

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

В. В. Павліков

(підпис) (ініціали та прізвище)

2020 р.

Відділ аспірантури і докторантури



РОБОЧА ПРОГРАМА

ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Новітні методи експериментальних досліджень систем управління

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітньо-наукова програма: «Автоматизація, приладобудування та комп'ютерно-інтегровані технології»

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Форма навчання: денна
денна / заочна

Харків – 2020

РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Новітні методи експериментальних досліджень систем управління
 (назва навчальної дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
 освітньої програми «Автоматизація, приладобудування та комп'ютерно-інтегровані технології»
 « 25 » 08 2020 р., – 10 с.

Розробник: завідувач кафедри, д.т.н., професор
 (посада, науковий ступінь та вчене звання)



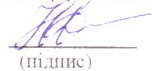
М.Д.Кошовий
 (прізвище та ініціали)

Гарант ОНП професор, д.т.н., професор
 (посада, науковий ступінь та вчене звання)



В.І. Барсов
 (прізвище та ініціали)

Протокол № 1 від « 25 » 08 2020 р. засідання кафедри № 303
 Завідувач кафедри д.т.н., професор
 (посада, науковий ступінь та вчене звання)



М.Д. Кошовий
 (прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
 аспірантури і докторантури



В. Б. Селевко

Голова наукового товариства
 студентів, аспірантів,
 докторантів і молодих вчених



Т. П. Старовойт

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 8	Галузь знань <u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u> (шифр і назва)	Вибіркова
Модулів – 2	Спеціальність: <u>151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»</u> (шифр, назва)	Навчальний рік:
Змістових модулів – 2		2020/2021
Індивідуальне науково-дослідне завдання		Семестр
		4-й (рік набору 2019)
(назва)		Лекції
Загальна кількість годин – 136/240		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 8,5 самостійної роботи здобувача - 6,5	Рівень вищої освіти: <u>доктор філософії</u>	68 год.
		Практичні, семінарські
		68 год.
		Лабораторні
		-
		Самостійна робота
		104 год.
		Індивідуальні завдання:
	-	
	Вид контролю: іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання $136/104=1,31$

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчання: формування у аспірантів ясних початкових теоретичних уявлень про основні види нейронних мереж, принципи їх роботи та головні області застосування, зокрема, експериментальні дослідження систем управління.

Завдання: визначення цілей, способів, завдань та процесів для практичного використання методів побудови, оптимізації архітектури й навчання сучасних нейронних мереж для різних додатків.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми аспіранти повинні досягти таких **компетентностей**:

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері автоматизації та дотичних до неї (нього, них) міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та суміжних галузей.

СК03. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

СК05. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у науковому пізнанні, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК09. Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем наукового пізнання, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Програмні результати навчання:

ПРН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

ПРН07. 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 сфери автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

ПРН10. Здійснювати пошук та критичний аналіз інформації, концептуалізацію та реалізацію наукових проектів з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Міждисциплінарні зв'язки: ІТ в практиці наукових досліджень, наукові англомовні комунікації, основи методології наукових досліджень.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Основи побудови нейронних мереж

Тема1. Вступ до дисципліни. Формування ясних початкових теоретичних уявлень про основні види нейронних мереж, принципи їх роботи та головні області застосування, отримання практичних навичок самостійного створення відносно простих нейронних мереж без використання складних бібліотек. Для

написання програмних кодів треба використовувати мову програмування Python.

Тема 2. Штучний нейрон (Функції активації – функція одиничного стрибка, сигмоїдальна активаційна функція, функція гіперболічного тангенса, функція лінійного випрямлення (ReLU) і їх основні властивості.

Тема 3. Вивчення властивостей перцептронів (вузлів). Ці мережі можна подати у вигляді шарів, з'єднаних з вузлами. Кожен вузол приймає зважений вхід, формує активаційну функцію для суми входів і генерує вихід. Ці вузли також називають перцептронами (MLP, multilayer perceptron).

Тема 4. Узагальнені кількісні характеристики нейронних мереж. Архітектура мереж різного призначення містить деяку кількість вхідних вузлів, приховані і вихідні шари. Основні характеристики окремих елементів мережі: кількість вхідних вузлів у різних мережах має відповідати розмірності вхідних даних; кількість прихованих шарів; Оптимальна кількість прихованих вузлів в окремому прихованому шарі мережі; Вибір функції активації для прихованих і вихідних вузлів.

