

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра інтелектуальних інформаційних систем

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор
Іщенко Н.М.

“28” 08 2020 року


**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ МЕТОДИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ»**

Спеціальність 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність»

Освітня програма «Економіка та управління підприємством»

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Розробник	Сіденко Є. В.
/Завідувач кафедри інтелектуальних інформаційних систем	Кондратенко Ю. П.
Завідувач кафедри економіки та підприємництва	Кузьменко О.Б.
Гарант освітньої програми	Кузьменко О.Б.
В.о. декана факультету економічних наук	Філімонова О.Б.
Директор ННІПО	Норд Г.Л.
Начальник НМВ	Шкірчак С. І.



Миколаїв – 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	Нейромережеві методи обчислювального інтелекту	
Галузь знань	07 Управління та адміністрування	
Спеціальність	076 Підприємництво, торгівля та біржова діяльність	
Спеціалізація (якщо є)	-	
Освітня програма	Економіка та управління підприємством	
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)	
Статус дисципліни	Вибіркова циклу загальної підготовки	
Курс навчання	6	
Навчальний рік	2021-2022	
Номер(и) семестрів (триместрів):	Денна форма	Заочна форма
	11 сем.	11
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	3 кредити / 90 годин	
Структура курсу: – лекції – семінарські заняття (практичні, лабораторні, півгрупові) – годин самостійної роботи студентів	Денна форма	Заочна форма
	10	6
	20	8
	60	76
Відсоток аудиторного навантаження	33%	16%
Мова викладання	Українська	
Форма проміжного контролю (якщо є)	-	
Форма підсумкового контролю	Залік	

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 сформувавати 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.

Очікувані результати навчання (компетентності):

– загальні компетентності:

ЗК 1 Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК 2 Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

– спеціальні (фахові) компетентності:

СК 1 Здатність розробляти та реалізовувати стратегію розвитку підприємницьких, торговельних та/або біржових структур

СК 2 Здатність проводити оцінювання продукції, товарів і послуг в підприємницькій, торговельній та/або біржовій діяльності.

СК 4 Здатність до вирішення проблемних питань і прийняття управлінських рішень у професійній діяльності.

СК 5 Здатність до ініціювання та реалізації інноваційних проектів в підприємницькій, торговельній та/або біржовій діяльності.

– програмні результати навчання:

РН 1. Вміти адаптуватися та проявляти ініціативу і самостійність в ситуаціях, які виникають в професійній діяльності.

РН 2. Визначати, аналізувати проблеми підприємництва, торгівлі і біржової діяльності та розробляти заходи щодо їх вирішення.

РН 6. Визначати та впроваджувати стратегічні плани розвитку суб'єктів господарювання у сфері підприємництва, торгівлі та/або біржової діяльності.

РН 7. Оцінювати продукцію, товари, послуги, а також процеси, що відбуваються в підприємницьких, торговельних та/або біржових структурах, і робити відповідні висновки для прийняття управлінських рішень.

РН 9. Вміти вирішувати проблемні питання, що виникають в діяльності підприємницьких, торговельних та/або біржових структур за умов невизначеності та ризиків.

РН 10. Впроваджувати інноваційні проекти з метою створення умов для ефективного функціонування та розвитку підприємницьких, торговельних та/або біржових структур.

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 (семинарські, 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	6	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	16
	Всього за курсом	10	20	60

4. Зміст навчальної дисципліни

4.1. План лекцій (денна форма)

№	Тема заняття / план	Кількість годин
1	Тема 1. Основні терміни та визначення. Класифікація	2

	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	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. Багатшаровий перцептрон. Алгоритми прямого та зворотного розповсюдження похибки. 1) Поняття та структура багатшарового перцептрону. 2) Алгоритми прямого та зворотного розповсюдження похибки. 3) Приклад успішної реалізації.	2
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
	Всього	10

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.	2
3	Адаптивна нейро-нечітка система логічного виведення (ANFIS). Частина 3. 1) Верифікація та валідація даних. 2) Формування звіту.	2
4	Багатшаровий перцептрон з алгоритмом зворотного розповсюдження помилки. Deductor Studio Academic. Частина 1. 1) Постановка задачі та збір статистичних даних.	2

