

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет інформаційних технологій і математики
Кафедра комп'ютерних наук та кібербезпеки

СИЛАБУС
нормативного освітнього компонента
ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ
(назва освітнього компонента)
підготовки _____ бакалавра _____
(назва освітнього рівня)
спеціальності _____ 122 Комп'ютерні науки _____
(шифр і назва спеціальності)
освітньо-професійної програми (освітньо-наукової програми)
Комп'ютерні науки та інформаційні технології
(назва освітньо-професійної освітньо-наукової/освітньо-творчої програм)

Силабус освітнього компонента «Штучні нейронні мережі» підготовки бакалавра, галузі знань 12 Інформаційні технології, спеціальності 122 Комп'ютерні науки, за освітньою програмою Комп'ютерні науки та інформаційні технології.

Розробник: Пастернак Я.М., професор кафедри комп'ютерних наук та кібербезпеки, доктор фіз.-мат. наук, професор

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми:



Гришанович Т. О.

Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук та кібербезпеки
протокол № 2 від 25.09.2024 р.

Завідувач кафедри:



Гришанович Т. О.

© Пастернак Я.М., 2024 р.

I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна /освітньо-наукова/освітньо-творча програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна (очна) форма навчання	12 Інформаційні технології, 122 комп'ютерні науки, Комп'ютерні науки та інформаційні технології, перший (бакалаврський)	Нормативна
Кількість годин/кредитів <u>150/5</u>		Рік навчання – <u>4-ий</u>
		Семестр – 8-ий
		Лекції – 34 год.
ІНДЗ: <u>немає</u>		Практичні (семінарські) – 0 год. Лабораторні – 46 год. Індивідуальні – 0 год.
		Самостійна робота – 60 год.
		Консультації – 10 год.
		Форма контролю: <u>екзамен</u>
Мова навчання – <u>українська</u>		

II. Інформація про викладача (- ів)

ПП Пастернак Ярослав Михайлович
 Науковий ступінь доктор фізико-математичних наук
 Вчене звання професор
 Посада професор кафедри комп'ютерних наук та кібербезпеки
 Контактна інформація iaroslav.pasternak@vnu.edu.ua
 Дні занять <http://ps.vnu.edu.ua/cgi-bin/timetable.cgi>

III. Опис освітнього компонента

1. Анотація курсу

Курс охоплює питання навчання моделей нейронних мереж, зокрема методи зворотного поширення помилки, градієнтного спуску та інші алгоритми оптимізації. Увагу зосереджено на питаннях налаштування параметрів моделей для досягнення високої точності та уникнення перенавчання. Окремо розглянуто роботу з великими наборами даних, що включає передобробку, нормалізацію та використання технік збільшення даних для покращення продуктивності моделей. Особливу увагу приділено застосуванню нейронних мереж у задачах комп'ютерного моделювання, таких як розпізнавання образів і обробка природної мови, подано реальні приклади використання цих технологій. Практична частина курсу включає розробку моделей з використанням сучасних бібліотек машинного навчання (TensorFlow), що дозволить здобувачам освіти опанувати передові рішення галузі.

2. Пререквізити (попередні курси, на яких базується вивчення освітнього компонента)

- ОК 6. Програмування.
- ОК 7. Алгоритми та структури даних.
- ОК 10. Лінійна алгебра і аналітична геометрія.

ОК 16. Чисельні методи.

ОК 17. Теорія ймовірностей та комп'ютерна статистика.

ОК 23. Інтелектуальний аналіз даних.

ОК 26. Штучний інтелект.

3. Мета і завдання освітнього компонента

Метою курсу «Штучні нейронні мережі» є ознайомлення здобувачів вищої освіти з теоретичними основами та практичними навичками побудови й оптимізації моделей нейронних мереж. Основні завдання курсу включають навчання ефективного застосування нейронних мереж для розв'язування задач комп'ютерного моделювання, таких як розпізнавання образів і обробка мови. Практична частина курсу зосереджена на роботі з сучасними бібліотеками машинного навчання та великими наборами даних.

4. Результати навчання (Компетентності)

Результати навчання:

ПРН1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.

ПРН4 Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв'язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об'єктів керування тощо.

ПРН12. Застосовувати методи та алгоритми обчислювального інтелекту та інтелектуального аналізу даних в задачах класифікації, прогнозування, кластерного аналізу, пошуку асоціативних правил з використанням програмних інструментів підтримки багатовимірної аналізу даних на основі технологій DataMining, TextMining, WebMining.

Компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК13. Здатність діяти на основі етичних міркувань.

СК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтовування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування

СК2. Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, неймережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.

СК11. Здатність до інтелектуального аналізу даних на основі методів обчислювального інтелекту включно з великими та погано структурованими даними, їхньої оперативної обробки та візуалізації результатів аналізу в процесі розв'язування прикладних задач.

5. Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Лаб.	Сам. роб.	Конс.	Форма контролю/ Бали
Змістовий модуль 1. Принципи побудови штучних нейронних мереж та базові алгоритми їхнього навчання і оптимізації						
Тема 1. Вступ. Основи теорії штучних нейронних мереж	8	2	2	4		ДС, РЗ/К 2
Тема 2. Біологічні нейрони та їхні математичні моделі	6	2	2	2		ДС, РЗ/К 2
Тема 3. Перцептрон: базовий алгоритм нейронних мереж	11	2	4	4	1	ДС, РЗ/К 4
Тема 4. Багатошаровий перцептрон (MLP)	11	2	4	4	1	ДС, РЗ/К 4
Тема 5. Активаційні функції в нейронних мережах	9	2	2	4	1	ДС, РЗ/К 2
Тема 6. Алгоритм зворотного поширення помилки	9	2	2	4	1	ДС, РЗ/К 2
Тема 7. Алгоритми оптимізації нейронних мереж	10	2	4	4		ДС, РЗ/К 2
Тема 8. Регуляризація в нейронних мережах	9	2	2	4	1	ДС, РЗ/К 2
Разом за модулем 1	73	16	22	30	5	20
Змістовий модуль 2. Основні типи штучних нейронних мереж та задачі, що вони вирішують						
Тема 9. Обробка та нормалізація даних	6	2	2	2		ДС, РЗ/К 2
Тема 10. Згорткові нейронні мережі (CNN)	11	2	4	4	1	ДС, РЗ/К 3
Тема 11. Рекурентні нейронні мережі (RNN) та довготривала пам'ять (LSTM, GRU)	11	2	4	4	1	ДС, РЗ/К 3
Тема 12. Глибинне навчання та архітектури глибинних нейронних мереж	11	2	4	4	1	ДС, РЗ/К 2
Тема 13. Генеративні моделі штучного інтелекту та нейронні мережі (GANs, VAEs)	9	2	2	4	1	ДС, РЗ/К 2
Тема 14. Розпізнавання зображень із застосуванням нейронних мереж	9	2	2	4	1	ДС, РЗ/К 2
Тема 15. Обробка природної мови (NLP) з використанням нейронних мереж	8	2	2	4		ДС, РЗ/К 2
Тема 16. Проблеми навчання штучних нейронних мереж	6	2	2	2		ДС, РЗ/К 2
Тема 17. Практичні аспекти реалізації штучних нейронних мереж	6	2	2	2		ДС, РЗ/К 2

Разом за модулем 2	77	18	24	30	5	20
Види підсумкових робіт –						Бал
Модульна контрольна робота 1						30
Модульна контрольна робота 2						30
ІНДЗ (за наявності)						
Інше (вказати)						
Всього годин/Балів	150	34	46	60	10	100

Методи контролю*: ДС – дискусія, ДБ – дебати, Т – тести, ТР – тренінг, РЗ/К – розв’язування задач/кейсів, ІНДЗ/ІРС – індивідуальне завдання/індивідуальна робота здобувача освіти, РМГ – робота в малих групах, МКР/КР – модульна контрольна робота/ контрольна робота, Р – реферат, а також аналітична записка, аналітичне есе, аналіз твору тощо.

6. Завдання для самостійного опрацювання.

1. Розпізнавання голосу.
2. Виявлення та відстеження об’єктів.
3. Комп’ютерні ігри на основі моделей штучного інтелекту.
4. Логічне програмування.
5. Попередня обробка даних.
6. Пошук оптимальних параметрів навчання.
7. TensorFlow.

