

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Проректор з наукової роботи та міжнародного
співробітництва

Володимир СРІДАЧЕНКО



Нейромережева обробка інформації
робоча програма навчальної дисципліни

Галузь знань	12 "Інформаційні технології"
Спеціальність	122 "Комп'ютерні науки"
Освітній рівень	третій (освітньо-науковий)
Освітня програма	Комп'ютерні науки

Статус дисципліни

Мова викладання, навчання та оцінювання

вибіркова

українська

Завідувач кафедри

Інформаційних систем

Ірина УШАКОВА

Харків
2021

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри інформаційних систем
Протокол № 6 від 05 січня 2021 р.

Розробник:

Аксак Наталія Георгіївна, доктор технічних наук, професор.

**Лист оновлення та перезатвердження
робочої програми навчальної дисципліни**

Навчальний рік	Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри

Анотація навчальної дисципліни

Курс розроблено для формування та розвитку ключових умінь, навичок та компетентностей, орієнтованих на створення і застосування систем і засобів нейромережевої обробки інформації для опрацювання реальних даних у сфері бізнесу, мультимедіа, технологій наукових досліджень, соціальної аналітики. Нейромережеві методи є складовою частиною нового напрямку – обчислювального інтелекту, який являє собою новітню технологію розробки та аналізу сучасних інформаційних систем та набуває в останній час все більше розповсюдження. В курсі розглядаються різні структури штучних нейронних мереж, методи їх навчання та сфери їх найбільш ефективного застосування.

Мета навчальної дисципліни: Метою вивчення дисципліни «Нейромережева обробка інформації» є освоєння сутності, видів та моделей нейромережевої обробки інформації для аналізу та розроблення складних систем, а також оволодіння технологією проведення системного аналізу, вибору концептуальної моделі середовища інформаційної системи на основі інформаційних моделей і методів нейромережевої обробки інформації

Характеристика навчальної дисципліни

Курс	1А
Семестр	1/2
Кількість кредитів ECTS	5
Форма підсумкового контролю	залік

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни:

Пререквізити	Постреквізити
Методологія та організація наукових досліджень	Науково-дослідна робота
Сучасні методи та інструменти аналізу даних	Педагогічна практика
Прийняття рішень та оптимізація в інформаційних системах управління	Подання дисертації на попередню експертизу

Компетентності та результати навчання за дисципліною:

Компетентності	Результати навчання
Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерних наук та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.
Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.	Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми комп'ютерної науки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.
Здатність виявляти, ставити та вирішувати дослідницькі науково-прикладні задачі та/або проблеми в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.	Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямках.
Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти у галузі комп'ютерних наук та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.	Здійснювати пошук та критичний аналіз інформації, концептуалізацію та реалізацію наукових проектів з комп'ютерних наук.

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Базові концепції штучних нейронних мереж

Тема 1. Загальна характеристика та основні принципи побудови нейромереж.

- 1.1. Основні поняття штучних нейронних мереж
- 1.2. Класифікація та види моделей нейромереж.
- 1.3. Загальне уявлення про навчання нейромереж.
- 1.4. Вимоги до навчальних вибірок даних.
- 1.5. Програмні та технічні засоби реалізації ШНМ. Використання нейромереж для вирішення практичних задач

Тема 2. Архітектури штучних нейронних мереж.

- 2.1. Різновиди архітектур штучних нейронних мереж.
- 2.2. Біологічні нейрони та їх фізичні моделі.
- 2.3. Можливості і властивості одношарових перцептронів.
- 2.4. Багатошаровий перцептрон: модель і принципи побудови архітектури.
- 2.5. Класифікація за типом вхідної інформації, за кількістю шарів, за характером навчання, за характером налаштування синапсів, за часом передачі сигналу, за характером

зв'язків.

Тема 3. Методи навчання нейронних мереж.

- 3.1. Навчання з учителем та без учителя.
- 3.2. Алгоритм зворотного поширення помилки.
- 3.3. Градієнтні алгоритми навчання багатошарових нейромереж
- 3.4. Стохастичне навчання нейромереж.
- 3.5. Нейронні мережі із самонавчанням.

