



Міжнародний гуманітарний університет
Факультет кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук
Кафедра комп'ютерних наук

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ

Галузь знань
Спеціальність
Назва освітньої програми
Рівень вищої освіти

12 Інформаційні технології
121 Інженерія програмного забезпечення
Інженерія програмного забезпечення
перший (бакалаврський)

Розробники і викладачі	Контактний телефон	Електронна адреса
доцент кафедри комп'ютерних наук, к.т.н., доцент Русу Олександр Петрович	+380503336722	shurusu@ukr.net

1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ

Навчальна дисципліна «Штучні нейронні мережі» присвячена вивченню існуючих та перспективних штучних нейронних мереж. При вивченні дисципліни особливу увагу приділяється методам програмної реалізації штучних нейронних мереж, зокрема алгоритмам та математичному апарату, який використовується для їх реалізації. Завдання вивчення дисципліни полягає в отриманні навичок аналізу, вибору та реалізації штучних нейронних мереж з метою впровадження їх в програмному забезпеченні.

МЕТА ДИСЦИПЛІНИ. Метою дисципліни є отримання здобувачами базових знань щодо методів програмної реалізації штучних нейронних мереж, принципів проектування застосунків, що використовують штучні нейронні мережі, та набуття практичних навичок їх використання в прикладних задачах.

ПЕРЕКВІЗИТИ. Передумовами для вивчення дисципліни є знання, уміння та навички, отримані здобувачами при вивченні попередніх навчальних дисциплін бакалаврської підготовки, присвячених вивченню загальних та спеціальних розділів вищої математики та програмування, зокрема «Вища математика», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Дискретна математика», «Алгоритмізація та програмування», «Алгоритми та структури даних», «Об'єктно-орієнтоване програмування».

ПОСТРЕКВІЗИТИ: Знання, уміння та навички, отримані здобувачами після вивчення цієї дисципліни, можуть бути корисними при паралельному вивченні дисциплін «Патерни та фреймворки» та «Програмування інфокомунікаційних сервісів і систем», а також при подальшому проходженні переддипломної практики, підготовці та захисту кваліфікаційної роботи.

2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ, ТА ДОСЯГНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

У процесі реалізації програми дисципліни формуються наступні компетентності із передбачених освітньою програмою:

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані завдання або практичні проблеми інженерії програмного забезпечення, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, із застосуванням теорій та методів інформаційних технологій

Загальні компетентності

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

K06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

K15. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.

K19. Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних.

K20. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.

K25. Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розробки та супроводження програмного забезпечення.

K26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

Програмні результати навчання

ПР01. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПР05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

ПР07. Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.

ПР13. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.

ПР14. Застосовувати на практиці інструментальні програмні засоби доменного аналізу, проектування, тестування, візуалізації, вимірювань та документування програмного забезпечення.

ПР15. Мотивовано обирати мови програмування та технології розробки для розв'язання завдань створення і супроводження програмного забезпечення.

ПР18. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною

Знання:

- основні поняття, історію та напрями розвитку штучного інтелекту та штучних нейронних мереж;
- принципи побудови, функціонування, навчання та використання штучних нейронних мереж;
- різновиди штучних нейронних мереж, особливості їх практичного застосування;
- основні алгоритми та математичні функції, що використовуються при створенні штучних нейронних мереж;
- принципи побудови програмних застосунків, що використовують штучні нейронні мережі.

Уміння:

- орієнтуватися у основних технологіях штучного інтелекту та перспективних напрямках його розвитку;
- використовувати методи та системи штучного інтелекту, побудованого на основі штучних нейронних мереж, для розв'язання прикладних задач;
- використовувати штучні нейронні мережі в програмному забезпеченні;
- проектувати програмні застосунки, що містять нейронні мережі;
- виконувати експериментальне дослідження та обґрунтовувати вибір архітектури нейронної мережі для конкретної задачі.

Навички:

- програмно реалізовувати моделі штучних нейронних мереж із використанням сучасних мов програмування;
- застосовувати спеціалізовані бібліотеки та фреймворки машинного навчання для навчання та тестування моделей;

- виконувати підготовку, нормалізацію та аналіз вхідних даних;
- здійснювати налаштування структури мережі та її параметрів з метою підвищення точності;
- оцінювати якість роботи моделей за кількісними метриками та виконувати їх порівняння;
- інтегрувати навчальні моделі у склад програмних застосунків або сервісів.