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Основні компоненти штучних нейронних мереж	1
2	Відмінності між біологічним і штучним нейроном	1
3	Перцептрон: базовий алгоритм нейронних мереж	1
4	Багатoshаровий перцептрон (MLP)	1
5	Активацийні функції в нейронних мережах	1
6	Алгоритм зворотного поширення помилки	1
7	Алгоритми оптимізації нейронних мереж	1
8	Регуляризація в нейронних мережах	1
9	Обробка та нормалізація даних	2
10	Задачі, що найчастіше вирішуються за допомогою CNN	1
11	Рекурентні нейронні мережі (RNN) та довготривала пам’ять (LSTM, GRU)	1
12	Глибинне навчання та архітектури глибинних нейронних мереж	1
13	Генеративні моделі штучного інтелекту та нейронні мережі (GANs, VAEs)	1
14	Розпізнавання зображень із застосуванням нейронних мереж	2
15	Обробка природної мови (NLP) з використанням нейронних мереж	1
16	Проблеми навчання штучних нейронних мереж	2
17	Практичні аспекти реалізації штучних нейронних мереж	1
18	Підготовка до лабораторних робіт та робота над висновками	20
19	Опрацювання лекційного матеріалу, робота з джерелами інформації	20
	Разом	60

IV. Політика оцінювання

Політика викладача щодо здобувача освіти. Здобувачі освіти повинні відвідувати практичні заняття та вчасно складати відповідні завдання до роботи. Оцінювання робіт здійснюється з урахуванням вірно виконаного обсягу у пропорції до визначеного цим силабусом балу із заокругленням до більшого.

Політика щодо академічної доброчесності. Здобувачам вищої освіти дозволяється вивчати довільні джерела інформації, що стосуються тематики завдань, а також консультуватися та працювати у групах зі своїми колегами за курсом. Проте завдання повинні бути виконані самостійно. В іншому разі відповідні бали здобувачу вищої освіти не зараховуються.

Політика щодо дедлайнів та перескладання. Завдання мають бути виконані у межах відведеного на це часу. Невчасно здане без поважної причини завдання зменшує відповідний бал оцінювання на 10 % для забезпечення справедливого рейтингового оцінювання здобувачів вищої освіти, особливо тих, хто вчасно виконує відповідні завдання.

Оцінювання знань здобувачів освіти здійснюється під час поточного контролю за результатами виконання тих видів робіт, які передбачені силабусом освітнього компонента. (згідно Положення про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки).

Оцінювання навчальних досягнень здійснюється за 100 бальною шкалою. Оцінка включає в себе поточний контроль (оцінюється робота на парах, вчасне і якісне виконання домашніх завдань, самостійне розв'язання індивідуальних завдань) та підсумковий модульний контроль (письмові модульні контрольні роботи). Максимальна кількість балів, яку може заробити студент під час поточного оцінювання за семестр – 40 балів. Підсумковий модульний контроль за семестр включає в себе оцінки за всі модульні контрольні роботи (МКР). Максимальна кількість балів, яку може заробити студент під час модульного контролю за семестр складає 60 балів.

Якщо за результатами семестру накопичено не менше 75 балів і студент погоджується із цим результатом, то оцінка за семестр може виставлятися без складання екзамену. В іншому разі студент складає екзамен; максимальна кількість балів, яку можна отримати на екзамені – 60 балів. Вони замінюють бали модульного семестрового контролю, поточний семестровий контроль при цьому зберігається. Екзамен проходять в усній формі. Оцінка за семестр у випадку складання екзамену є сумою балів поточного контролю та балів, отриманих під час екзамену.

V. Підсумковий контроль

На іспит виносяться основні питання, типові та комплексні задачі, ситуації, завдання, що потребують творчої відповіді та уміння синтезувати отримані знання і застосовувати їх під час розв'язання практичних задач.

Іспит проводиться в усній формі. На іспит виносяться подані нижче питання.

Питання та форма проведення іспиту визначені у цьому силабусі.

Питання, що виносяться на іспит:

1. Що таке штучна нейронна мережа, і які її основні компоненти?
2. Які ключові відмінності між біологічним і штучним нейроном?
3. Що таке перцептрон і які його основні обмеження?
4. Які переваги багат шарового перцептрону (MLP) у порівнянні з одиночним перцептроном?
5. Що таке активаційна функція, і чому вона важлива в нейронних мережах?
6. Охарактеризуйте основні типи активаційних функцій (sigmoid, ReLU, tanh) та їх застосування.
7. Які етапи містить алгоритм зворотного поширення помилки?
8. Що таке градієнтний спуск, і як він використовується для оптимізації нейронних мереж?

