

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Факультет комп'ютерних наук та кібернетики  
Кафедра математичної інформатики**



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
Нейронні мережі/ Neural Networks**

**для студентів / for students**

галузь знань 12 “Інформаційні технології”/“Information Technologies”  
спеціальність 122 “Комп'ютерні науки”/“Computer Science”  
освітній рівень магістр/masters  
освітня програма Штучний інтелект/ Artificial Intelligent  
вид дисципліни **Обов'язкова навчальна дисципліна/ mandatory**

Форма навчання денна  
Навчальний рік 2020/2021  
Семестр 3  
Кількість кредитів ECTS 4  
Мова викладання, навчання та оцінювання англійська, українська /  
**English, Ukrainian**  
Форма заключного контролю залік / credit

**Викладачі:** асистент Бобиль Б.В.

Пролонговано: на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.  
Пролонговано: на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.

**КИЇВ – 2020**

Розробник: **Бобиль Богдан Володимирович**, асистент кафедри математичної інформатики,  
**Терещенко Василь Миколайович**, завідувач кафедри математичної інформатики, д.ф.-м.н.,  
професор.

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Завідувач кафедри математичної інформатики

  
\_\_\_\_\_ Терещенко В.М.  
(підпис)

Протокол № 1 від «28» 08 2020 р.

Схвалено Гарантом освітньо-наукової програми «Штучний інтелект»

  
\_\_\_\_\_ (Крак Ю.В.)

«28» 08 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «28» серпня 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ (Омельчук Л.Л.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«28» серпня 2020 року

**1. Мета дисципліни «Нейронні мережі/ Neural Networks»** - ознайомлення студентів з основами згоркових нейронних мереж, як однієї із основних галузей штучного інтелекту, та сучасними методами розв'язання задач комп'ютерного зору і обробки зображень, включаючи одержання семантичної і метричної інформації із зображень. Підготувати студента до ефективного використання сучасних методів таких, як методи машинного навчання для створення систем штучного інтелекту у подальшій професійній діяльності; допомогти набути навичок практичної роботи із сучасними програмними засобами для побудови інтелектуальних моделей.

/

**Discipline aim.** The aim of the discipline is to acquaint students with the basics of convolutional neural networks as one of the main branches of artificial intelligence, and modern methods for solving problems of computer vision and image processing, including obtaining semantic and metric information from images. To prepare the student for the effective use of modern methods such as machine learning methods to create artificial intelligence systems in further professional activities; help to acquire skills of practical work with modern software for building intelligent models.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. *Знати:* базові дисципліни – матеріал курсів «Математичний аналіз», «Лінійна алгебра і геометрія», «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Програмування», «Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка», «Алгоритми і структури даних», «Машинне навчання».

2. *Вміти:* розробляти, аналізувати та застосовувати алгоритми та програмне забезпечення для розв'язання завдань та прикладних задач, використовуючи сучасні методи розробки програм.

/

1. *To know:* the basic disciplines - "Mathematical Analysis", "Linear Algebra and Geometry", "Probability Theory and Mathematical Statistics", "Programming", "Computational Geometry and Computer Graphics", "Algorithms and Data Structures", "Machine Learning".

2. *To be able to:* develop, analyze and apply algorithms and software to solve problems and applied tasks using modern software development methods.

## **3. Анотація навчальної дисципліни / Synopsis of the course:**

Навчальна дисципліна «Нейронні мережі/ Neural Networks» є складовою освітньо-наукової програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», освітньої програми «Штучний інтелект». Вона є базовою дисципліною вузів, які спеціалізуються у галузі інформаційних та комп'ютерних технологій, а також ефективний інструмент розв'язування наукових та інженерних задач.

/

The discipline "Neural Networks" is a component of the educational- scientific training program at the educational-qualification level "Master" in the field of knowledge 12 "Information Technology" specialty 122 "Computer Science", educational program "Artificial Intelligence". It is a basic discipline of universities specializing in information and computer technology, as well as an effective tool for solving scientific and engineering problems.