Тема 5. Нейронні мережі «перцептрон» для класифікації даних. Послідовний аналіз всіх етапів реалізації проекту в узагальненому і дещо спрощеному вигляді для ясного розуміння змісту і зв'язку всіх етапів синтезу нейронної мережі й методів тестування якості її роботи.

Модуль 2

Змістовий модуль 2. Основи навчання нейронних мереж

Тема 6. Навчання нейронної мережі як процес, протягом якого нейронна мережа створює математичний маршрут від входу до виходу. Дані для навчання мережі складаються з вхідних значень і відповідних вихідних значень. Мета навчання – є поступове змінення ваг мережі таким чином, щоб мережа могла розраховувати правильні вихідні значення навіть з вхідними даними, які вона ніколи раніше не бачила.

Тема 7. Навчання простої нейронної мережі «перцептрон» (Програмний код навчання мовою Python, розмірність вхідних даних, швидкість навчання нейронної мережі, створення вагових коефіцієнтів мережі, набір навчальних даних, оновлення ваг).

Тема 8. Підготовка навчальних даних для перцептрона. Мета навчання – надання даних, які дають змогу нейронній мережі збігатися на надійних математичних зв'язках між входом і виходом. Використання таблиць Excel. Забезпечення достатності навчальних даних, Перенавчання нейронної мережі.

Тема 9. Вступ до теорії навчання нейронних мереж. Навчання – протиріччя між теорією і практикою, перцептрон як універсальний апроксиматор, функція помилки.

Тема 10. Швидкість навчання в нейронних мережах. Вибір швидкості навчання, графік швидкості навчання, вплив швидкості навчання на розмір кроків, які ведуть до мінімізації помилки.

Тема 11. Машинне навчання з багатошаровим перцептроном. Перцептрон як нейромережевий логічний елемент, лінійно роздільні дані, рішення завдань, які не є лінійно нероздільними.

4. Структура робочої програми навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1						
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни	2	2	-	-	-	-
Тема 2. Штучний нейрон	30	8	10	-	-	12
Тема 3. Вивчення властивостей перцептронів	32	8	10	-	-	14
Тема 4. Узагальнені кількісні характеристики нейронних мереж	20	8	-	-	-	12
Тема 5. Нейронні мережі «перцептрон» для класифікації даних	34	8	12			14
Усього годин	118	34	32	-	-	52
Модуль 2						
Змістовий модуль 2						
Тема 6. Навчання нейронної мережі	30	6	12	-	-	12
Тема 7. Навчання простої нейронної мережі «перцептрон»	6	6	-	-	-	-
Тема 8. Підготовка навчальних даних для перцептрона	18	4	-	-	-	14
Тема 9. Вступ до теорії навчання нейронних мереж	32	6	12	-	-	14
Тема 10. Швидкість навчання в нейронних мережах	6	6				-
Тема 11. Машинне навчання з багатошаровим перцептроном	30	6	12			12
Усього годин	122	34	36	-	-	52
Разом з дисципліни	240	68	68	-	-	104

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Штучний нейрон	10
2	Вивчення властивостей перцептронів	10
3	Нейронні мережі «перцептрон» для класифікації даних	12
4	Навчання нейронної мережі	12
5	Вступ до теорії навчання нейронних мереж	12
6	Машинне навчання з багатошаровим перцептроном	12
Разом		68

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Машинне навчання з багатошаровим перцептроном та оновлення вагових коефіцієнтів	12
2	Навчальні набори даних для нейронних мереж	12
3	Визначення кількості прихованих шарів і прихованих вузлів у нейронній мережі	14
4	Підвищення точності прихованого шару нейронної мережі	14
5	Методи нейромережних технологій й проектів для класифікації зображень	12
6	Основа згорткових нейронних мереж – двовимірний просторовий згортка.	12
7	Основні етапи розвитку згорткових нейронних мереж	14
8	Аналіз властивостей бібліотек алгоритмів глибокого навчання	14
Разом		104

7. Індивідуальні завдання

Не заплановані

8. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, консультацій за розкладом кафедри та індивідуальні (при необхідності), самостійна робота здобувачів з нормативно-правовими актами та інформаційними ресурсами.