3. ОБСЯГ ТА ОЗНАКИ КУРСУ

Загалом		Вид заняття (денна форма/заочна форма)				Ознаки курсу		
Кредитів ЄКТС	Годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Самостійна робота	Курс, (рік навчання)	Семестр	Обов'язкова / вибіркова
6	180	40/12	40/12	0/0	100/156	4	8	Вибіркова

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Заг.	у тому числі				Заг.	у тому числі			
		Лекц.	Практ.	Лаб.	Сам. роб.		Лекц.	Практ.	Лаб.	Сам. роб.
Тема 1. Принципи побудови штучних нейронних мереж	30	10	10	0	10	30	2	2	0	26
Тема 2. Штучні нейронні мережі із прямим поширенням інформації	60	10	10	0	40	60	4	4	0	52
Тема 3. Штучні нейронні мережі із зворотними зв'язками	60	10	10	0	40	60	4	4	0	52
Тема 4. Інструментальні засоби та програмна реалізація штучних нейронних мереж	30	10	10	0	10	30	2	2	0	26
Загалом	180	40	40	0	100	180	12	12	0	156
Підсумковий контроль – залік										

5. ТЕХНІЧНЕ Й ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ / ОБЛАДНАННЯ

Здобувачі отримують теми та питання курсу, основну і додаткову літературу, рекомендації, завдання та оцінки за їх виконання як традиційним шляхом, так і з використанням платформ онлайн навчання на основі інформаційних систем Moodle або Google Classroom. Практичні навички у пошуку та аналізі інформації за курсом, з оформлення індивідуальних завдань, тощо, здобувачі можуть отримувати як за допомогою власного обладнання, так і користуючись університетськими комп'ютерними класами та бібліотекою.

Для виконання практичних робіт використовується безоплатне середовище візуального аналізу та прототипування моделей Orange Data Mining, а також спеціалізованих лабораторних макетів ANN_Lab, розроблених викладачами факультету кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук Міжнародного гуманітарного університету.

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи здобувачів відносяться наступні види діяльності:

1. Знайомство з науковою та навчальною літературою відповідно зазначених у програмі тем.
2. Опрацювання лекційного матеріалу.
3. Підготовка до практичних занять.
4. Консультації з викладачем протягом семестру.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка та виконання індивідуальних завдань у вигляді есе, рефератів тощо.
7. Підготовка до підсумкового контролю.

Тематика та питання до самостійної підготовки та індивідуальних завдань

Назва теми	Кількість годин	
	Денна форма	Заочна форма
Тема 1. Принципи побудови штучних нейронних мереж 1. Нейронні мережі як частина штучного інтелекту 2. Функції активації штучних нейронних мереж 3. Сили сигналів в штучних нейронних мережах 4. Теоретичні обмеження штучних нейронних мереж	10	26
Тема 2. Штучні нейронні мережі із прямим поширенням інформації 1. Теоретичні обмеження персептронів з точки зору М. Мінські 2. Перші персептрони	40	52

3. Персептрони Розенблата 4. Персептрони Румерхальта 5. Радіально-базисні функції 6. Згорткові нейронні мережі		
Тема 3. Штучні нейронні мережі із зворотними зв'язками 1. Штучні нейронні мережі з окремими структурами пам'яті 2. Нейронні машини Тюрінга 3. Нейронні мережі Геммінга 4. Нейронні мережі Кохонена 5. Глибинні складальні мережі 6. Глибинні нейронні мережі переконань	40	52
Тема 4. Інструментальні засоби та програмна реалізація штучних нейронних мереж 1. Середовища візуального аналізу даних і побудови моделей машинного навчання та їх призначення 2. Віджети та інструменти для завантаження, обробки й візуалізації даних 3. Підготовка даних до навчання моделей: очищення, нормалізація та відбір ознак 4. Реалізація задач класифікації та кластеризації в середовищах Orange, Weka, RapidMiner 5. Метрики оцінювання якості моделей та порівняння результатів навчання 6. Переваги та обмеження візуальних засобів прототипування порівняно з програмною реалізацією моделей	10	26
Загалом	100	156

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Види контролю	Складові оцінювання
Поточний контроль , який здійснюється під час проведення практичних (лабораторних) занять, виконання самостійної роботи, індивідуальних завдань, дослідної роботи здобувача тощо	100%
Підсумковий контроль – залік	

Методи діагностики знань (контролю)	Фронтальне опитування, розв'язання практичних завдань, тестування здобувачів, наукові доповіді, реферати, усні повідомлення, залік
--	--

8. ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ

Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних заняттях			
1.1. Підготовка до практичних занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних занять	60
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Індивідуальне тестування	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка результатів індивідуального тестування, перевірка конспектів лекцій, перевірка рефератів	20
Виконання індивідуальних завдань (дослідна робота здобувача)			
1.3. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять, наукових конференцій та круглих столів.	20
Разом балів за поточний контроль			100
Загальний результат оцінювання			100

Поточний контроль знань здобувачів освіти при формі контролю залік (максимум 100 балів) оцінюється за шкалою («2», «3», «4», «5»), з обов'язковим переведенням балів за кожний вид роботи таким чином:

- за підготовку до аудиторних занять (максимум 60 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості практичних (лабораторних) занять, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 12;

- за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою) (максимум 20 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості програмного матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення, для переведу зазначених балів середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 4;

- за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 20- балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості інших видів індивідуальних завдань, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 4.