**4. Завдання (навчальні цілі) / Objectives of study:** оволодіти нейронними мережами як одним із сучасних провідних наукових напрямків штучного інтелекту, а також оволодіти технологією розв'язання широкого класу задач науки та техніки (зокрема, задач розпізнавання зображень, обробки природної мови, пошуку рішень, комп'ютерного зору, інтелектуального

управління) за допомогою методів, підходів та алгоритмів нейронних мереж. Зокрема, розвивати:

- Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- Здатність аналізувати та використовувати інтелектуальні інформаційні технології.
- Здатність до проектування та реалізації систем штучного інтелекту на сучасних обчислювальних системах

/

Objectives (learning objectives): to master neural networks as one of the modern leading scientific directions of artificial intelligence, and also to master technology of the decision of a wide class of problems of science and technology (in particular, problems of image recognition, natural language, processing, search of decisions, computer sight, intellectual management) by means of methods, approaches and algorithms of neural networks. In particular it aims to develop:

- Ability to communicate in a foreign language.
- Ability to analyze and use intelligent information technology.
  - Ability to design and implement artificial intelligence systems on modern computing systems.
- 

#### 5. Результати навчання за дисципліною/ Results of learning:

<b>Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)</b>	<b>Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання</b>	<b>Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)</b>		<b>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</b>
<b>Код</b>	<b>Результат навчання</b>			
РН 1.1	Знати постановку основних задач обробки зображень / To know the formulation of the main tasks of image processing	<i>Лекція / Lecture</i>	<i>Контрольна робота / Test</i>	20%
РН 1.2	Знати основні підходи до розв'язання задач комп'ютерного зору / To know the basic approaches to solving computer vision problems	<i>Лекція / Lecture</i>		
РН 1.3	Знати основні поняття та методи машинного навчання / To know the basic concepts and methods of machine learning	<i>Лекція / Lecture</i>	<i>Контрольна робота / Test</i>	20%
РН 1.4	Знати основні поняття та принципи роботи штучних нейронних мереж /	<i>Лекція / Lecture</i>		

	To know the basic concepts and principles of artificial neural networks			
PH 2.1	Вміти проводити аналіз задачі обробки та розпізнавання зображень для вибору найкращого методу її розв'язання/ Be able to analyze the problem of image processing and recognition to choose the best method for solving it	Лабораторна робота, самостійна робота/ Laboratory work, individual work	Активна робота на заняттях, усні відповіді, контрольна робота/ Active work in the classroom, oral answers, Test	20%
PH 2.2	Вміти формулювати професійні завдання на мові машинного навчання і основі формулювань базових задач комп'ютерного зору/ Be able to formulate professional tasks in the language of machine learning and on the basis of formulations of basic problems of computer vision	Лабораторна робота, самостійна робота/ Laboratory work, individual work	Активна робота на заняттях, усні відповіді, контрольна робота/ Active work in the classroom, oral answers, Test	20%
PH 2.3	Вміти застосовувати методи комп'ютерного зору для розв'язання прикладних задач/ Be able to apply computer vision methods to solve applied problems	Лабораторна робота, самостійна робота/ Laboratory work, individual work	Активна робота на заняттях, усні відповіді, контрольна робота/ Active work in the classroom, oral answers, Test	20%

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання / Correspondence between learning results and program study results**

Результати навчання	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 1.4	PH 2.1	PH 2.2	PH 2.3
<b>дисципліни</b>							
<b>Програмні результати навчання</b>							
<i>(з опису освітньої програми)</i>							
<b>ПРН18.1.</b> Знати і застосовувати методи інтелектуального аналізу даних та штучного інтелекту, що включають методи комп'ютерної лінгвістики та комп'ютерного зору. /	+	+	+	+	+	+	+
<b>PLO18.1.</b> To know and apply methods of data mining and artificial intelligence, including methods of computer linguistics and computer vision							

## **7. Схема формування оцінки / Mark forming scheme.**

### **7.1 Форми оцінювання студентів / Student evaluation forms:**

#### **- семестрове оцінювання/evaluation in semester:**

1. *Активна робота на лекції, усні відповіді:* PH2.1, PH2.2, PH2.3 – 10 балів / 6 балів;
2. *Контрольна робота 1:* PH1.1, PH1.2, PH2.1 – 30 балів / 18 балів;
3. *Контрольна робота 2:* PH1.1, PH1.3, PH2.2 – 30 балів / 18 балів;
4. *Контрольна робота 3:* PH1.1, PH1.4, PH2.3 – 30 балів / 18 балів.

