

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет комп'ютерних наук та кібернетики
Кафедра математичної інформатики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Кашпур О.Ф.

«серпень» 2020 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ Глибоке навчання / Deep Learning

для студентів

галузь знань 12 "Інформаційні технології"/"Information Technologies"

спеціальність 122 "Комп'ютерні науки"/"Computer Science"

освітній рівень магістр/masters

освітня програма Математичні методи штучного інтелекту/
Mathematical Methods of Artificial Intelligence

вид дисципліни Обов'язкова навчальна дисципліна/ mandatory

Форма навчання

стаціонар

Навчальний рік

2020/2021

Семестр

2

Кількість кредитів ECTS

4

Мова викладання, навчання

та оцінювання англійська, українська/English, Ukrainian

Форма заключного контролю іспит/exam

Викладач: к.т.н., доц. Радивоненко О.С., ас. Терещенко Я.В.

Пролонговано: на 2021/2022 н.р.  «11» 02 2021 р.

(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ («__» __ 20__ р.

(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2020

© Радивоненко О.С., 2020 рік

Розробники: **Радивоненко Ольга Сергіївна**, к.т.н., доцент, керівник підрозділу
Самсунг Електронікс Україна Компані

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри математичної інформатики

(підпис)

Терещенко В.М.
(прізвище та ініціали)

Протокол № 3 від «21» травня 2020 р.

Схвалено Гарантом освітньо-наукової програми «Математичні методи штучного
інтелекту» _____ (Завадський І.О.)
(підпис)

«28» серпня 2020 р.

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

Протокол від «28» серпня 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії _____

(підпис)

(Омельчук Л.Л.)
(прізвище та ініціали)

«28» серпня 2020 року

ВСТУП

1. Мета дисципліни «Глибоке навчання / Deep Learning» - ознайомлення студентів із сучасними технологіями та методами глибокого навчання, як однієї із основних галузей штучного інтелекту. Підготувати студентів до ефективного використання сучасних методів, таких як методи машинного навчання для створення систем штучного інтелекту у подальшій професійній діяльності; допомогти набуту навичок практичної роботи із сучасними програмними засобами для побудови інтелектуальних моделей.

/

Discipline aim. The aim of the discipline is to acquaint students with the modern technologies and methods of deep learning 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:* базову дисципліну - «Машинне навчання», володіти методами математичного аналізу, лінійної алгебри та геометрії, теорії ймовірностей та математичної статистики, програмування, алгоритмів і обробки структур даних.

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 discipline - "Machine Learning", master the methods of mathematical analysis, linear algebra and geometry, probability theory and mathematical statistics, programming, algorithms and data structures processing.

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 «Глибоке навчання / Deep Learning» є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», освітньої програми «Математичні методи штучного інтелекту». 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 "Deep Learning" is a component of the educational-professional 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:

- **ЗК5.** Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- **ЗК6.** Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
- **СК6.** Здатність використовувати високопродуктивні обчислення для задач з математичного моделювання та прогнозування у фундаментальних і прикладних дослідженнях різних дисциплін, взаємодіяти з іншими суперкомп'ютерними центрами України та зарубіжних країн, здійснювати спільну розробку технологій розподілених обчислень.
 - **СК7.** Здатність застосовувати квантові операції, виміри, алгоритми для розв'язання задач, пов'язаних з особливостями реалізації квантових обчислень в різних фізичних системах, зокрема в квантовій криптографії.
 - **СК8.** Здатність вирішувати складні задачі інтелектуальної обробки даних з використанням еволюційного моделювання, нейромережних технологій, застосування обчислювального інтелекту для розв'язання практичних задач в різних галузях професійної діяльності.
 - **СК18.** Здатність аналізувати та використовувати математичні методи штучного інтелекту.
 - 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.

/

Objectives (learning objectives):

- Ability to communicate in a foreign language.
- Ability to learn and master modern knowledge.
- Ability to use high-performance computing for mathematical modeling and forecasting problems in basic and applied research in various disciplines, to interact with other supercomputer centers in Ukraine and foreign countries, to jointly develop distributed computing technologies.
 - Ability to apply quantum operations, measurements, algorithms to solve problems related to the peculiarities of the implementation of quantum computing in various physical systems, in particular in quantum cryptography.
 - Ability to solve complex problems of intellectual data processing using evolutionary modeling, neural network technologies, the use of computational intelligence to solve practical problems in various fields of professional activity.
 - Ability to analyze and use mathematical methods of artificial intelligence.
 - 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.

5. Результати навчання за дисципліною/ Results of learning:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)	Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)		Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН 1.1	Знати постановку основних задач обробки зображень / To know the formulation of the main tasks of image processing	Лекція / Lecture	Контрольні роботи 1 і 2, 60% правильних відповідей, усні відповіді Екзамен/ Tests 1,2, 60% correct answers, exam	45%
РН 1.2	Знати основні підходи до розв'язання задач комп'ютерного зору / To know the basic approaches to solving computer vision problems	Лекція / Lecture		
РН 1.3	Знати основні поняття та методи машинного навчання\ To know the basic concepts and methods of machine learning	Лекція / Lecture	Контрольна робота 3, 60% правильних відповідей, усні відповіді, екзамен/ Test 3, 60% correct answers, exam	25%
РН 1.4	Знати основні поняття та принципи роботи штучних нейронних мереж / To know the basic concepts and principles of artificial neural networks	Лекція / Lecture		
РН 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	Захист лабораторної роботи/ laboratory work defense	10%
РН 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	Захист лабораторної роботи/ laboratory work defense	10%
РН 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	Захист лабораторної роботи/ laboratory work defense	10%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибірових дисциплін, які не входять до блоків спеціалізації) / / Correspondence between learning results and program study results.