Тема 4. Методи обробки даних штучними нейронними мережами.

- 4.1. Підготовка даних для навчання штучних нейронних мереж та аналіз результатів їх роботи.
 - 4.3. Кодування ординальних та категоріальних параметрів, нормування даних.
- Формування оптимального простору ознак.
- 4.4. Перенавчання мережі. Поліпшення здатності мережі до узагальнення.
 - 4.5. Методи регуляризації.
 - 4.6. Метод раннього зупину.

Змістовий модуль 2.

Основні архітектури нейронних мереж

Тема 5. Штучні нейронні мережі прямого поширення.

- 5.1. Перцептрони.
- 5.2. Радіальнобазисні штучні нейронні мережі.
- 5.3. Моделі та принципи синтезу архітектури радіально-базисних нейромереж.
- 5.4. Методи навчання радіально-базисних нейромереж.

Тема 6. Рекурентні штучні мережі.

- 6.1. Узагальнена архітектура рекурентної нейронної мережі і особливості функціонування.
- 6.2. Нейромережа Елмана.
- 6.3. Бінарні повнозв'язні нейромережі Хопфілда.
- 6.4. Псевдоінверсне навчальне правило, проєктивний алгоритм настроювання ваг.
- 6.5. Гетероасоціативна пам'ять.
- 6.6. Автоасоціативна пам'ять.

Тема 7. Мережі із самонавчанням.

- 7.1. Карти ознак самоорганізації Кохонена.
- 7.2. Архітектура та принцип роботи одношарової конкурентної мережі (шару Кохонена).
- 7.3. Навчання мап Кохонена.
- 7.4. Нейронна мережа LVQ.

Тема 8. Різновиди сучасних нейромережних технологій.

- 8.1. Нечіткі нейромережні парадигми.
- 8.2. Глибинні нейронні мережі.
- 8.3. Еволюційно-параметрична оптимізація нейромереж.

Тема 9. Сучасний стан та перспективи розвитку нейроінформатики.

- 9.1. Програмні та апаратні реалізації штучних нейронних мереж.
- 9.2. Промислове застосування нейронних мереж.
- 9.3. Актуальні напрямки досліджень сучасної нейронауки.

Перелік лабораторних занять, а також питань та завдань до самостійної роботи наведено у таблиці «Рейтинг-план навчальної дисципліни».

Методи навчання та викладання

Вивчення дисципліни «Нейромережева обробка інформації» здійснюється традиційними методами із застосуванням новітніх інформаційних технологій.

Теоретичні знання, що викладаються під час лекцій (методу, за допомогою якого педагог у словесній формі розкриває сутність наукових понять, явищ, процесів, логічно пов'язаних та

об'єднаних загальною темою), закріплюються на лабораторних заняттях, які передбачають організацію навчальної роботи шляхом використання спеціального обладнання та певної технології для набуття нових знань або перевірки наукових гіпотез на рівні досліджень, що проводяться у комп'ютеризованих аудиторіях, які обладнані сучасними комп'ютерними засобами. Форми та методи навчання: лекції, проблемний виклад навчального матеріалу, лабораторні заняття (з елементами семінарської дискусії) (теми 1-9).

Порядок оцінювання результатів навчання

ХНЕУ ім. С. Кузнеця використовує накопичувальну (100-бальну) систему оцінювання. Система оцінювання сформованих компетентностей у здобувачів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні, лабораторні заняття, а також виконання самостійної роботи. Оцінювання сформованих компетентностей у здобувачів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою.

Контрольні заходи включають поточний контроль, що здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, лабораторних занять, написання контрольних робіт і оцінюється сумою набраних балів (максимальна сума – 100 балів; мінімальна сума, що дозволяє здобувачу отримати залік, – 60 балів);

Здобувача слід вважати атестованим, якщо сума балів, одержаних за результатами підсумкової/семестрової перевірки успішності, дорівнює або перевищує 60.