#### **- підсумкове оцінювання (у формі заліку)/final evaluation (credit):**

- Залікові бали визначаються як сума оцінок/балів за всіма успішно оціненими результатами навчання, передбаченими даною програмою.
- Оцінки нижче від мінімального порогового рівня не додаються.
- Мінімальний пороговий рівень для сумарної оцінки за всіма компонентами становить 60% від максимально можливої кількості балів.

/

1. *Active work in the classroom, oral answers:* LO2.1, LO2.2, LO2.3 – 10 points / 6 points;
2. *Test 1:* LO1.1, LO1.2, LO2.1 – 30 points / 18 points;
3. *Test 2:* LO1.1, LO1.3, LO2.2 – 30 points / 18 points;
4. *Test 3:* LO1.1, LO1.4, LO2.3 – 30 points / 18 points.

- Credit points are defined as the sum of grades / points for all successfully assessed learning outcomes provided by this program.
- Scores below the minimum threshold are not added.
- The minimum threshold for the total assessment of all components is 60% of the maximum possible number of points.

### **7.2. Організація оцінювання:**

#### **Терміни проведення форм оцінювання:**

1. *Активна робота на лекції, усні відповіді:* протягом семестру;
2. *Контрольна робота 1:* до 5 тижня семестру.
3. *Контрольна робота 2:* до 10 тижня семестру.
4. *Контрольна робота 3:* до 14 тижня семестру.

Студент має право на одне перескладання кожної контрольної роботи із можливістю отримання максимально 80% початково визначених за цю контрольну роботу балів. Термін перескладання визначається викладачем.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та прездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

/

#### **Terms of evaluation forms:**

1. *Active work in the classroom, oral answers:* during the semester.;
2. *Test 1:* up to 5 weeks of the semester.
3. *Test 2:* up to 10 weeks of the semester.
4. *Test 3:* up to 14 weeks of the semester.

The student has the right to one retake of each test with the possibility of obtaining a maximum of 80% of the points initially determined for this test. The term of reassembly is determined by the teacher. In case of absence of a student for valid reasons working off and transfer of tests are carried out according to "Regulations on the order of an estimation of knowledge of students at the credit-modular system of the organization of educational process" from October 1, 2010.

### **7.3 Шкала відповідності оцінок / Mark correspondence scale**

<b>Зараховано / Passed</b>	<b>60-100</b>
<b>Не зараховано / Failed</b>	<b>0-59</b>

**8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних та лабораторних занять / The discipline structure. Lectures and Labs curriculum**

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторні	Самостійна робота
<b>Частина I. Компоненти нейронної мережі/ Module I. "Components of a neural network"</b>				
1	<p><b>Тема 1.</b> Вступ до штучних нейронних мереж/ Introduction to artificial neural networks. <i>Самостійна робота:</i> Провести аналіз програми і змісту курсу та рекомендованої літератури. /</p> <p><b>Theme 1.</b> Introduction to artificial neural networks. <i>Individual work:</i> To analyze the program and course content, as well as recommended literature.</p>	2		10
2	<p><b>Тема 2.</b> Представлення даних для нейронної мережі <i>Самостійна робота:</i> Описати вхідні дані у форматі, придатному для сприйняття нейронною мережею. /</p> <p><b>Theme 2.</b> Representation of data for neural networks. <i>Individual work:</i> To describe the input data using in the format applicable for the neural networks.</p>	1		10
3	<p><b>Тема 3.</b> Лінійний та згортковий шари нейронної мережі. <i>Самостійна робота:</i> Для прикладів зображень застосувати згортковий шар та лінійний шар. /</p> <p><b>Theme 3.</b> Linear and convolutional layers of a neural network. <i>Individual work:</i> To apply linear and convolutional layers to examples of images.</p>	4	2	10
4	<p><b>Тема 4.</b> Функції активації, методи зменшення просторової розмірності розмірності, рекурентні шари. <i>Самостійна робота:</i> Застосовувати функції активації та методи зменшення розмірності - max pooling, average pooling, рекурентні шари - LSTM, GRU /</p> <p><b>Theme 4.</b> Activation functions and spatial downsampling methods, recurrent layers. <i>Individual work:</i></p>	2	2	10