9. Методи контролю

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, консультації за розкладом кафедри та індивідуальні (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

Вибіркове опитування здобувачів на лекційних заняттях.
Допускове опитування перед виконанням практичних робіт.
Поточне тестування і модульний контроль та екзамен.

10. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

10.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	17	0...17
Виконання практичних робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...18	1	0...18
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	17	0...17
Виконання практичних робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...18	1	0...18
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

10.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основні види нейронних мереж, принципи їх роботи та головні області застосування;
- узагальнені кількісні характеристики нейронних мереж;
- основи теорії навчання нейронних мереж.

10.3. Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі практичні роботи. Вміти самостійно застосовувати методи науково-прикладного проектування ІВС.

Добре (75-89). Твердо мати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Застосовувати методи оптимізації архітектури ІВС, що проектується.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі теми та вміти застосовувати одержані знання для проектування інформаційно-вимірjuвальних систем.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

11. Рекомендована література

Базова

1. Lecun, Y., et al. "Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition." Proceedings of the IEEE, vol. 86, no. 11, 1998, pp. 2278–2324., doi:10.1109/5.726791.
2. Krizhevsky, Alex, et al. "ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks." Communications of the ACM, vol. 60, no. 6, 2017, pp. 84–90., doi:10.1145/3065386.
3. He, Kaiming, et al. "Delving Deep into Rectifiers: Surpassing Human-Level Performance on ImageNet Classification." 2015 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2015, doi:10.1109/iccv.2015.123.
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/ImageNet>
5. Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, and Geoffrey E Hinton. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. In Advances in neural information processing systems, pp. 1097–1105, 2012.
6. Simonyan, K., and Zisserman, A. (2014). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. arXiv preprint arXiv: 1409.1556.
7. Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., Sermanet, P., Reed, S., Anguelov, D., Dumitru, .E, Vincent, .V, and Rabinovich, A. (2015). Going deeper with convolutions. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 1-9)
8. He, K., Zhang, X., Ren, S., and Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 770-778).
9. Szegedy, C., Vanhoucke, V., Ioffe, S., Shlens, J., and Wojna, Z. (2016). Rethinking the inception architecture for computer vision. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 2818-2826).
10. Szegedy, C., Ioffe, S., Vanhoucke, V., and Alemi, A. A. (2017, February). Inception-V4, inception-resnet and the impact of residual connections on learning. In AAAI (Vol. 4, p. 12).
11. Girshick, R., Donahue, J., Darrell, T., and Malik, J. (2014). Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 580-587)
12. Girshick, R. (2015). *Fast r-cnn*. In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision and pattern recognition (pp. 1440-1448).

13. Ren, S., He, K., Girshick, R., and Sun, J. (2015). Faster RCNN – Towards real-time object detection with region proposal networks. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 91-99).
14. Dai, J., Li, Y., He, K., and Sun, J. (2016). *R-FCN: Object Detection via Region-based Fully Convolutional Networks*. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 379-387).

Допоміжна

1. Joseph Howse, Joe Minichino, *Learning OpenCV 3 Computer Vision with Python - Second Edition*, Packt Publishing, September 2015, Packt Publishing, ISBN: 9781785289774
2. Saurabh Kapur, *Computer Vision with Python 3*, Packt Publishing, August 2017, ISBN: 978-1-78829-976-3.
3. Prateek Joshi, *OpenCV with Python By Example*, Packt Publishing, September 2015, ISBN: 978-1-78528-393-2..
4. Библиотека компьютерного зрения OpenCV [Электронный ресурс]. – http://docs.opencv.org/trunk/doc/py_tutorial/py_objdetect/py_face_detection/py_face_detection.html.
5. Alberto Fernandez Villian, *Mastering OpenCV 4 with Python*, Published by Packt Publishing Ltd. Livery Place 35, Livery Street, Birmingham, B3 2PB, UK. ISBN 978-1-78934-491-2.
6. https://github.com/opencv/opencv/tree/master/samples/dnn/face_detector
7. http://dl.caffe.berkeleyvision.org/bvlc_alexnet.caffemodel
8. <https://pjreddie.com/media/files/yolov3.weights>
9. https://www.tensorflow.org/guide/saved_model
10. <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>
11. https://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf/train/AdamOptimizer
12. <https://keras.io/>
13. <https://colab.research.google.com/notebooks/intro.ipynb>
14. <https://colab.research.google.com/notebooks/intro.ipynb>