	2) Розробка багатошарового перцептрон з алгоритмом зворотного розповсюдження помилки в Deductor Studio Academic.	
5	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 роботи нейронної мережі.	2
6	Нейронна мережа та карта Кохонена для задач кластеризації. Частина 1. 1) Аналіз успішних реалізацій в Deductor Studio Academic. 2) Дослідження розмірності карти Кохонена.	2
7	Нейронна мережа та карта Кохонена для задач кластеризації. Частина 2. 1) Постановка задачі та збір статистичних даних. 2) Розробка архітектури мережі Кохонена.	2
8	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
9	Мережа Хопфілда. Архітектура та особливості навчання. Частина 1. 1) Постановка задачі та збір статистичних даних. 2) Розробка архітектури мережі Хопфілда.	2
10	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
	Всього	20

Методичні рекомендації щодо виконання практичних робіт знаходяться в Moodle3 та в локальній мережі за посиланням:
 \\main\Documents\Computer Science\Сіденко Євген Вікторович\076_НМОІ_ПР.docx

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.	16
	Всього	60

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 необхідного мультимедійного обладнання, програмного забезпечення, зокрема, Deductor Studio Academic, Word, Excel, PowerPoint.

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. Регресія з використанням машинного навчання.
27. Алгоритм машинного навчання: трансдуктивне навчання.
28. Перцептрон з пороговою передаточною функцією
29. Метод нечіткої кластеризації K-means.
30. Метод нечіткої кластеризації C-means.
31. Асинхронний режим роботи мережі Хопфілда.

Типові задачі для розв'язування:

1. Для визначеної викладачем задачі сформувати модель багат шарового перцептрон 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. Для визначеної викладачем задачі сформувати модель багат шарового перцептрон 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.	7
2	Практична робота №1. Частина 2.	7
3	Практична робота №1. Частина 3.	7
4	Практична робота №2. Частина 1.	7
5	Практична робота №2. Частина 2.	7
6	Практична робота №3. Частина 1.	7
7	Практична робота №3. Частина 2.	7
8	Практична робота №3. Частина 3.	7
9	Практична робота №4. Частина 1.	7
10	Практична робота №4. Частина 2.	7
11	Разом за семестр	70
12	Залік	30
	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.

4-6 балів - 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.

1-3 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.

Матеріально-технічне та/або інформаційне забезпечення

1. Проекційне мультимедійне обладнання (проектор, екран, ноутбук/комп'ютер);
2. Доступ до мережі Internet, точка доступу Wi-Fi;
3. OS: Windows, Android, iOS;
4. Browsers: Chrome / Opera / Mozilla Firefox / MS Edge;
5. Програмне забезпечення: Deductor Studio Academic, Word, Excel, PowerPoint; Skype, Zoom, Google Meet;
6. Відкриті бази даних Міністерства економічного розвитку та торгівлі, Міністерства фінансів, Міністерства юстиції, Національного банку України, Державної фіскальної служби України, аналітичних платформ, торгових мереж, інтернет-магазинів.
7. Система електронного навчання Moodle 3.9

7. Рекомендовані джерела інформації

7.1. Основні:

1. Тимошук П.В. Штучні нейронні мережі. Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Львівської Політехніки, 2011. – 444 с.
2. Рашид, Т. Создаем нейронную сеть. : пер. с англ. – СПб.: ООО «Диалектика», 2019. – 272 с.
3. 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.

7.2. Додаткова

1. Кононюк А.Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми. – К.: «Корнійчук», 2008. – 446 с.
2. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление: пер. с англ. – М.: БИНОМ, 2012. – 798 с.
3. 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.
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. Любунь З.М. Основи теорії нейромереж. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2006. – 140 с.
6. Ситник В.Ф., Краснюк М.Т. Інтелектуальний аналіз даних (дейтамайнінг). – Київ: КНЕУ, 2007. – 376 с.
7. Akhmet M., Yilmaz E. Neural Networks with Discontinuous-Impact Activations. – Springer, 2014. — 176 p.
8. Alavala C.R. Fuzzy Logic and Neural Networks. Basic Concepts & Applications. – New Delhi: New Age Publishers, 2008. – 276 p.