	To apply activation functions and downsampling methods - max pooling, average pooling, recurrent layers - LSTM, GRU.			
<i>Контрольна робота 1/ Control work 1</i>		2		
<b>Частина II. Тренування нейронних мереж та оцінка якості/ Module II. Training and evaluation of neural networks</b>				
5	<b>Тема 5.</b> Поняття функції втрат, основні типи алгоритмів навчання. <i>Самостійна робота:</i> Застосувати необхідну функцію втрат відповідно до задачі, обрати необхідний метод навчання та виставити необхідні параметри для збіжності. / <b>Theme 5.</b> Loss functions, main types of learning algorithms. <i>Individual work:</i> Apply loss functions and setup applicable learning algorithm for the task.	2		10
6	<b>Тема 6.</b> Основні метрики для оцінки якості - точність, precision, recall, PR-крива, кросс-валідація. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати методи оцінювання якості. / <b>Theme 6.</b> Main evaluation metrics - accuracy, precision, recall, PR-curve, cross-validation <i>Individual work:</i> To develop methods of evaluation.	2	2	10
7	<b>Тема 7.</b> Підготовка навчальної та тестової вибірки. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати методи підготовки вибірок даних. / <b>Theme 7.</b> Preparation of training and testing datasets <i>Individual work:</i> To develop methods of dataset preparation.	2	2	
8	<b>Тема 8.</b> Поняття перенавчання, методи стабілізації процесу навчання та покращення збіжності. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати алгоритми покращення збіжності. / <b>Theme 8.</b> Overfitting, stabilization methods for training. <i>Individual work:</i> To develop algorithms for training stabilization.	2	2	12
<i>Контрольна робота 2/ Control work 2</i>		2		
<b>Частина III. Огляд сучасних архітектур нейронних мереж/ Module III. Review of modern neural network's architectures</b>				
9	<b>Тема 10.</b> Основні задачі з використанням нейронних мереж. <i>Самостійна робота:</i>	2	2	10

	Опрацювати основні задачі комп'ютерного зору та обробки природної мови, для рішення яких використовуються згорткові нейронні мережі. / <b>Theme 10.</b> The main tasks neural networks applied for. <i>Individual work:</i> To develop the main tasks of computer vision and natural language processing neural networks applied for.			
10	<b>Тема 11.</b> Огляд основних архітектур. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати основні типи архітектур. / <b>Theme 11.</b> Review of the main architectures. <i>Individual work:</i> To develop the main types of architectures.	2	2	10
<i>Контрольна робота 3</i>		2		
ВСЬОГО		28	14	106

Загальний обсяг 120 *годин*, в тому числі:

Лекцій – 28 *годин*.

Лабораторні роботи -14 годин, Самостійна робота – 92 *години*.

#### 9. Рекомендовані джерела/Literature:

##### *Основні / Main:*

1. Ian Goodfellow. Deep Learning, MIT Press, 2017
2. Richard Szeliski. Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer, 2010
3. Дэвид А. Форсайт, Жан Понс. Компьютерное зрение. Современный подход, 2004
4. Линда Шапиро, Джордж Стокман. Компьютерное зрение. Лаборатория знаний. 2013
5. Stephen Marsland. Machine Learning: An Algorithmic Perspective, 452 p., 2015.
6. Christopher M Bishop. Pattern recognition. Machine Learning, 128 p., 2006.
7. Ethem Alpaydin. Introduction To Machine Learning, 584 p., 2009.
8. Tom M. Mitchell. Machine Learning [<http://www.cs.cmu.edu/~tom/mlbook.html>]
9. Yaser S. Abu-Mostafa. Learning from data, 215 p., 2017
10. Alex Smola. Introduction to Machine Learning, 234 p., 2008.
11. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – М.: Вильямс, 2005. – 864 с.
12. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction, 764 p., 2008.

##### *Додаткові / Additional:*

13. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 452 с.
14. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход . – М.: Вильямс, 2006. – 1408 с.
15. Simon J.D. Prince. Computer Vision: Models, Learning, and Inference.- Cambridge: Cambridge University Press. - 567 p.- 2017.[ <http://www.cambridge.org/>].

16. Andrej Karpathy. The unreasonable effectiveness of recurrent neural networks. <http://karpathy.github.io/2015/05/21/rnn-effectiveness/>, 2015. Online; accessed 11-December.
17. Andrew Moore. Statistical Data Mining Tutorials [<http://www.autonlab.org/tutorials/>]
18. Pierre Baldi and Søren Brunak. Chapter 6. Neural networks: applications. In Bioinformatics: The Machine Learning Approach. MIT press, 2001.