Критерії оцінювання поточного контролю

- «**2**» – виставляється за неправильну відповідь (письмову роботу), яка не відповідає змісту теми та свідчить про нерозуміння її основних положень;
- «**3**» – виставляється за відповідь (письмову роботу), яка відповідає змісту теми, але є неповною і неточною у визначенні понять, свідчить про неповне розуміння основних положень навчального матеріалу, свідчить про те, що знання здобувача мають фрагментарний, поверховий характер;
- «**4**» – оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що здобувач знає й розуміє теоретичний матеріал в обсязі навчальної теми, володіє необхідними навичками, не допускає суттєвих помилок.
- «**5**» – оцінюється повна, правильна, ґрунтовна відповідь (письмова робота) на запитання теми, що передбачає логічність і послідовність викладу матеріалу, володіння термінологією, показує вміння повно й глибоко використовувати теоретичні знання в практичній площині.

9. ОЦІНЮВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ

Загальні результати знань здобувачів по даній дисципліні оцінюються наступним чином:

- «**Відмінно**»/«**зараховано**» (**A**) – від 90 до 100 балів. Здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;
- «**Добре**»/«**зараховано**» (**B**) – від 82 до 89 балів. Здобувач володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;
- «**Добре**»/«**зараховано**» (**C**) – від 74 до 81 балів. Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, реферату та активність у науково-дослідній роботі;
- «**Задовільно**»/«**зараховано**» (**D**) – від 64 до 73 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи та рефератів;
- «**Задовільно**»/«**зараховано**» (**E**) – від 60 до 63 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, має неповний конспект з завданнями до самостійної роботи.

- **«Незадовільно з можливістю повторного складання»/«не зараховано» (FX)** – від 35 до 59 балів. Здобувач володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.
- **«Незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни»/«не зараховано» (F)** – від 0 до 34 балів. Здобувач не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальна шкала	Шкала ECTS	Національна шкала	
		екзамен	залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	Зараховано
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	Зараховано
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	Не зараховано
0-34	F		

10. ДОТРИМАННЯ ВИМОГ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Викладання та засвоєння навчальної дисципліни передбачає неухильне дотримання вимог академічної доброчесності, яка регулюється Законом України «Про освіту» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 37-38, ст. 2004), «Методичними рекомендаціями для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності» (Лист МОН № 1/9-650 від 23.10.2018), іншими нормативними документами. Зокрема, основні засади дотримання академічної доброчесності визначено у «Положенні про академічну доброчесність у Міжнародному гуманітарному університеті», «Кодексі академічної доброчесності Міжнародного гуманітарного університету» та «Інструкції щодо процедури технічної перевірки на наявність текстових запозичень (академічного плагіату)», затвердженої наказом Міжнародного гуманітарного університету № 708а від 03.05.2024.

Відповідно до ст. 42 Закону України «Про освіту» академічна доброчесність – це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);

- посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Aggarwal, Charu C. Neural Networks and Deep Learning: A Textbook. Springer, 2023. 529 p. ISBN 9783031296420.
2. Géron, Aurélien. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. 3rd ed. O'Reilly Media, 2022. 814 p. ISBN 9781098125974.
3. Russell, Stuart, Norvig, Peter. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Pearson, 2020. 1136 p. ISBN 9780134610993.
4. Goodfellow, Ian, Bengio, Yoshua, Courville, Aaron. Deep Learning. MIT Press, 2016. 800 p. ISBN 9780262035613.
5. Nielsen, Michael A. Neural Networks and Deep Learning. Determiation Press, 2015. 222 p. ISBN 9780999171407.

Допоміжна

6. Bishop, Christopher M. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2006. 738 p. ISBN 9780387310732.
7. Chollet, François. Deep Learning with Python. 2nd ed. Manning Publications, 2021. 504 p. ISBN 9781617296864.
8. Joshi, Prateek. Artificial Intelligence with Python. Packt Publishing, 2017. 423 p. ISBN 9781786464392.
9. Шаховська Н. Б., Камінський Р. М., Вовк О. Б. Системи штучного інтелекту. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 392 с. ISBN 9789669412140.
10. Литвин В. В., Пасічник В. В., Яцишин Ю. В. Інтелектуальні системи. Львів: Новий Світ-2000, 2019. 406 с. ISBN 9789664182956.

Інформаційні ресурси

11. TensorFlow. URL: <https://www.tensorflow.org/>
12. PyTorch. URL: <https://pytorch.org/>
13. Keras. URL: <https://keras.io/>
14. Orange Data Mining. URL: <https://orangedatamining.com/>
15. Weka Machine Learning Project. URL: <https://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>
16. RapidMiner. URL: <https://rapidminer.com/>