Результати навчання дисципліни	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 1.4	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3
Програмні результати навчання (з опису освітньо-наукової програми)							

ПРН9. Володіти методами та технологіями організації та застосування даних у задачах обчислювального інтелекту, будувати моделі прийняття рішень на основі теорії розпізнавання образів, нейромереж та нечіткої логіки. / Know methods and technologies of data organizing and application in the tasks of artificial intelligence, build decision making models in the terms of image recognition theory, neural networks and fuzzy logic.	+	+	+	+			
ПРН16. Знати та вміти застосовувати математичні методи штучного інтелекту. / Know and be able to apply mathematical methods of artificial intelligence.	+	+			+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4 – 5 балів/3 бали;
2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2, РН2.3 – 10 балів/6 балів;
3. Контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2 – 10 балів/6 балів;
4. Контрольна робота 2: РН1.3 – 10 балів/6 балів;
5. Контрольна робота 3: РН1.4 – 10 балів/6 балів;
6. Лабораторна робота: РН2.1, РН2.2, РН2.3 – 15 балів/9 балів.

- підсумкове оцінювання: екзамен.

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: 40 балів;
- результати навчання які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4;
- форма проведення і види завдань: письмова.

7.2. Організація оцінювання:

Обов'язковим є виконання завдань, винесених на самостійну роботу та лабораторної роботи за графіком робочої програми.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2 – до 4 тижня семестру;
2. Контрольна робота 2: РН1.3 – до 8 тижня семестру;
3. Контрольна робота 3: РН1.4 – до 12 тижня семестру;
4. Лабораторна робота: до 14 тижня семестру.

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

7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Семінари/лабораторні	Самостійна робота
Частина I. Основи технології нейронних мереж/ Part I. Basics of a neural network technology				
1	Тема 1. Вступ до штучних нейронних мереж/ Introduction to artificial neural networks. / Topic 1. Introduction to artificial neural networks.	2		10
2	Тема 2. Представлення даних для нейронної мережі / Topic 2. Representation of data for neural networks.	2		10
3	Тема 3. Згорткові нейронні мережі. / Topic 3. Convolutional neural networks.	2	2	10
4	Тема 4. Рекурсивні нейронні мережі. Мережа довгої короткочасної пам'яті. / Topic 4. Recursive neural networks. Long short-term memory network.	4	2	10
Контрольна робота 1/ Control work 1				
Частина II. Глибинні мережі переконань / Part II. Deep belief networks				
5	Тема 5. Модель глибинної мережі переконань. / Topic 5. The model of deep belief network.	2		10
6	Тема 6. Глибинні машини Больцмана. / Topic 6. Deep Boltzmann Machines.	2	1	10
7	Тема 7. Складені знешумлювальні автокодувальники. / Topic 7. Stacked denoising autoencoders.	2	1	
8	Тема 8. Змішані ієрархічно-глибинні моделі. / Topic 8. Compound hierarchical-deep models.	2	1	10

<i>Контрольна робота 2 / Control work 2</i>				
Частина III. Застосування глибокого навчання / Part III. Application of deep learning				
9	Тема 9. Використання глибокого навчання в розпізнаванні зображень, обробці природної мови та в біоінформатиці. / Topic 9. Applications of deep learning to image recognition, natural language processing and bioinformatics.	4	1	6
10	Тема 10. Теорії людського мозку. / Topic 10. Theories of human brain.	4	2	6
<i>Контрольна робота 3 / Control work 3</i>				
ВСЬОГО		26	10	82

Загальний обсяг 120 *годин*, в тому числі:

Лекцій – 26 *годин*.

Консультацій – 2 *години*.

Лабораторні роботи -10 *годин*, Самостійна робота – 82 *годин*.

9. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основні / Main:

1. Ian Goodfellow. Deep Learning, MIT Press, 2017
2. Richard Szeliski. Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer, 2010
3. Stephen Marsland. Machine Learning: An Algorithmic Perspective, 452 p., 2015.
4. Christopher M Bishop. Pattern recognition. Machine Learning, 128 p., 2006.
5. Ethem Alpaydin. Introduction To Machine Learning, 584 p., 2009.
6. Tom M. Mitchell. Machine Learning [<http://www.cs.cmu.edu/~tom/mlbook.html>]
7. Yaser S. Abu-Mostafa. Learning from data, 215 p., 2017
8. Alex Smola. Introduction to Machine Learning, 234 p., 2008.
9. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction, 764 p., 2008.

Додаткові / Additional:

10. Simon J.D. Prince. Computer Vision: Models, Learning, and Inference.- Cambridge: Cambridge University Press. - 567 p.- 2017.[<http://www.cambridge.org/>].
11. Andrej Karpathy. The unreasonable effectiveness of recurrent neural networks. <http://karpathy.github.io/2015/05/21/rnn-effectiveness/>, 2015. Online; accessed 11-December.
12. Andrew Moore. Statistical Data Mining Tutorials [<http://www.autonlab.org/tutorials/>]
13. Pierre Baldi and Søren Brunak. Chapter 6. Neural networks: applications. In Bioinformatics: The Machine Learning Approach. MIT press, 2001.