.

5. Типи та способи навчання нейронних мереж: з вчителем.
6. Навчання без вчителя.
7. Навчання з підкріпленням.
8. Критерії оцінювання точності моделей.
9. Параметри нейронних мереж: активаційна функція.
10. Параметри нейронних мереж: кількість прихованих шарів.
11. Параметри нейронних мереж: обсяг навчальної вибірки.
12. Мережа ANFIS.
13. Поняття та структура багатошарового перцептрону.
14. Алгоритми прямого розповсюдження похибки.
15. Алгоритми зворотного розповсюдження похибки.
16. Кластеризація та її властивості.
17. Нейронна мережа Кохонена.
18. Карта Кохонена та аналіз результатів кластеризації.
19. Мережа Хопфілда.
20. Архітектура мережі Хопфілда.
21. Особливості навчання мережі Хопфілда.
22. Класифікація та її властивості.
23. Мережа Хемінга.
24. Архітектура мережі Хемінга.
25. Способи навчання мережі Хемінга.
26. Визначення та поняття згорткових нейронних мереж.
27. Мережі з довгостроковою короткочасною пам'яттю (LSTM).
28. Успішні реалізації для задач класифікації і регресії зображень, часових рядів і текстових даних.
29. Рекурентні нейронні мережі.
30. Визначення та поняття генеративних змагальних мереж.
31. Навчання та застосування генеративних змагальних мереж.
32. Регресія з використанням машинного навчання.
33. Алгоритм машинного навчання: трансдуктивне навчання.
34. Перцептрон з пороговою передаточною функцією
35. Метод нечіткої кластеризації K-means.
36. Метод нечіткої кластеризації C-means.
37. Асинхронний режим роботи мережі Хопфілда.
38. Мережа Хемінга для задач розпізнавання.
39. Згорткові нейронні мережі з глибинним навчанням (Deep CNN).
40. Бібліотеки та фреймворки для реалізацій GAN.

Типові задачі для розв'язування:

1. Для визначеної викладачем задачі сформувати модель багатошарового перцептрону на основі алгоритму зворотного розповсюдження помилки в середовищі Deductor Studio Academic та дослідити вплив параметрів на результат роботи мережі.

«0» варіант залікового/іспитового білету з зазначенням максимальної кількості балів за кожне виконане завдання:

1. Класифікація нейронних мереж. (10 балів)
2. Архітектура мережі Хемінга. (10 балів)
3. Для визначеної викладачем задачі сформувати модель багатошарового перцептрону на основі алгоритму зворотного розповсюдження помилки в середовищі Deductor Studio Academic та дослідити вплив параметрів на результат роботи мережі. (20 балів)

6. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

6.1. Денна форма

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Практична робота №1. Частина 1.	4
2	Практична робота №1. Частина 2.	4
3	Практична робота №2. Частина 1.	4
4	Практична робота №2. Частина 2.	4
5	Практична робота №3. Частина 1.	4
6	Практична робота №3. Частина 2.	4
7	Практична робота №3. Частина 3.	4
8	Практична робота №4. Частина 1.	4
9	Практична робота №4. Частина 2.	4
10	Практична робота №5. Частина 1.	4
11	Практична робота №5. Частина 2.	4
12	Практична робота №6	4
13	Практична робота №7	4
14	Практична робота №8	4
15	Практична робота №9	4
16	Разом за семестр	60
17	Іспит	40
	Всього	100

Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів

Максимальна кількість балів (відповідно до попередньої таблиці) – студент з високою якістю самостійно виконав весь обсяг робіт, відповідає на всі питання, пов'язані з виконаними роботами, та робить додатковий аналіз параметрів нейронних мереж, які йому пропонує викладач. У викладача немає претензій щодо програмної реалізації та вимог до виконання роботи.

3 бали - студент з достатньою якістю виконав всі завдання, але в процесі роботи він робив деякі помилки, які, після вказування на них викладачем, самостійно виправляв. На деякі питання він відповідає з похибкою. Запропоновані викладачем додаткові розрахунки робить з деякою потугою. Не всі вимоги до виконання роботи дотримані.