9. Яка різниця між градієнтним спуском та стохастичним градієнтним спуском?
10. Як працює алгоритм Adam, і чому він є популярним для навчання нейронних мереж?
11. Що таке перенавчання (overfitting) та як його уникнути?
12. Які методи регуляризації використовуються для боротьби з перенавчанням?
13. Як працює метод Dropout і які його переваги?
14. Що таке L1 і L2-регуляризація, і в чому різниця між ними?
15. Чому передобробка даних є важливою для навчання нейронних мереж?
16. Які методи нормалізації даних застосовуються в машинному навчанні?
17. Що таке згорткова нейронна мережа (CNN), і де вона застосовується?
18. Як працює операція згортки (convolution) у CNN?
19. Що таке шар підвибірки (pooling) у CNN, і яку роль він виконує?
20. Які задачі найчастіше вирішуються за допомогою CNN?
21. Що таке рекурентна нейронна мережа (RNN), і де вона застосовується?
22. Як працює механізм збереження пам'яті в RNN?
23. Що таке LSTM (Long Short-Term Memory), і які його переваги над традиційними RNN?
24. Яка роль GRU (Gated Recurrent Unit) у моделюванні послідовних даних?
25. Що таке глибока нейронна мережа, і як вона відрізняється від поверхневих мереж?
26. Які архітектури глибоких мереж є найбільш поширеними?
27. Що таке генеративно-змагальні нейронні мережі (GANs) і в чому їх принцип роботи?
28. Як відбувається навчання генератора та дискримінатора в GANs?
29. Що таке варіаційний автоенкодер (VAE), і як він працює?
30. Які задачі вирішуються за допомогою генеративних моделей, таких як GANs та VAE?
31. Які основні кроки навчання моделі для розпізнавання образів?
32. Як використовуються нейронні мережі для класифікації зображень?
33. Що таке обробка природної мови (NLP), і як вона реалізується за допомогою нейронних мереж?
34. Як працюють моделі Word2Vec та GloVe для представлення текстових даних?
35. Що таке BERT і GPT, і які їх ключові особливості?
36. Які проблеми можуть виникати при навчанні дуже глибоких нейронних мереж?
37. Як боротися з проблемою зникнення градієнта в глибоких мережах?
38. Що таке batch normalization, і як він допомагає покращити навчання?
39. Що таке fine-tuning у контексті навчання нейронних мереж?
40. Які підходи використовуються для прискорення навчання глибоких нейронних мереж?
41. Які сучасні бібліотеки використовуються для реалізації нейронних мереж?
42. Чому TensorFlow і PyTorch є популярними інструментами для машинного навчання?
43. Як можна оцінити ефективність нейронної мережі на тестових даних?
44. Що таке функція втрат, і які типи функцій втрат застосовуються для різних задач?
45. Як працюють нейронні мережі для задач регресії?
46. Які переваги та недоліки використання нейронних мереж у порівнянні з традиційними алгоритмами машинного навчання?
47. Як можна покращити продуктивність нейронної мережі без зміни її архітектури?
48. Що таке transfer learning, і як його можна використовувати у практичних застосуваннях?
49. Які принципи масштабування та розгортання нейронних мереж на великих платформах?
50. Які перспективи розвитку штучних нейронних мереж у найближчі роки?

VI. Шкала оцінювання

Шкала оцінювання знань здобувачів освіти з освітніх компонентів, де формою контролю є іспит

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка	Оцінка за шкалою ECTS	
		оцінка	пояснення
90–100	Відмінно	A	відмінне виконання
82–89	Дуже добре	B	вище середнього рівня
75–81	Добре	C	загалом хороша робота
67–74	Задовільно	D	непогано
60–66	Достатньо	E	виконання відповідає мінімальним критеріям
1–59	Незадовільно	Fx	Необхідне перескладання

Шкала оцінювання знань здобувачів освіти з освітніх компонентів, де формою контролю є залік

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
90–100	Зараховано
82–89	
75–81	
67–74	
60–66	
1–59	Незараховано (необхідне перескладання)

VI. Рекомендована література та інтернет-ресурси (літературні джерела, рекомендована література (основна, додаткова, Інтернет-ресурси) та інші джерела).

1. Alnoor A., Wah K.K., Hassan A. Artificial Neural Networks and Structural Equation Modeling: Marketing and Consumer Research Applications. Springer, 2022. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-6509-8>
2. Cartwright H. Artificial Neural Networks. Third Edition. Humana Press, 2021. <https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0826-5>
3. Krauss P. Artificial Intelligence and Brain Research: Neural Networks, Deep Learning and the Future of Cognition. Springer, 2024. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-68980-6>
4. Melin P., Ramirez M., Castillo O. Clustering, Classification, and Time Series Prediction by Using Artificial Neural Networks. Springer, 2024. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-71101-5>
5. <https://pytorch.org/>
6. <https://www.tensorflow.org/>