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни розраховується з урахуванням балів, отриманих під час поточного контролю за накопичувальною системою. Сумарний результат у балах за семестр складає: "60 і більше балів – зараховано", "59 і менше балів – не зараховано" та заноситься у залікову "Відомість обліку успішності" навчальної дисципліни.

Порядок проведення поточного оцінювання знань здобувачів. Оцінювання знань здобувача під час лабораторних занять та виконання контрольних робіт проводиться за такими критеріями.

Види навчальної роботи	Мах кількість балів
Робота на лекціях	5
Активна участь у виконанні лабораторних робіт	5
Захист лабораторних робіт	70
Письмові контрольні роботи	20
Максимальна кількість балів	100

Виставлення підсумкової оцінки здійснюється за шкалою, наведено в таблиці «Шкала оцінювання: національна та ЄКТС».

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	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	не зараховано
1 – 34	F		

Форми оцінювання та розподіл балів наведено у таблиці «Рейтинг-план навчальної дисципліни»

Рейтинг-план навчальної дисципліни

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
Тема 1	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 1. Загальна характеристика та основні принципи побудови нейромереж	Робота на лекції	0,5
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 1. Вивчення програмних продуктів, що реалізують нейронні мережі	Активна участь у виконанні лабораторної роботи. Захист лабораторної роботи №1	15,0
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Контрольні питання: Опишіть історію досліджень в галузі штучного інтелекту. Назвіть формальну модель нейрона Маккаллока-Питтса; передавальну функцію, її види та їх призначення. Які підходи до класифікації формальних моделей нейронів ви знаєте? Назвіть приклади моделей нейронів.		
Тема 2	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 2. Архітектури штучних нейронних мереж	Робота на лекції	0,5
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 2. Дослідження методів навчання багатошарової нейронної мережі типу перцептрон	Активна участь у виконанні лабораторної роботи	0,5
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Контрольні питання: Дайте визначення навчанню Хебба. Що таке біологічний нейрон та як його побудувати? Надайте класифікацію ШНМ. Надайте приклади ШНМ. Назвіть їх призначення, основні переваги та недоліки. Опишіть елементарний перцептрон Розенблатта. Розкажіть про історію досліджень перцептрона. Назвіть структуру елементарного перцептрона, його функціонування та навчання.		

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
Тема 3	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 3. Методи навчання нейронних мереж.	Робота на лекції	0,5
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 2. Дослідження методів навчання багатошарової нейронної мережі типу перцептрон.	Активна участь у виконанні лабораторної роботи. Захист лабораторної роботи №2	14,5
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Контрольні питання: Дайте визначення багатошаровому перцептроні. Назвіть структура багатошарового перцептрона і його навчання. Опишіть алгоритм зворотного поширення помилки. Що таке енергія помилки, граф передачі сигналу? Як виконати корекцію синаптичної ваги відповідно до правила ланцюжка. Назвіть залежність значення локального градієнта від положення нейрона в мережі.		
Тема 4	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 4. Методи обробки даних штучними нейронними мережами.	Робота на лекції	0,5
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 3. Дослідження мережі Хопфілда.	Активна участь у виконанні лабораторної роботи	0,5
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Розробити алгоритм створення перцептронної нейронної мережі. Визначити параметри створеної нейронної мережі (ваги і зміщення).	<i>Контрольна робота 1</i>	10
Тема 5	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 5. Штучні нейронні мережі прямого поширення	Робота на лекції	0,5
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 3. Дослідження мережі Хопфілда.	Активна участь у виконанні лабораторної роботи. Захист лабораторної роботи №3	14,5