1-2 бали - студент самостійно виконав всі роботи, але якість реалізації недостатня (помилки при розрахунках, невірно сформовані моделі мереж, неточно обрані параметри для навчання, не всі вимоги до роботи дотримані). На питання щодо виконання робіт відповіді не зовсім чіткі. Є помилки при відповідях.

0 балів - студент не виконав весь обсяг робіт, або виконав з грубими помилками. Він має проблеми з формуванням моделей нейронних мереж, навчанням та тестуванням, не знає теоретичного матеріалу, реалізація не відповідає поставленим вимогам.

При отриманні незадовільної оцінки студент має право виправити всі помилки або виконати нові варіанти завдань, якщо викладач невпевнений, що студент виконав їх самостійно. Такий варіант пропонується, коли студент має багато пропусків занять.

Критерії оцінювання КР для досягнення максимальної кількості балів

90-100 балів – студент з високою якістю самостійно виконав весь обсяг КР, відповідає на всі питання, можливі незначні помилки при відповідях, за необхідністю проводить додатковий аналіз параметрів нейронної мережі, які йому пропонує викладач. У викладача немає претензій щодо програмної реалізації, вимог до виконання КР та презентації.

75-89 балів – студент якістю виконав весь обсяг КР, але в результатах роботи виявлено деякі несуттєві помилки, які, не впливають на кінцевий результат роботи нейронної мережі. На всі питання він відповідає без помилок. Можливі претензії щодо оформлення звіту, програмної реалізації та презентації. На запропоновані викладачем додаткові питання відповідає без помилок.

60-74 балів – студент виконав весь обсяг КР, але є суттєві помилки при розрахунках та аналізі параметрів нейронної мережі. Вимоги до оформлення КР, програмної реалізації та презентації дотримані частково. На питання відповідає з помилками.

0-59 балів – студент не виконав весь обсяг КР, або виконав з грубими помилками. Він має проблеми з розрахунками, визначенням моделі нейронної мережі, її навчанням та тестуванням, не знає теоретичного матеріалу, програмна реалізація та презентація КР не відповідають поставленим вимогам.

7. Рекомендовані джерела інформації

7.1. Основні:

1. Троцько В.В. Методи штучного інтелекту. - К.: Університет "КРОК", 2020. — 86 с.
2. Ямпольський Л.С. Нейротехнології та нейросистеми. – Київ: Дорадо-Друк, 2015. – 508 с.

3. Тимощук П.В. Штучні нейронні мережі. Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Львівської Політехніки, 2011. – 444 с.
4. Желдак Т.А., Коряшкіна Л.С., Ус С.А. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень. – Навч. посіб. — Дніпро: НТУ «ДП», 2020. — 387 с.
5. Zgurovsky, M., Zaychenko, Y.P. The Fundamentals of Computational Intelligence: System Approach. Springer, 2017. – 375 с.
6. Brett Koonce. Convolutional Neural Networks with Swift for Tensorflow. Apress, Berkeley, CA. 2021 <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6168-2>

7.2. Додаткова

1. Hugh Cartwright. Artificial Neural Networks. Humana, New York, NY. 2021 <https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0826-5>
2. Адаменко В.О., Мірських Г.О. Штучні нейронні мережі в задачах реалізації матеріальних об'єктів. Частина 2. Особливості проектування та застосування. Вісник НТУУ "КПІ", 2012. – №48 – С. 213-221.
3. Кононюк А.Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми. – К.: «Корнійчук», 2008. – 446 с.
4. Безрук В.М. Нейронні технології в телекомунікаціях і системах управління. Навчальний посібник / Безрук В.М., Свид І.В., Корсун І.В. – Харків.: «СМІТ», 2008. – 230 с.
5. Aghdam H.H., Heravi E.J. Guide to Convolutional Neural Networks: A Practical Application to Traffic-Sign Detection and Classification. – New York: Springer, 2017. — 299 p.
6. Akhmet M., Yilmaz E. Neural Networks with Discontinuous-Impact Activations. – Springer, 2014. — 176 p.
7. Рашид, Т. Создаем нейронную сеть. : пер. с англ. – СПб.: ООО «Диалектика», 2019. – 272 с.