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
Тема 5	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Контрольні питання: Дайте визначення ШНМ із зворотними зв'язками. Що таке асоціативна пам'ять? Назвіть проблему стійкості мережі. Опишіть мережу Хопфілда. Порівняйте структуру і функціонування мереж Хопфілда та Хеммінга. Надайте загальну характеристику стохастичній та детекторній нейронній мережі.		
Тема 6	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 6. Рекурентні штучні мережі.	Робота на лекції	0,5
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 4. Дослідження самоорганізованих мереж Кохонена.	Активна участь у виконанні лабораторної роботи	0,5
	<i>Самостійна робота</i>			
Питання та завдання до самостійного опрацювання	Контрольні питання: Дайте визначення неокогнітрону. Що таке структура площин, прості і складні клітини? Опишіть теорію адаптивного резонансу (АРТ). Дайте визначення дилемі стабільності-пластичності. Опишіть принцип адаптивного резонансу. Надайте загальну схему нейронної мережі АРТ-1.			
Тема 7	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 7. Мережі із самонавчанням	Робота на лекції	0,5
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 4. Дослідження самоорганізованих мереж Кохонена.	Активна участь у виконанні лабораторної роботи. Захист лабораторної роботи №4	14,5
	<i>Самостійна робота</i>			
Питання та завдання до самостійного опрацювання	Контрольні питання: Опишіть архітектуру та принцип роботи одношарової конкурентної мережі (шару Кохонена). Опишіть алгоритм навчання шару Кохонена. Надіть поняття про «мертві нейрони». Назвіть типи топології мап Кохонена. Які способи обчислення відстані між нейронами ви знаєте?			

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
Тема 8	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 8. Різновиди сучасних нейромережних технологій	Робота на лекції	0,5
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 5. Дослідження ймовірнісної нейронної мережі	Активна участь у виконанні лабораторної роботи	0,5
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Розробити алгоритм навчання самоорганізованої мережі Кохонена.	<i>Контрольна робота 2</i>	10
Тема 9	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 9. Сучасний стан та перспективи розвитку нейроінформатики	Робота на лекції	1,0
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 5. Дослідження ймовірнісної нейронної мережі	Активна участь у виконанні лабораторної роботи. захист лабораторної роботи №5	14,5
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Контрольні питання: Дайте визначення мережі глибинного навчання. Опишіть загальну схему загортової нейронної мережі. Що таке ядро згортки, операція згортки, шари згортки і субдискретизації і їх взаємозв'язок?		

Рекомендована література

Основна

1. Руденко О.Г., Бодяньський Є.В. Штучні нейронні мережі - Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів – К: Компанія СМІТ, 2006, 404 с.
2. Тимошук П.В. Штучні нейронні мережі – Навчальний посібник – Львів: Видавництво Львівська політехніка, 2011. – 444 с.
3. Кизим Н.А., Е.Н. Ястремская, В.Ф. Сенчуков. Нейронные сети: теория и практика применения. – Х.:ИНЖЭК,2006. – 234 с.
4. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. – 1104 с.

Додаткова

5. Da Silva, I.N., Hernane Spatti, D., Andrade Flauzino, R., Liboni, L.H.B., dos Reis Alves, S.F. Artificial Neural Networks A Practical Course: - Springer, 2017.-277
6. Bassis S., Esposito A., Morabito F.C., Pasero E. Advances in Neural Networks. - Springer International Publishing, 2016.- 539 p.

7. Медведев В.С., Нейронные сети. MATLAB 6 / В.С. Медведев, В.Г. Потемкин. – М.:Диалог-МИФИ. – 2002. – 304 с.

Ресурси Інтернет

8. Нейромережева обробка інформації /Н. Г. Аксак
<https://pns.hneu.edu.ua/enrol/index.php?id=506355>
9. Hagan M.T., Demuth H.B. Neural Network Design (2nd Edition) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.amazon.com/Neural-Network-Design-Martin-Hagan/dp/0971732116>.
10. NeuroSolutions for MATLAB Режим доступу: http://www.cnet.com/NeuroSolutions-for-MATLAB/3001-2383_4-195590.html
11. Fausett L.V. Fundamentals of Neural Networks/-461 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.csbdu.in/csbdu-old/pdf/Fundamentals%20of%20Neural%20Networks.pdf>